ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Caso de estudio de un Proyecto Multifamiliar en la Provincia del Guayas

PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo la obtención del Título de:

Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Construcción y Saneamiento

Presentado por:
Johnny Marcelo Revelo Burbano
Paúl Alexander Flores Gavilánez

GUAYAQUIL - ECUADOR
Año: 2025

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi esposa Gissela por todo el amor, paciencia y apoyo durante esta etapa de mi vida.

A mis padres Jesús y Marina por sus sabios consejos y su gran ejemplo de superación.

A mis hermanos Erika y Geovanny, por apoyarme en todo momento.

Con mucho amor a mis sobrinos Martín y José Ignacio.

Johnny

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, a mis padres, Wilson y Lolita; a mis tíos, Emma y Gerardo; a mi hermano Wilson, y a mi novia, Silvana.

Cuyo ejemplo de resiliencia y pasión iluminó mi camino académico, sin su guía, esta investigación no habría sido posible.

Paul

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme cumplir esta etapa de mi vida.

Mi más sincero agradecimiento al Ingeniero Víctor Orozco por su guía, paciencia y haber compartido sus conocimientos con nosotros. Ha sido un privilegio haber tenido su respaldo y ayuda.

A mi compañero de tesis Paul por los momentos compartidos en este proceso; Su apoyo, colaboración y dedicación han sido fundamentales para culminar este proyecto.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral por brindarme la oportunidad de formar parte de esta.

Johnny

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor, Ing. Víctor Orozco, le estoy profundamente agradecido por su guía inestimable. Su capacidad para corregir mis errores y recordarme que cada pequeño paso cuenta ha sido esencial en el desarrollo de este proyecto.

A mi compañero de tesis, Johnny, le agradezco por su constante apoyo y colaboración. Su disposición para escuchar mis ideas y compartir su perspectiva ha enriquecido significativamente mi trabajo.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral por brindarme la oportunidad de cursar esta maestría. Su acogida y el ambiente académico han sido fundamentales en mi formación. La excelencia educativa y el compromiso de esta institución han dejado una huella significativa en mi vida.

Paul

DECLARACIÓN EXPRESA

Nosotros Johnny Marcelo Revelo Burbano y Paúl Alexander Flores Gavilánez acordamos y reconocemos que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos 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. El o los estudiantes deberán procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por 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 a 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, 08 de marzo del 2025.

Firmado electrónicamente por:
JOHNNY MARCELO
REVELO BURBANO

Johnny Revelo Burbano

Firmado electrónicamente por:
PAUL ALEXANDER
FLORES GAVILANEZ

Paúl Flores Gavilánez

EVALUADORES

Firmado electrónicamente por:
VICTOR MANUEL
OROZCO CHAVEZ

Víctor Manuel Orozco Chávez

Tutor de proyecto

Firmado electrónicamente por:
SAMANTHA TAMARA
JIMENEZ OYOLA

Jiménez Oyola Samantha Tamara

Profesor de Materia

Firmado electrónicamente por:
FERNANDA ESTEFANIA
MEJIA PERALTA

Mejía Peralta Fernanda Estefanía

Profesor de Materia

RESUMEN

El proyecto se centra en la aplicación de herramientas BIM para el análisis del ciclo de vida en la construcción de viviendas multifamiliares en la provincia del Guayas. Su objetivo es identificar soluciones sostenibles que reduzcan la huella de carbono y mejorar la eficiencia en el uso de recursos. Se plantea la hipótesis de que la implementación de técnicas avanzadas y selección de materiales puede minimizar el impacto ambiental en la construcción. La justificación radica en la creciente necesidad de prácticas constructivas responsables en el contexto actual.

Durante el desarrollo del proyecto, se utilizó el software Revit para la modelación 3D y One Click LCA para el análisis del ciclo de vida, cumpliendo con las normas ISO 14040 y 14044. Se estableció una línea base con un diseño tradicional, cuantificando la huella de carbono inicial, y se realizaron cinco iteraciones modificando los materiales y el diseño.

Los resultados mostraron que la huella de carbono se redujo de 629 kg CO_2 eq/m² a 401 kg CO_2 eq/m² a través de las iteraciones, logrando optimizar costos en el proceso.

En conclusión, el proyecto evidencia que la integración de herramientas BIM y análisis de ciclo de vida es fundamental para promover la sostenibilidad en la construcción, contribuyendo significativamente a reducir las emisiones de CO_2.

Palabras Clave: BIM, ciclo de vida, huella de carbono, sostenibilidad.

ABSTRACT

The project focuses on the application of BIM tools for life cycle analysis in the construction of multifamily housing in the province of Guayas. Its objective is to identify sustainable solutions that reduce the carbon footprint and improve resource efficiency. The hypothesis posits that the implementation of advanced techniques and material selection can minimize the environmental impact in construction. The justification lies in the growing need for responsible construction practices in the current context.

During the project development, Revit software was utilized for 3D modeling and One Click LCA for life cycle analysis, in compliance with ISO 14040 and 14044 standards. A baseline was established with a traditional design, quantifying the initial carbon footprint, and five iterations were conducted modifying materials and design.

The results indicated that the carbon footprint was reduced from 629 kg CO_2 eq/m² to 401 kg CO_2 eq/m² through the iterations, successfully optimizing costs in the process.

In conclusion, the project demonstrates that the integration of BIM tools and life cycle analysis is essential for promoting sustainability in construction, significantly contributing to the reduction of CO_2 emissions.

Keywords: *BIM, life cycle, carbon footprint, sustainability.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN I

ABSTRACT II

ÍNDICE GENERAL III

ABREVIATURAS V

SIMBOLOGÍA VI

ÍNDICE DE FIGURAS VII

ÍNDICE DE TABLAS VIII

ÍNDICE DE PLANOS y ANEXOS IX

CAPÍTULO 1 10

Introducción 10

1.1. Antecedentes 11

1.2. Localización 14

1.3. Estudios previos 14

1.4. Definición del problema 15

1.5. Justificación 16

1.6. Objetivos 17

1.6.1. Objetivo General 17

1.6.2. Objetivos Específicos 17

CAPÍTULO 2 18

Desarrollo del proyecto 18

2.1 Marco conceptual 18

2.1.1 Sostenibilidad en la construcción 18

2.1.2 Metodología Building Information Modeling (BIM) 18

2.1.3 Revit 20

2.1.4 LOD (Level of Development) 20

2.1.5 Environmental Product Declaration (EPD) 22

2.1.6 Análisis de Ciclo de Vida (ACV) 23
2.1.7 Etapas del Ciclo de Vida 24
2.1.8 Alcances del ciclo de vida 26
2.1.9 Fases del desarrollo de un ACV. 27
2.2 Marco metodológico 29
2.2.1 Trabajo de gabinete 31
2.2.2 Solución a diseñar 32
CAPÍTULO 3 33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 33
3.1 Resultados 33
3.1.1 Modelado 3D en Revit, línea base del proyecto 33
3.1.2 Presupuesto de la vivienda multifamiliar línea base 34
3.1.3 Resultado del Análisis del Ciclo de Vida del modelo línea base. 37
3.1.4 Iteraciones 39
3.2 Análisis de resultados 44
CAPÍTULO 4 48
Conclusiones Y Recomendaciones 48
4.1. Conclusiones 48
4.2. Recomendaciones 49
BIBLIOGRAFÍA 50
PLANOS Y ANEXOS 53

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ACV	Análisis de Ciclo de Vida
EPD	Environmental Product Declaration
CO_2 e/m^2	Contenido de carbono equivalente por metro cuadrado
CO_2 e/m^3	Contenido de carbono equivalente por metro cubico

SIMBOLOGÍA

m	Metro
cm	Centímetro
kg	Kilogramo
u	Unidad
gbl.	Global
C	Carbono
O	Oxígeno

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Pirámide de materiales de construcción (CINARK & Real Academia Danesa, 2024). 12
Figura 1.2 Ubicación del proyecto 14
Figura 1.3 Plano en Autocad de Vivienda Multifamiliar 15
Figura 2.1 Ciclo BIM de un Proyecto (buildingSMART Spain, 2024b) 19
Figura 2.2 Curva de Patrick Macleamy (David Light, 2011) 20
Figura 2.3 Level of Development LOD (Rodríguez, 2020). 22
Figura 2.4 Environmental Product Declaration (EPD) (The International EPD System, 2024) 22
Figura 2.5 Cálculo de evaluación de impacto 24
Figura 2.6 Etapas del análisis del ciclo de vida. (One Click LCA, 2024) 25
Figura 2.7 Alcances del ciclo de vida 27
Figura 2.8 Diagrama de Metodología 30
Figura 3.1 Modelo 3D Especificaciones 33
Figura 3.2 Resultados One Click LCA línea base 38
Figura 3.3 Resultado Huella de carbono Línea Base 38
Figura 3.4 Cambio de materiales de techo 39
Figura 3.5 Benchmark de LCA Iteración 1 40
Figura 3.6 Cambio de materiales de estructura 40
Figura 3.7 Benchmark de LCA Iteración 2 41
Figura 3.8 Cambio de materiales de envolvente 41
Figura 3.9 Benchmark de LCA Iteración 3 42
Figura 3.10 Combinación de iteración 1 y 2 42
Figura 3.11 Benchmark de LCA Iteración 4 43
Figura 3.12 Combinación de todas las iteraciones 43
Figura 3.13 Benchmark de LCA Iteración 5 44
Figura 3.14 Comparación de Iteraciones con referencia al costo y a la huella de carbono 46
Figura 3.15 Mejor opción en relación costo y CO2 con línea base 47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Presupuesto Línea Base 34
Tabla 3.2 Comparación de Iteraciones según Impacto Ambiental y Presupuesto..... 44
Tabla 3.3 Comparativa entre todas las Iteraciones 45

ÍNDICE DE PLANOS Y ANEXOS

PLANO 1 Línea Base Sistema constructivo tradicional de hormigón armado
PLANO 2 Línea Base Sistema constructivo tradicional de hormigón armado
PLANO 3 Iteración 1 Cambio de materiales de techo
PLANO 4 Iteración 1 Cambio de materiales de techo
PLANO 5 Iteración 2 Cambio de materiales de estructura
PLANO 6 Iteración 2 Cambio de materiales de estructura
PLANO 7 Iteración 3 Cambio de materiales de envolvente
PLANO 8 Iteración 3 Cambio de materiales de envolvente
PLANO 9 Iteración 4 Combinación Iteración 1 con 2
PLANO 10 Iteración 4 Combinación Iteración 1 con 2
PLANO 11 Iteración 5 Combinación de todas las iteraciones
PLANO 12 Iteración 5 Combinación de todas las iteraciones
ANEXO 1 Presupuesto referencial iteración 1
ANEXO 2 Presupuesto referencial iteración 2
ANEXO 3 Presupuesto referencial iteración 3
ANEXO 4 Presupuesto referencial iteración 4
ANEXO 5 Presupuesto referencial iteración 5
ANEXO 6 Reporte One Click LCA Linea Base
ANEXO 7 Reporte One Click LCA Iteración 3

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector de la construcción enfrenta desafíos significativos relacionados con la sostenibilidad, la eficiencia de recursos y el impacto ambiental. La creciente urbanización y la demanda de viviendas, especialmente en regiones en desarrollo como la provincia del Guayas en Ecuador, han llevado a la necesidad de adoptar enfoques innovadores que minimicen los efectos negativos de la construcción en el medio ambiente. De esta forma, la metodología BIM se presenta como una herramienta que permite un análisis más profundo de los impactos a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones (Parekh & Trabucco, 2024).

BIM ofrece un enfoque integral para la gestión de informaciones proyectos de construcción, facilitando la colaboración entre diversas disciplinas y permitiendo la simulación de diferentes escenarios de diseño y construcción. A través de su capacidad para modelar datos precisos y detallados, BIM se convierte en un aliado fundamental para la evaluación del ciclo de vida (ACV), un proceso que analiza las implicaciones ambientales, económicas y sociales desde la extracción de materias primas hasta la disposición final de la construcción (Fernández et al., 2024).

Este estudio se centra en la aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares, con el objetivo de identificar soluciones sostenibles que reduzcan el impacto ambiental y mejoren la eficiencia en el uso de recursos. Al integrar el análisis de la huella de carbono y la evaluación de materiales, esta investigación no solo busca optimizar los costos y recursos, sino que también contribuya a los objetivos de desarrollo sostenible, ODS 9, ODS 11, ODS 12 y ODS 13.

1.1. Antecedentes

La construcción es uno de los principales factores que contribuyen al desarrollo económico de un país, pero también es uno de los más contaminantes. Se estima que el 40% de la contaminación está relacionada, directa o indirectamente, con las obras de construcción civil. Además, este sector consume aproximadamente el 50% de los recursos naturales y el 40% de la energía. Esto provoca un deterioro ambiental que puede ser a corto o largo plazo (Delgado, 2017).

Todos los materiales utilizados en el proceso de construcción y operación de las edificaciones generan gases de efecto invernadero, desde su construcción hasta su disposición final o reutilización. El termino carbono incorporado o Energía Incorporada se refiere a la suma del impacto de todos estos gases de efecto invernadero atribuidas a un material durante su ciclo de vida, calculadas en unidades de peso (Ton, kg) de CO_2eq, dióxido de carbono equivalente.

Diferentes publicaciones brindan datos cuantitativos sobre la huella de carbono asociada a los materiales industrializados para el uso en obras. A mayor intensidad de uso de energía y recursos naturales de un material, mayor es su generación de CO_2eq. El Instituto Real Danés para la Arquitectura Industrializada, ha creado la pirámide de los materiales de construcción Figura 1.1, que brinda una perspectiva visual y cuantitativa eficaz para la selección apropiada de materiales con contenido reducido de carbono.

Figura 1.1 Pirámide de materiales de construcción (CINARK & Real Academia Danesa, 2024).

La parte superior de la pirámide detalla materiales con CO_2eq mayores a 10000 kg CO_2eq/m^3. En contraste, la base de la pirámide muestra una lista de materiales con 0 kg CO_2eq/m^3. Son estos últimos, los que un diseñador cuidadoso deberá privilegiar al momento de seleccionar la materialidad del proyecto.

En la actualidad, la industria de la construcción ha logrado evolucionar en el nivel de detalle en información referente al contenido de CO_2eq de diferentes materiales de construcción. Dichos detalles se incluyen en documentos denominados EPD (Environmental Product Declaration), que consisten en informes que cuantifican el impacto ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida. Estos documentos se realizan en base a Análisis de ciclo de vida en cumplimiento de las normas ISO 14040 y 14044. Es en base a estas fuentes documentales, que un diseñador puede lograr un cálculo integro de la cantidad de CO_2eq que su obra generara como impactos al medio ambiente (Kathiravel & Feng, 2024).

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología que permite evaluar el impacto ambiental de un proyecto a lo largo de todas sus etapas. Esta se basa en las normas ISO 14040 Y 14044, se utiliza tanto para el análisis de productos (cemento, hierro, aditivos, etc) como para la evaluación integral de edificaciones. Este enfoque no solo ayuda a identificar las áreas de mayor impacto ambiental, sino que también promueve la adopción de prácticas más sostenibles en la industria (Carabaño et al., 2014).

Existen un numero amplio de plataformas que brindan el servicio de repositorio de almacenamiento de EPDs generadas alrededor del mundo. Entre las opciones disponibles, para este trabajo se ha escogido “One click LCA”, debido a que integra un repositorio amplio, constantemente actualizado, con la opción de generar EPDs personalizados, más la integración con herramientas BIM a través de plugins que conectan en la nube lo existente en el modelo 3d y la información de los productos específicos que se escogen para el proyecto.

En este contexto BIM juega un papel esencial en la promoción de la sostenibilidad en la construcción. Esta metodología permite integrar la información del modelo 3d del proyecto a construirse, con la gran cantidad de datos actualmente disponibles en los EPDS ubicados en fuentes documentales alrededor del mundo. Este proceso se agilita de manera extraordinaria en comparación con metodologías tradicionales, que requieren lectura, interpretación, extracción de datos y cálculos para cada componente de la edificación. Además, al poseer una base de datos integrada al modelo 3d basado en BIM del proyecto, se pueden simular diferentes escenarios de diseño y de selección de materiales, permitiendo a los profesionales optimizar el rendimiento ambiental y energético de los edificios (Pérez et al., 2024).

La aplicación apropiada de BIM, junto al uso de información documental disponible, hace factible la búsqueda de metodologías constructivas más sostenibles disminuyendo la huella de carbono en proyectos de viviendas de todo tipo, incluyendo el esquema multifamiliar a estudiarse en este trabajo. Aplicando un esquema de trabajo iterativo, se logran modelar, simular y analizar diferentes variantes del proyecto, para comparar sus impactos y tomar decisiones

informadas sobra las opciones más eficientes, prácticas y con mejor relación costo/beneficio. Este enfoque no solo ayuda a identificar los componentes constructivos que emiten mayores contaminantes al planeta, sino que también proporciona una base para la toma de decisiones informadas en el diseño y la construcción en conjunto con todos los stakeholders del proyecto (Ding et al., 2024).

1.2. Localización

El proyecto en estudio está ubicado en el cantón Milagro, en la provincia de Guayas. Se sitúa en un sector que conecta con diversas instituciones, como la Universidad Estatal de Milagro, y otras organizaciones cercanas. Dada la alta demanda del sector inmobiliario, se propone construir una vivienda multifamiliar.

1.3. Estudios previos

Se cuenta con un diseño arquitectónico previo diseñado por (Arias & Vargas, 2023). Elaborado en AutoCAD que se utilizará de línea base, el cual será modelado en el programa Revit de Autodesk, donde se irán modificando elementos constructivos para poder realizar el ACV.

Figura 1.2 Ubicación del proyecto

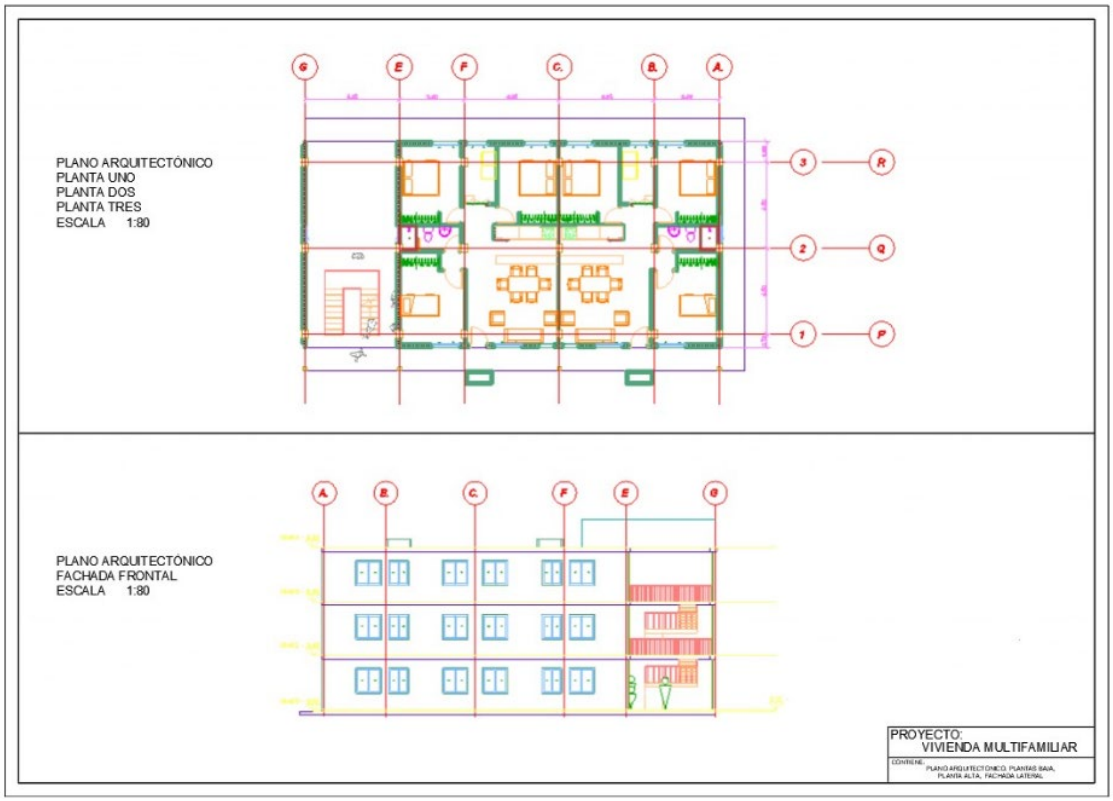


Figura 1.3 Plano en AutoCAD de Vivienda Multifamiliar

1.4. Definición del problema

En este trabajo se propone explorar distintas metodologías constructivas que pueden implementarse en el proyecto de construcción de una vivienda multifamiliar en la Provincia del Guayas. A través del uso de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida (LCA), se busca abordar varios problemas críticos que afectan el desarrollo sostenible de estos proyectos.

Uno de los principales problemas es la falta de un enfoque sistemático para evaluar la huella de carbono y la sostenibilidad de las edificaciones. Esta carencia no solo genera consecuencias económicas, sino también ambientales y sociales que impactan negativamente a las comunidades locales.

La mínima difusión local, de metodologías adecuadas para el análisis de la huella de carbono lleva a la adopción de prácticas constructivas que agravan diariamente el al deterioro del medio ambiente y al aumento de costos operativos de los edificios, en particular los destinados a soluciones de vivienda. Esto

resulta en edificaciones que no son sostenibles y que, a largo plazo, generan un impacto negativo en la calidad de vida de los habitantes.

La problemática actual entre la falta de difusión en información referente a sostenibilidad en proyectos en Ecuador se complica aún más con la tendencia, de los profesionales del medio, hacia la aplicación de metodologías de trabajo tradicionales, basadas en métodos de investigación y calculo manuales. El bajo nivel de implantación de BIM en el país (Soto & Manríquez, 2023). Resulta en una percepción de alta complejidad y alta demanda de recurso tiempo al momento de decidir realizar un proceso de evaluación de ciclo de vida de proyectos de construcción.

1.5. Justificación

La industria de la construcción es una de las principales responsables de la generación de residuos y del consumo de recursos naturales. Implementar prácticas sostenibles mediante el uso de BIM y ACV puede ayudar a mitigar estos impactos, promoviendo una construcción más responsable (Amarasinghe et al., 2024).

Las políticas gubernamentales y las normativas ambientales están cada vez más enfocadas en la sostenibilidad. Investigar cómo BIM y ACV pueden integrarse en la práctica de la construcción ayudará a alinearse con estas políticas y a promover estándares más altos en el sector (Oyejobi et al., 2024).

Un aspecto crucial de este estudio es su alineación con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 13, que se centra en la acción por el clima. La implementación de herramientas BIM y el análisis de ciclo de vida pueden ayudar a reducir las emisiones de CO_2 asociadas con la construcción. Al optimizar el uso de recursos y seleccionar materiales sostenibles, los proyectos pueden contribuir a mitigar el cambio climático y avanzar hacia un futuro más sostenible (Hauashdh et al., 2024).

La realización y difusión de estudios, como el presente trabajo permitirá iniciar la implementación de guías y hojas de ruta para que los profesionales ecuatorianos pongan en práctica la aplicación integrada de herramientas BIM con herramientas digitales para la generación de Análisis de Ciclo de Vida.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Desarrollar un marco metodológico que integre herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM) para el análisis de ciclo de vida (ACV) y huella de carbono en la construcción de una vivienda multifamiliar en la Provincia del Guayas, promoviendo prácticas sostenibles y eficientes que contribuyan al desarrollo urbano responsable.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Elaborar un modelo BIM que refleje adecuadamente los materiales y procesos asociados al proyecto.
- Establecer los parámetros para el Análisis de Ciclo de Vida (LCA) del proyecto, definiendo los insumos y variables necesarios, incluyendo la identificación de fuentes de datos locales y documentales.
- Evaluar la huella de carbono a partir del modelo BIM, permitiendo la comparación entre diferentes alternativas.
- Analizar la Variación de costos entre la línea base del proyecto y el caso con menor huella de carbono.

CAPÍTULO 2

DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Sostenibilidad en la construcción

La sostenibilidad en la construcción implica la adopción de prácticas que minimicen el impacto ambiental y promuevan la eficiencia en el uso de recursos. Este enfoque busca la implementación de técnicas de construcción que utilicen materiales renovables, fomenten el ahorro energético y reduzcan los desechos. Además, es fundamental integrar la planificación urbana con la conservación del entorno natural, asegurando que las edificaciones no solo satisfagan las necesidades habitacionales, sino que también respeten la biodiversidad y los ecosistemas locales. Al incorporar principios de sostenibilidad en la construcción, se busca no solo mejorar la calidad de vida de las comunidades, sino también promover un desarrollo equitativo y responsable que beneficie a las generaciones futuras (Murillo et al., 2023).

2.1.2 Metodología Building Information Modeling (BIM)

Modelado de la Información de un Edificio (BIM), mostrado en la Figura 2.1 es un flujo o metodología de trabajo colaborativo diseñada para la creación y gestión de proyectos de construcción. Su principal objetivo es reunir toda la información del proyecto en un modelo digital que sea desarrollado por todos los actores involucrados. El objetivo es crear un modelo que refleje de manera precisa la realidad del proyecto, fusionando nuestra experiencia en obra con el conocimiento y las vivencias de otros profesionales del sector. De esta manera, logramos consolidar toda esta información en un modelo digital que no solo facilita la gestión y ejecución del proyecto, sino que también optimiza la colaboración interdisciplinaria (buildingSMART Spain, 2024a).

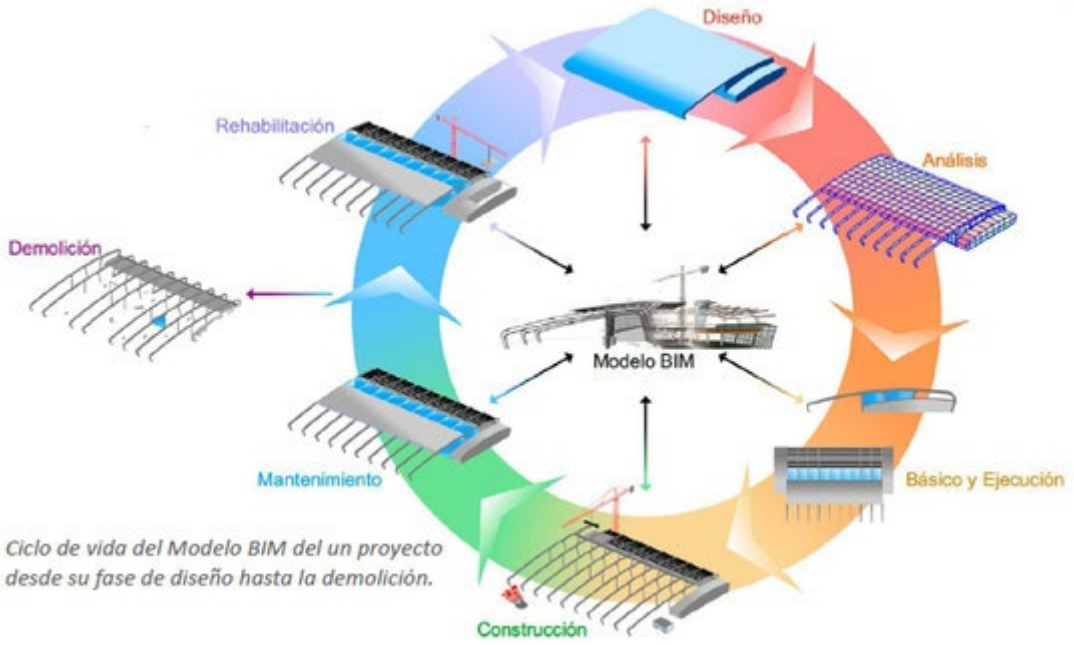


Figura 2.1 Ciclo BIM de un Proyecto (buildingSMART Spain, 2024b)

El uso de BIM no se limita a las fases de diseño; también abarca la ejecución del proyecto y se extiende a lo largo del ciclo de vida del edificio. Esto facilita una gestión más eficiente del mismo y contribuye a la reducción de los costos operativos. La curva de Patrick Macleamy, presentada en la Figura 2.2, ilustra el concepto teórico del uso de la metodología BIM en comparación con un proceso constructivo tradicional. En el eje horizontal (x) se representa la línea de tiempo a lo largo del proyecto, mientras que en el eje vertical (y) se muestra el esfuerzo relativo al impacto o efecto. En la etapa de definición, la línea verde indica la capacidad de influir en los costos y en las funciones del proyecto. Por el contrario, la línea roja refleja el costo asociado a un cambio de diseño; a medida que avanza el tiempo, este costo aumenta.

A partir de esta gráfica, se puede observar que, en el proceso tradicional, el esfuerzo requerido para el proyecto se concentra en la etapa de construcción, donde la capacidad para afectar las funciones y los costos es baja, mientras que los costos por cambios de diseño son elevados. En contraste, en la gráfica del proceso de diseño BIM, el esfuerzo alcanza su punto máximo durante la etapa de diseño, lo que permite realizar cambios con mayor facilidad y a un menor costo.

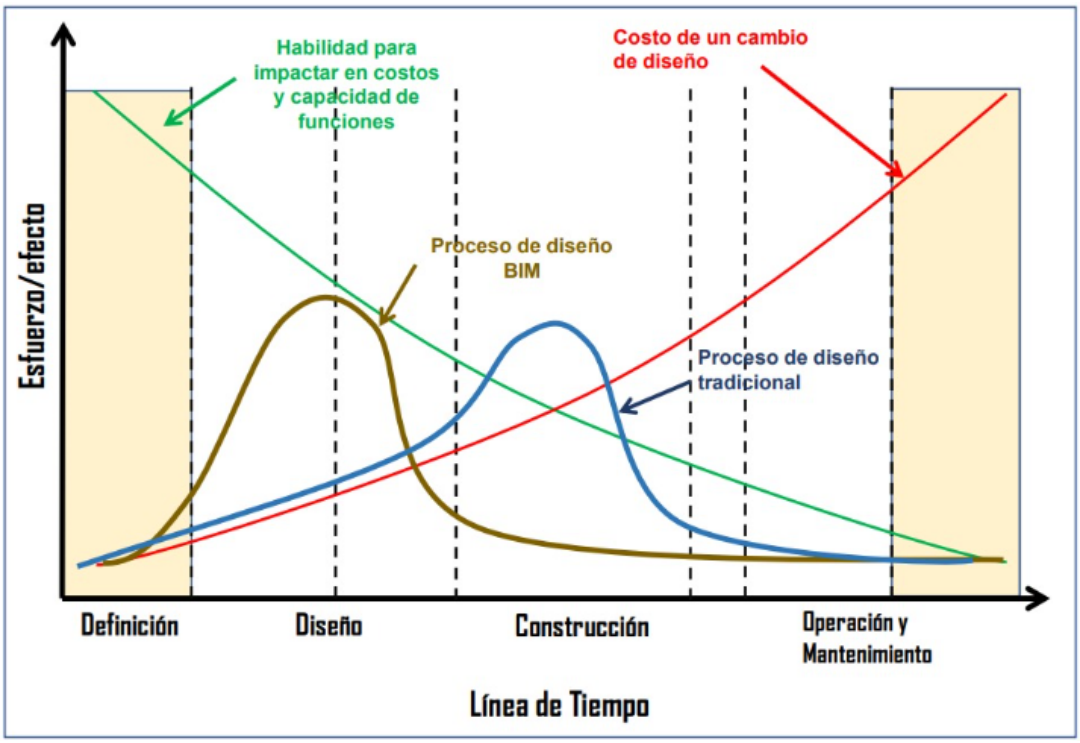


Figura 2.2 Curva de Patrick Macleamy (David Light, 2011)

2.1.3 Revit

Autodesk Revit es un software de Modelado de Información de Construcción (BIM) diseñado para el sector de la construcción. Permite modelar edificios e infraestructuras en 3D con precisión paramétrica y facilita la gestión de proyectos a través de revisiones instantáneas de planos, elevaciones y visualizaciones en 3D. Revit promueve la colaboración multidisciplinaria, mejorando la eficiencia y el impacto en los proyectos. Además, incluye herramientas de análisis integradas y permite la conexión con otros datos y aplicaciones de diseño, como McNeel Rhino. Revit forma parte de la AEC Collection, que agrupa herramientas de diseño CAD y BIM, ofreciendo un ahorro considerable en comparación con la compra de software por separado (AUTODESK, 2024).

2.1.4 LOD (Level of Development)

El Level of Development (LOD) es un sistema que clasifica el nivel de detalle y fiabilidad de la información contenida en un modelo de construcción en BIM. A medida que se avanza en las fases de diseño y construcción, el LOD aumenta, proporcionando más información sobre los elementos del modelo.

Los distintos niveles de LOD se clasifican generalmente de la siguiente manera:

- LOD 100: Representación conceptual. El modelo incluye información básica sobre la forma y ubicación, pero no detalles específicos sobre los componentes.
- LOD 200: Representación aproximada. Se introducen elementos con dimensiones y ubicaciones generales, pero aún carecen de detalles específicos.
- LOD 300: Representación precisa. Los elementos del modelo están definidos con precisión, incluyendo dimensiones y materiales, permitiendo un análisis más detallado.
- LOD 350: Representación de instalación. Este nivel incluye información sobre cómo los elementos se integran con otros componentes, considerando las conexiones, interferencias y detalles de instalación.
- LOD 400: Representación de fabricación. Se incluye información sobre la fabricación y la instalación de los componentes, permitiendo la preparación de documentos de construcción.
- LOD 500: Representación como construido. El modelo refleja el estado final de la construcción, con datos precisos sobre los elementos y condiciones del edificio.

El LOD se emplea para asegurar que el modelo BIM utilizado para el análisis de ciclo de vida (ACV) y la evaluación de la huella de carbono tenga el nivel de detalle adecuado en cada fase del proyecto. Para este trabajo, se utilizan elementos con al menos un LOD 350, esto permite una mejor evaluación de los impactos ambientales, costos y eficiencia de los materiales y procesos constructivos.

Muro de Mampostería

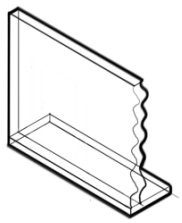
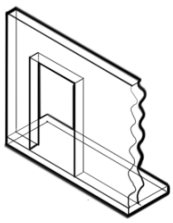
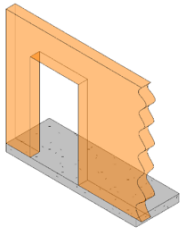
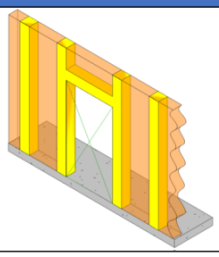
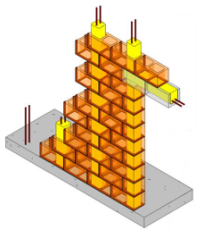
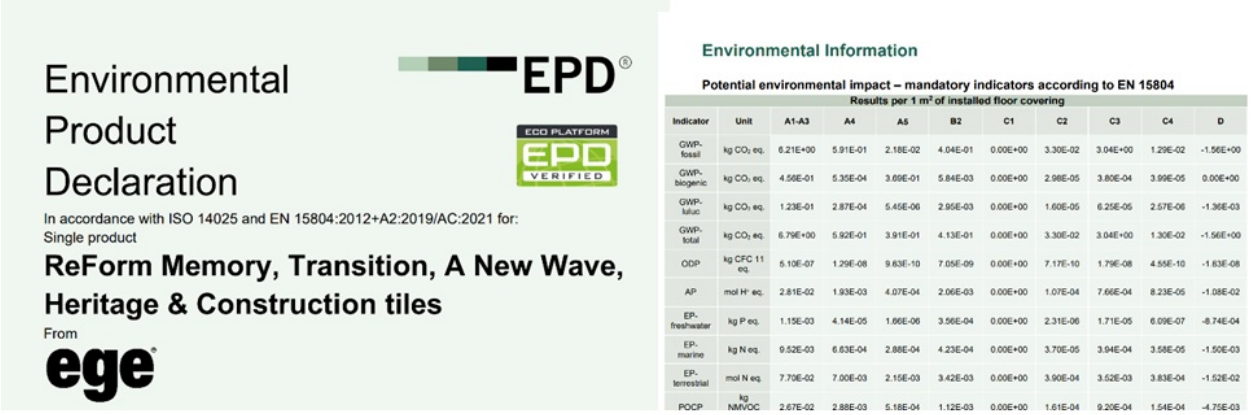
LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400
				
Muro en posición aproximada. El espesor y dimensiones de los componentes es flexible	Muro con dimensiones aproximadas Ejes estructurales definidos Aberturas y huecos para alojar otros elementos	Muro con posiciones y dimensiones específicas indicadas de acuerdo al diseño.	Lo especificado en LOD 300 mas: Elementos que definan la superficie límite del muro o definan aberturas. Cualquier elemento que afecte la coordinación con otros sistemas: Vigas y dinteles Refuerzos interiores de concreto	Lo especificado en LOD 350 mas: Acero de refuerzo Elementos de conexión Bloques y juntas Número de parte de fabricación del elemento Cualquier elemento necesario para la instalación

Figura 2.3 Level of Development LOD (Rodríguez, 2020).

2.1.5 Environmental Product Declaration (EPD)

Una Declaración Ambiental de Producto (EPD, por sus siglas en inglés) mostrado en la Figura 2.4 es un documento que detalla el impacto ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida. Este informe se fundamenta en un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) que cumple con las normas ISO 14040 e ISO 14044.



Environmental Product Declaration

EPD®

ECO PLATFORM EPD VERIFIED

In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021 for:
Single product

ReForm Memory, Transition, A New Wave, Heritage & Construction tiles

From

ege®

Environmental Information

Potential environmental impact – mandatory indicators according to EN 15804

		Results per 1 m² of installed floor covering								
Indicator	Unit	A1-A3	A4	A5	B2	C1	C2	C3	C4	D
GWP-fossil	kg CO_2 eq.	6.21E+00	5.91E-01	2.18E-02	4.04E-01	0.00E+00	3.30E-02	3.04E+00	1.29E-02	-1.56E+00
GWP-biogenic	kg CO_2 eq.	4.56E-01	5.35E-04	3.69E-01	5.84E-03	0.00E+00	2.98E-05	3.80E-04	3.99E-05	0.00E+00
GWP-luluc	kg CO_2 eq.	1.23E-01	2.87E-04	5.45E-06	2.95E-03	0.00E+00	1.60E-05	6.25E-05	2.57E-06	-1.36E-03
GWP-total	kg CO_2 eq.	6.79E+00	5.92E-01	3.91E-01	4.13E-01	0.00E+00	3.30E-02	3.04E+00	1.30E-02	-1.56E+00
ODP	kg CFC 11 eq.	5.10E-07	1.29E-08	9.63E-10	7.05E-09	0.00E+00	7.17E-10	1.79E-08	4.55E-10	-1.63E-08
AP	mol H^+ eq.	2.81E-02	1.93E-03	4.07E-04	2.06E-03	0.00E+00	1.07E-04	7.66E-04	8.23E-05	-1.08E-02
EP-freshwater	kg P eq.	1.15E-03	4.14E-05	1.66E-06	3.56E-04	0.00E+00	2.31E-06	1.71E-05	6.09E-07	-8.74E-04
EP-marine	kg N eq.	9.52E-03	6.63E-04	2.88E-04	4.23E-04	0.00E+00	3.70E-05	3.94E-04	3.58E-05	-1.50E-03
EP-terrestrial	mol N eq.	7.70E-02	7.00E-03	2.15E-03	3.42E-03	0.00E+00	3.90E-04	3.52E-03	3.83E-04	-1.52E-02
POCP	kg NMVOC	2.67E-02	2.88E-03	5.18E-04	1.12E-03	0.00E+00	1.61E-04	9.20E-04	1.54E-04	-4.75E-03

Figura 2.4 Environmental Product Declaration (EPD) (The International EPD System, 2024)

Las EPDs son herramientas valiosas para los fabricantes, ya que les permiten:

- Comunicar de manera transparente y comparable el impacto ambiental de sus productos.
- Cumplir con las regulaciones ambientales.
- Ganar la confianza de clientes y partes interesadas.
- Reducir su impacto ambiental y mejorar la transparencia.

Aunque las EPDs son más comunes en el sector de la construcción, cualquier producto puede contar con una. Aunque su adopción es voluntaria, están siendo cada vez más requeridas debido a la creciente legislación global en materia ambiental.

La herramienta “Oneclick LCA”, utilizada en el presente trabajo, integra un rango amplio de fuentes públicas y privadas de EPDs de distintos países alrededor del mundo. Acorde a su página web, se indica que su base de datos agrupa más de 100,000 puntos de datos alrededor del mundo, convirtiéndose en la fuente global más grande en la difusión, gestión y almacenamiento de este tipo de documentos (Shaun & One Click LCA, 2024).

2.1.6 Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Es una metodología que permite analizar de manera integral todas las fases de la vida de una actividad o producto, desde su inicio hasta su transformación en residuo, este proceso es conocido con el nombre de la cuna a la tumba. A través de este análisis, es posible comparar distintos procesos y productos que generan los principales impactos ambientales. Estos elementos serán claves a la hora de implementar las mejoras, ya que son los causantes del mayor impacto ambiental. Siendo favorable para el diseño y la optimización de los mismos (Safari & AzariJafari, 2021).

Es importante tener en cuenta que el ACV se aplica tanto para la elaboración de Environmental Product Declarations, como para la evaluación de edificaciones.

Este segundo proceso se basa en EPDs generados y auditados en base a ACV´S, donde luego son compartidos en repositorios digitales alrededor del mundo.

El impacto ambiental general de un edificio se calcula realizando una evaluación de impacto. Los resultados se expresan como categorías de impacto según el alcance de su ACV. Por ejemplo, la evaluación de nivel(es) requiere que informe GWP, AP, EP, ODP, POCP y carbono biogénico. La evaluación de impacto se lleva a cabo multiplicando el inventario de ciclo de vida (LCI) por los impactos apropiados para cada material o proceso durante el paso de evaluación de impacto del ciclo de vida Figura 2.5. El perfil ambiental del inventario se obtiene a partir de las EPD respectivas o datos genéricos.

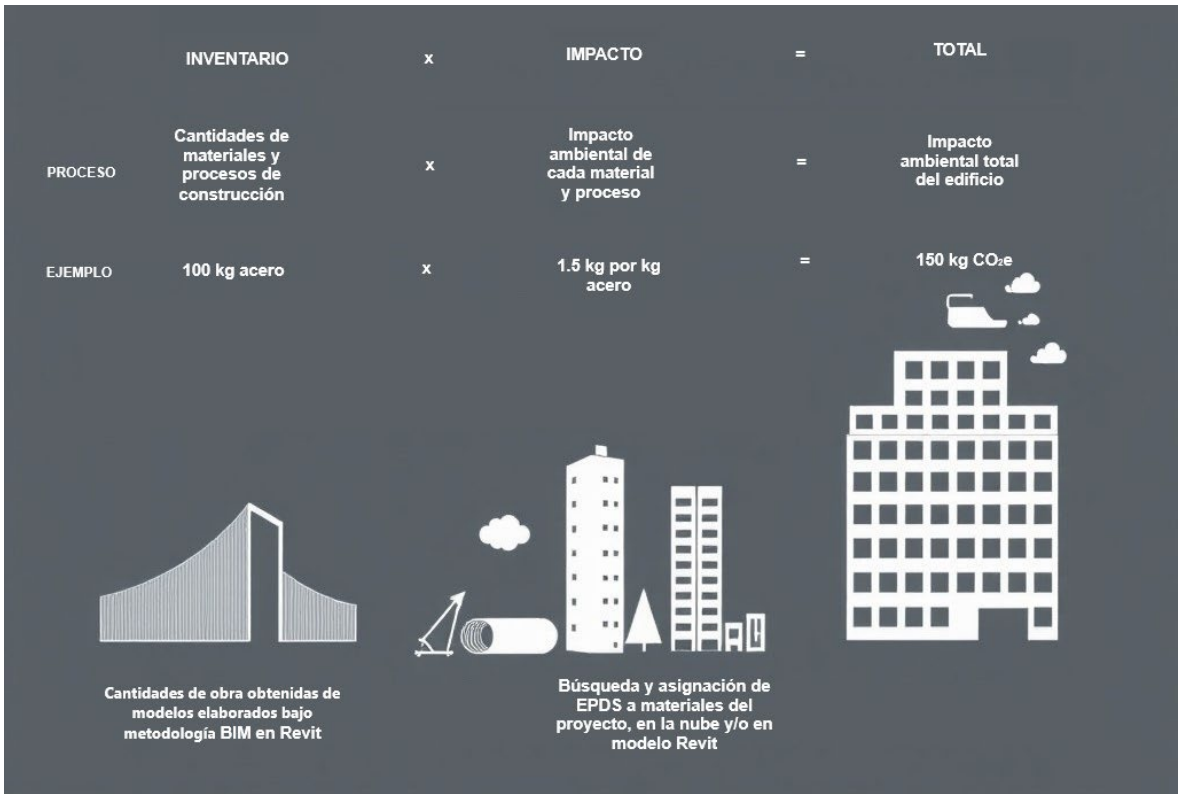


Figura 2.5 Cálculo de evaluación de impacto

2.1.7 Etapas del Ciclo de Vida

La Figura 2.6 representa las diferentes etapas del análisis de ciclo de vida (ACV), que es una metodología utilizada para evaluar el impacto ambiental de un producto o proceso a lo largo de su ciclo de vida completo.

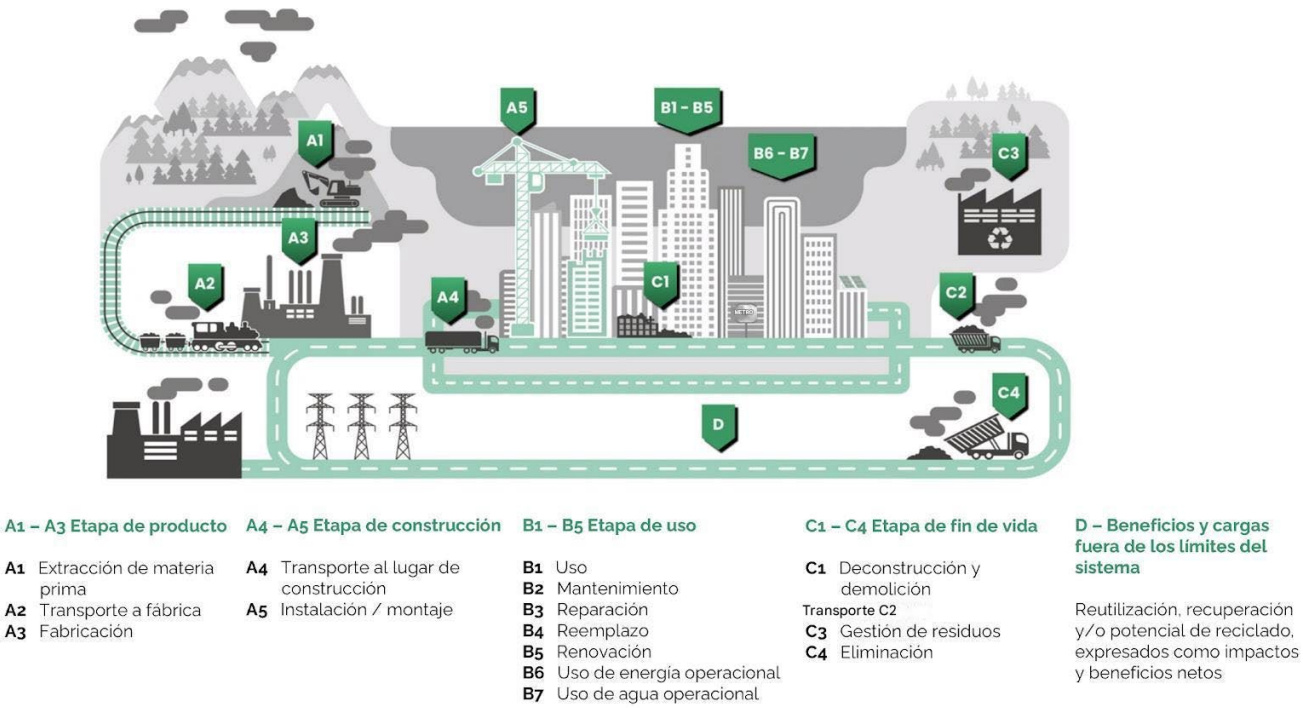


Figura 2.6 Etapas del análisis del ciclo de vida. (One Click LCA, 2024)

Etapa de Producto

Se trata de la etapa de obtención de recursos naturales necesarios para la fabricación, incluye el traslado de materias primas a las fábricas y el proceso de transformación en productos finales a partir de las materias primas.

Etapa de Construcción

Etapa en la que los productos son ensamblados y puestos en funcionamiento en el lugar de construcción.

Etapa de Uso

En esta etapa el producto se utiliza para su propósito designado realizando las actividades necesarias para asegurar que este funcione correctamente a lo largo del tiempo. Se realizan las intervenciones para corregir fallos o daños en el producto o a su vez la sustitución de componentes o del producto completo al final de su vida útil. Se analiza el consumo de energía y agua necesarios para el funcionamiento del producto durante su vida útil.

Etapa de Fin de Vida

Durante esta etapa se lleva a cabo el proceso de desensamblar el producto al final de su vida útil, el movimiento de los materiales reciclables o desechos a instalaciones de reciclaje o eliminación. Manejo de los residuos generados, asegurando que se procesen adecuadamente. Proceso final de deshacerse de materiales que no pueden ser reciclados.

Beneficios y Cargas Fuera de los Límites del Sistema

Para esta etapa se busca la posibilidad de volver a utilizar materiales o productos en nuevos contextos además de transformar materiales usados en nuevos productos, reduciendo la necesidad de extracción de materia prima obteniendo ahorros y ganancias derivadas de la gestión eficiente de recursos y productos al final de su vida útil.

2.1.8 Alcances del ciclo de vida

Los límites del análisis del ciclo de vida de un producto o servicio se establecen según la necesidad, el alcance y la profundidad de la investigación, así como los resultados que se esperan lograr. Estos se muestran en la Figura 2.7. El presente trabajo utiliza el alcance “Craddle to Grave”, De la cuna a la tumba en español.

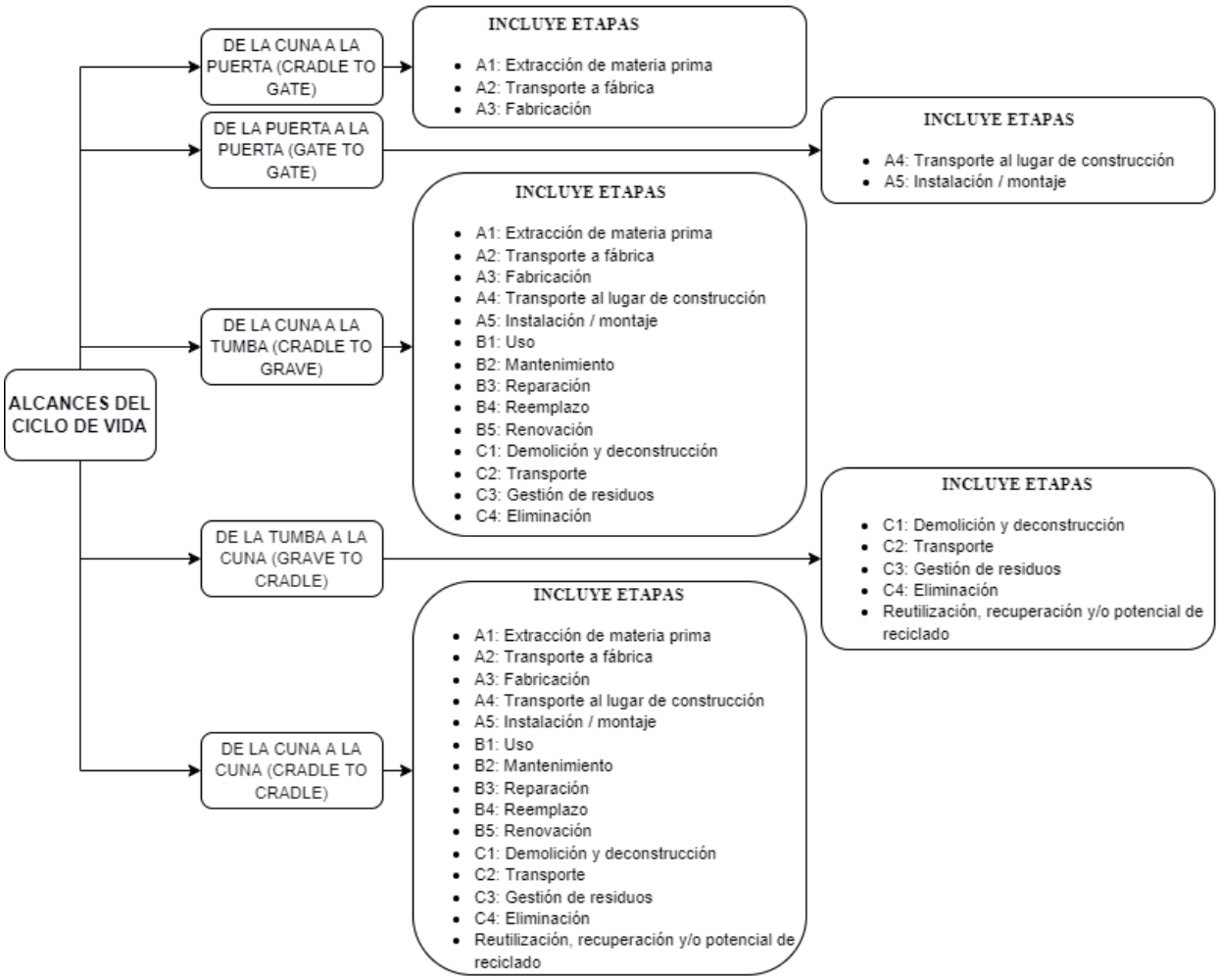


Figura 2.7 Alcances del ciclo de vida

2.1.9 Fases del desarrollo de un ACV.

La metodología para llevar a cabo un Análisis de Ciclo de Vida está estandarizada en las normas ISO 14044 e ISO 14040, que se fundamentan en la normativa ISO 14067. Estas normas establecen que se deben abarcar las siguientes fases descritas a continuación (ISO 14044, 2006).

2.1.9.1 Definición de objetivos y alcance.

En esta fase inicial, se determina el alcance para la realización del análisis, estableciendo así un objetivo al que se aplicará la información recopilada. Es fundamental definir límites claros, que incluyen lo siguiente:

- Extracción de materias primas hasta la eliminación final del producto.
- Operaciones de transporte.
- Producción y uso de combustibles.
- Electricidad y calor (incluyendo producción de combustible).
- Eliminación de todos los residuos del proceso.
- Fabricación del embalaje de transporte.

El alcance del estudio definido en el presente trabajo es “Craddle to Grave”.

2.1.9.2 Inventario del ciclo de vida (ACV).

En la segunda fase, se identifican y cuantifican todas las entradas (consumo de recursos y materiales) y salidas (emisiones al aire, suelo, agua y generación de residuos) que podrían causar un impacto durante el análisis de ciclo de vida. Esto implica la recopilación de los datos necesarios para alcanzar los objetivos establecidos.

2.1.9.3 Evaluación de los Impactos del Ciclo de Vida.

En la tercera fase del ACV, se establece una conexión entre las entradas y salidas del inventario y los posibles impactos sobre el medio ambiente, la salud humana y los recursos. El propósito de esto es ofrecer información que facilite la evaluación de la magnitud de los impactos potenciales que se generan.

Es importante mencionar que el enfoque tradicional requería la obtención manual de cantidades de obra del proyecto de edificación a evaluar, y la referenciación también manual de los EPDs involucrados en el estudio. Dicho proceso de trabajo en la actualidad puede realizarse de una forma más ágil, eficiente y transparente a través de la obtención de datos a partir de modelos 3d elaborados bajo metodología BIM y de la integración de herramientas ACV en la nube.

2.1.9.4 Interpretación de resultados

Después de llevar a cabo el ACV, se habrán identificado las fases o componentes del ciclo de vida del producto que generan los principales impactos ambientales. Estos elementos serán fundamentales para implementar mejoras, ya que son responsables del mayor impacto ambiental. Según los objetivos establecidos, se podrán obtener conclusiones y recomendaciones que facilitarán la toma de decisiones.

2.1.9.5 One Click LCA.

One-Click LCA fue desarrollado en 2011 por Bionova Ltd. en Helsinki. Es una herramienta de complemento de ACV automatizado a través de una interfaz web. Se puede incorporar en estándares abiertos mediante programas de software compatibles. Esto puede permitir el cálculo de costos del ciclo de vida, el seguimiento de materiales y sitios, la resiliencia climática y la base de datos de materiales que pueden servir para algunos esquemas de certificación de edificios ecológicos (Morsi et al., 2022).

2.2 Marco metodológico

Para el desarrollo de este proyecto se estructuró en una metodología tipo cascada, que permitió no solo un enfoque sistemático y organizado, sino también mejora la capacidad de tomar decisiones fundamentales durante el desarrollo del proyecto, en la Figura 2.8 se muestran las etapas desarrolladas.

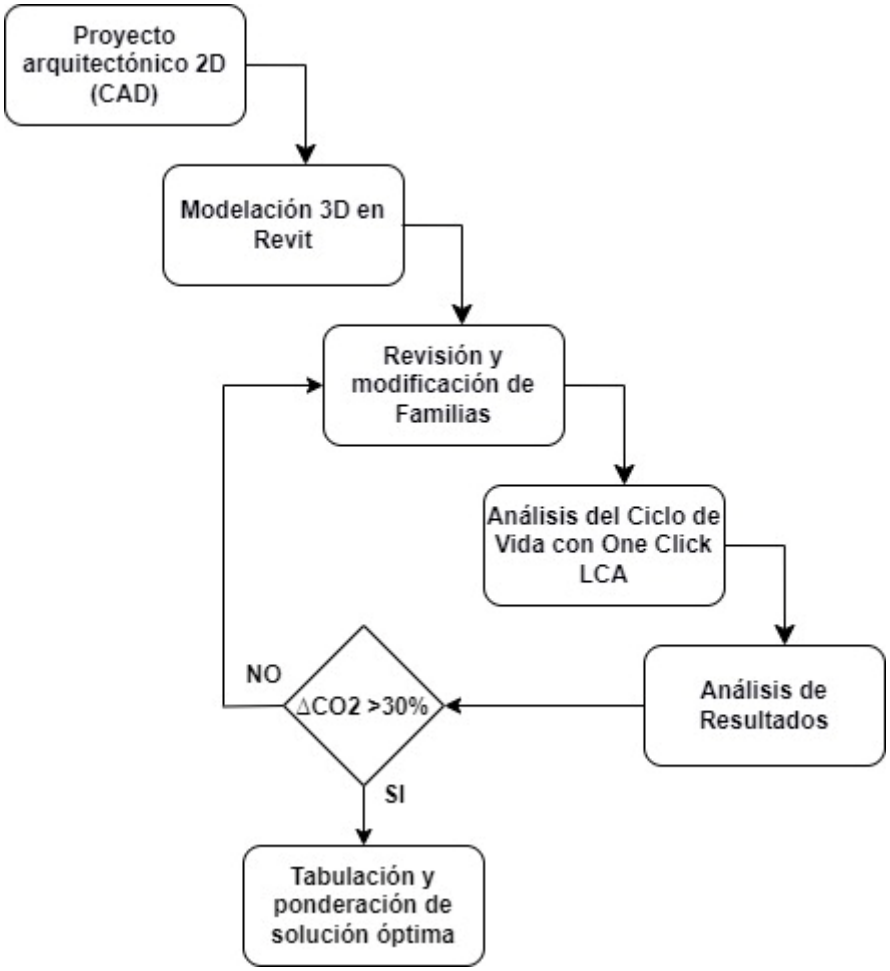


Figura 2.8 Diagrama de Metodología

En la fase de proyecto arquitectónico 2D (CAD), se tomaron de base los planos arquitectónicos proporcionados, tomando en cuenta todas las características de la edificación, se establecieron las bases del diseño, asegurando que cada elemento cumpliera con los requisitos del proyecto.

Luego, se llevó a cabo la modelación 3D en Revit a partir de los planos base, se crearon modelos tridimensionales precisos que no solo representaron la geometría de la estructura con un LOD 350, sino que también permitieron la integración de diversos elementos. Esta representación tridimensional facilitó una visión holística de la estructura, permitiendo visualizar cómo interactuaban los diferentes componentes.

Para realizar el análisis de ciclo de vida de la vivienda multifamiliar se utilizó One Click LCA obteniendo el valor de carbono generado y evaluar el rendimiento ambiental del proyecto. A través de esta herramienta, se evaluó la etapa de fabricación dentro del

ciclo de vida del proyecto, incluyendo la extracción de materias primas, el transporte a la fábrica y el proceso de fabricación, identificando así la huella de carbono asociada a esta etapa. Este enfoque permitió identificar áreas de mejora y optimizar la eficiencia energética, contribuyendo a la sostenibilidad del proyecto.

Finalmente, se llevó a cabo el análisis de resultados, donde se contextualizó cada dato en relación con los objetivos iniciales del proyecto. Se consideraron cuidadosamente los parámetros definidos y se realizaron comparaciones exhaustivas entre los resultados obtenidos y los estándares establecidos en la fase de planificación, esto facilitó la comprensión de cómo los resultados se alineaban con las expectativas del proyecto. A través de esta evaluación detallada, se logró extraer conclusiones respaldadas por datos concretos.

2.2.1 Trabajo de gabinete

Se llevó a cabo una investigación documental que consistió en la búsqueda y análisis de literatura académica, normativas y estudios previos relevantes. A continuación, se llevó a cabo una revisión de normativas para estudiar las regulaciones y estándares que debían cumplirse en el diseño y construcción. Se diseñó un modelo en Revit, que sirvió como base para la simulación inicial en el software One Click LCA, constituyéndose en la “Línea Base” de desempeño en cuanto a contenido de CO2e de la materialidad propuesta para el proyecto.

A continuación, se llevó a cabo un proceso iterativo, en el cual se proponen variaciones de elementos constructivos en el modelo de línea base en Revit. Dichas variantes pueden incluir cambios en los materiales de: estructuras, envolventes de la edificación, acabados interiores etc. Para el presente estudio se propone contar con una reducción de CO2e de al menos 30%, por lo cual se realizaron iteraciones suficientes para lograr dicho indicador. Si bien podrían considerarse reducciones mayores en el contenido de CO2e embebido en los materiales del proyecto, hay que considerar que dichas mejoras pueden fácilmente generar incrementos notables en costos, lo que harían inviable la comercialización de un proyecto de vivienda.

2.2.2 Solución a diseñar

El desarrollo del proyecto de vivienda multifamiliar se centró en el análisis detallado de la huella de carbono y el ciclo de vida mediante el uso de para la modelación de la edificación tipo considerada en este proyecto y One Click LCA para el análisis de su ciclo de vida, con el enfoque “Craddle to grave” (de la cuna a la tumba).

Se determinó emplear One Click LCA debido a su capacidad para integrarse eficazmente con modelos desarrollados en Revit. Se realizó una evaluación de la huella de carbono de un edificio multifamiliar de tres plantas con un diseño tradicional, que incluye columnas de hormigón, paredes de mampostería de bloque, losa colaborante y vigas de hormigón. Además, se evaluó un segundo modelo del mismo edificio con construcción metálica y mampostería de ladrillo. A través de iteraciones en esta herramienta, se logró identificar y optimizar los impactos ambientales, en cuanto al contenido total de CO2e, asociados a los materiales propuestos en la etapa de diseño para la construcción del proyecto.

Los resultados finales de este análisis no solo proporcionaron información valiosa sobre la sostenibilidad del proyecto, sino que también sirvieron como criterios clave en la selección de los materiales más apropiados para la construcción. De esta manera, se estableció una base técnica sólida que garantizó la viabilidad sostenible del proyecto y orientó la toma de decisiones hacia una construcción más eficiente y responsable desde el punto de vista ambiental.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

3.1.1 Modelado 3D en Revit, línea base del proyecto

Una vez que se obtuvieron los planos en 2D, se llevó a cabo el modelado en 3D utilizando el software REVIT de Autodesk como se observa en la Figura 3.1, la vivienda multifamiliar cuenta con 6 departamentos distribuidos en tres plantas. Cada planta alberga dos unidades, teniendo cada unidad un área de 92.22 m2. El área total del proyecto es de 902 m^2. Siguiendo la metodología BIM. Esto permitió establecer la línea base del sistema de construcción tradicional. Este modelo se utilizó para comparar los resultados de los análisis realizados con el software One Click LCA, considerando las distintas iteraciones de los materiales propuestos en relación con la línea base.

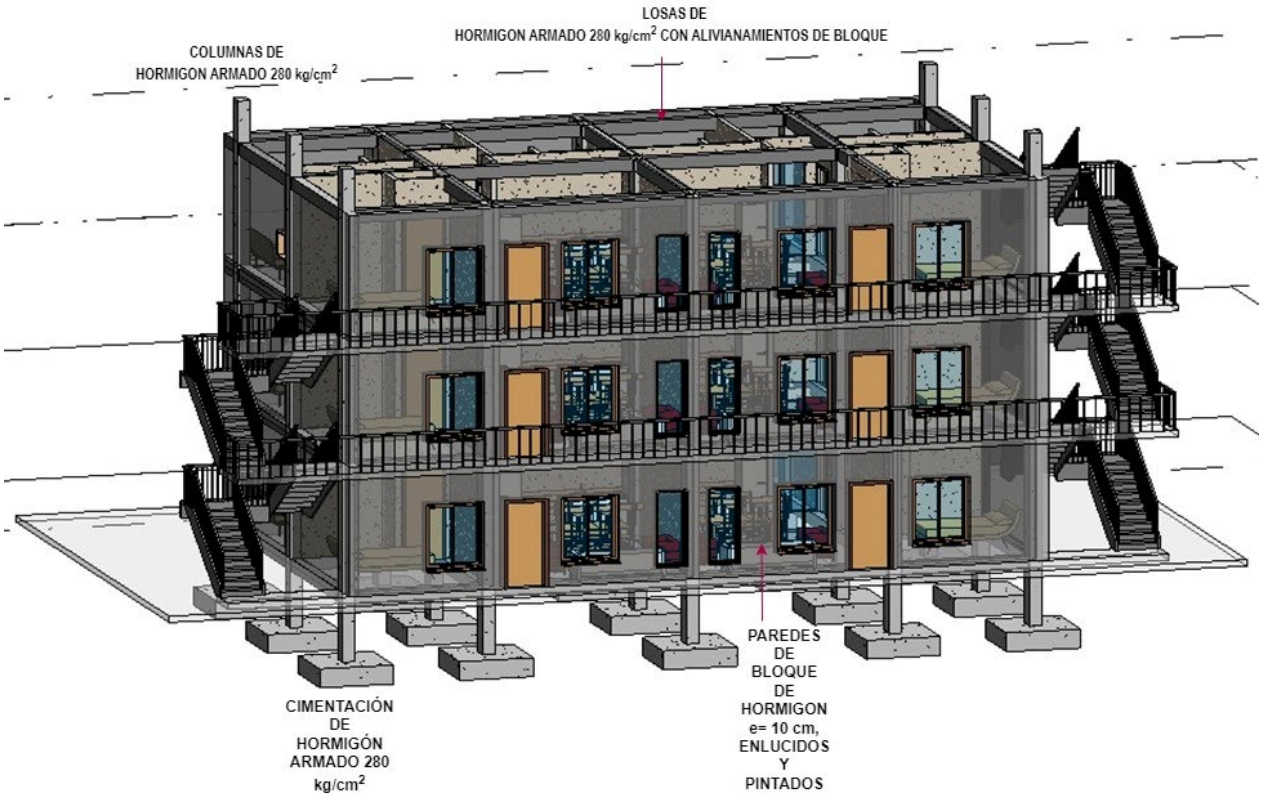


Figura 3.1 Modelo 3D Especificaciones

3.1.2 Presupuesto de la vivienda multifamiliar línea base

En el presupuesto desarrollado de la obra correspondiente a todo el proyecto línea base presentado en la Tabla 3.1, se determinó que el costo inicial por metro cuadrado es de $330.62. los 2 capítulos que representan el costo más elevado del proyecto son Cimentación con 24% y Estructura con 35% del costo total de la obra. La mampostería, enlucidos, ventanas, y acabados de la envolvente, representan una suma del 55% del costo total de la obra. Se mencionan estas cifras puesto que dichos componentes son los primeros que forman parte de un proceso de optimización en su materialidad al momento de buscar una reducción de CO2.

Tabla 3.1 Presupuesto Línea Base

PRESUPUESTO REFERENCIAL							
COD.	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO U.**	**PRECIO T.**	**PRECIO P.**	**%**
1.1	**Instalaciones Preliminares**					**$446,47**	**0,26%**
1.1.1	Cerramiento provisional de obra	m	**65,00**	$5,60	$364,00		
1.1.2	Instalación Provisional de AA.PP. (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$49,66	$49,66		
1.1.3	Instalaciones Provisional eléctrica (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$32,81	$32,81		
1.2	**Mantenimiento y seguridad de Obra**					**$675,00**	**0,39%**
1.2.1	Pruebas y ensayos de laboratorio	gbl.	**1,00**	$400,00	$400,00		
1.2.2	Limpieza de Obra	m^2	**250,00**	$0,75	$187,50		
1.2.3	Limpieza final y entrega de Obra	m^2	**250,00**	$0,35	$87,50		
1.3	**Preparación de Terreno**					**$512,50**	**0,29%**
1.3.1	Trazado y replanteo	m^2	**250,00**	$1,25	$312,50		
1.3.2	Nivelación de Terreno a Maquina	m^2	**250,00**	$0,80	$200,00		
1.4	**Movimiento de Tierra**					**$1.337,08**	**0,76%**
1.4.1	Excavación a máquina y desalojo	m^3	**117,00**	$6,84	$800,28		
1.4.2	Excavación a mano (no incluye desalojo)	m^3	**11,70**	$13,00	$152,10		
1.4.3	Relleno compactado con material del sitio	m^3	**70,20**	$5,48	$384,70		

1.5	**Cimentación**					**$29.180,87**	**16,67%**
1.5.1	Replantillo de H.S. e=5cm bajo zapatas 140 kg/cm^2	m^2	**119,00**	$6,30	$749,70		
1.5.2	Hormigón para zapatas, f'c=210 kg/cm^2	m^3	**53,94**	$195,00	$10.518,30		
1.5.3	Hormigón para riostras, f'c=210 kg/cm^2	m^3	**20,00**	$195,00	$3.900,00		
1.5.4	Acero de refuerzo para cimentación fy=4200 kg/cm^2	kg	**5.915,20**	$1,65	$9.760,08		
1.5.5	Contrapiso H.S interior e=10cm	m^2	**203,00**	$13,00	$2.639,00		
1.5.6	Suministro e instalación de plástico polietileno negro	m^2	**495,26**	$1,00	$495,26		
1.5.7	Malla electrosoldada ø 5.5mm c/15cm para contrapisos	m^2	**203,00**	$5,51	$1.118,53		
1.6	**Estructuras de hormigón**					**$56.583,54**	**32,32%**
1.6.1	Vigas de hormigón	m^3	**53,76**	$195,00	$10.483,20		
1.6.2	Columna de hormigón	m^3	**34,87**	$195,00	$6.799,65		
1.6.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2	kg	**18.615,40**	$1,65	$30.715,41		
1.6.4	Bloque 10	u	**3.960,00**	$0,56	$2.217,60		
1.6.5	Hormigón para losas f'c: 210 kg/cm^2 con bomba	m^3	**44,00**	$144,72	$6.367,68		
1.7	**Albañilería**						
1.7.1	**Mampostería**					**$9.592,86**	**5,48%**
1.7.3	Mampostería de bloque liviano e=15 cm	m^2	**432,15**	$10,60	$4.580,79		
1.7.4	Mampostería de bloque liviano e=10 cm	m^2	**508,84**	$9,85	$5.012,07		
1.7.5	**Enlucido / Mortero**					**$22.126,66**	**12,64%**
1.7.6	Enlucido Horizontal Pisos	m^2	**609,00**	$9,34	$5.688,06		
1.7.7	Enlucido vertical	m^2	**1.881,98**	$6,61	$12.439,89		
1.7.8	Cuadrada de boquetes ventanas y puertas	m	**220,00**	$5,57	$1.225,40		
1.7.9	Enlucido Filos	m	**691,60**	$4,01	$2.773,32		
1.7.10	**Mesones**					**$313,23**	**0,18%**
1.7.11	Mesón de cocina	m	**12,42**	$25,22	$313,23		
1.8	**Impermeabilización**					**$9.423,32**	**5,38%**
1.8.1	Impermeabilización de duchas	m^2	**61,88**	$14,50	$897,32		
1.8.2	Impermeabilización de Losas	m^2	**609,00**	$14,00	$8.526,00		

1.9	**Estructuras Metálicas**					**$8.613,36**	**4,92%**
1.9.3	Pasamanos metálicos	m	**56,00**	$52,56	$2.943,36		
1.9.4	Escalera metálica	gbl.	**1,00**	$5.670,00	$5.670,00		
2.0	**Acabados**						
2.1	**Sobrepisos**					**$3.451,00**	**1,97%**
2.1.1	Cerámica para pisos	m^2	**203,00**	$17,00	$3.451,00		
2.2	**Revestimientos interiores**					**$3.561,88**	**2,03%**
2.2.1	Pintura de caucho interior	m^2	**1.017,68**	$3,50	$3.561,88		
2.3	**Revestimientos de paredes exteriores**					**$2.376,83**	**1,36%**
2.3.1	Pintura de exterior	m^2	**432,15**	$5,50	$2.376,83		
3.0	**Carpintería: Aluminio y vidrio**					**$6.393,49**	**3,65%**
3.1	Ventana corrediza de aluminio perfil estándar incluye seguro (Con malla mosquitera)	m^2	**31,75**	$69,67	$2.212,02		
3.2	Ventana fija de aluminio perfil estándar	m^2	**66,69**	$62,70	$4.181,46		
4.0	**Puertas**						
4.2	**Madera**					**$3.466,80**	**1,98%**
4.2.1	Suministro e instalación de puerta madera tamborada (0.95mx2.00m) incluye marcos, tapamarcos y cerradura de palanca.	u	**27,00**	$128,40	$3.466,80		
5.0	**Ingenierías**					**$15.076,62**	**8,61%**
5.1	**Instalaciones Eléctricas**				$9.180,00		
5.2	**Instalaciones Hidrosanitarias**				$5.896,62		
5.3	**Piezas Sanitarias**					**$1.941,12**	**1,11%**
5.3.1	Lavamanos sin pedestal (37.7x46.2x20cm) Inc. grifería	u	**6,00**	$47,51	$285,06		
5.3.2	Inodoro blanco	u	**6,00**	$61,19	$367,14		
5.3.3	Lavaplatos 1 pozo (incluye grifería con pico aireador y válvula de corte)	u	**6,00**	$83,51	$501,06		
5.3.4	Ducha eléctrica (incluye llave de ducha cromada)	u	**6,00**	$36,17	$217,02		
5.3.5	Piedra de lavar prefabricada (incluye llave de manguera)	u	**6,00**	$61,43	$368,58		

5.3.6	Barra de apoyo recta horizontal, acero inoxidable (medidas 8.4 x 7.5 x 83.2 cm; Ø3.18cm x 0.12cm)	u	**6,00**	$33,71	$202,26		
	SUBTOTAL				**$175.083,88**	**$175.083,88**	**100,00%**
	IVA 15%				**$26.262,58**		
	TOTAL				**$201.346,46**		
	Costo por m²				**$330,62**		

3.1.3 Resultado del Análisis del Ciclo de Vida del modelo línea base.

Se llevó a cabo un ACV bajo las normas ISO 14040 e ISO 14044 utilizando One Click LCA como se muestra en la Figura 3.2 para evaluar el impacto ambiental de diferentes materiales de construcción utilizados en proyecto. Analizando las diversas categorías de impacto, a través de un modelo realizado Revit, este modelo tridimensional del proyecto, permitió una cuantificación precisa de los materiales empleados. Esta metodología posibilitó la evaluación directa y exacta de los impactos ambientales asociados, particularmente la huella de carbono.

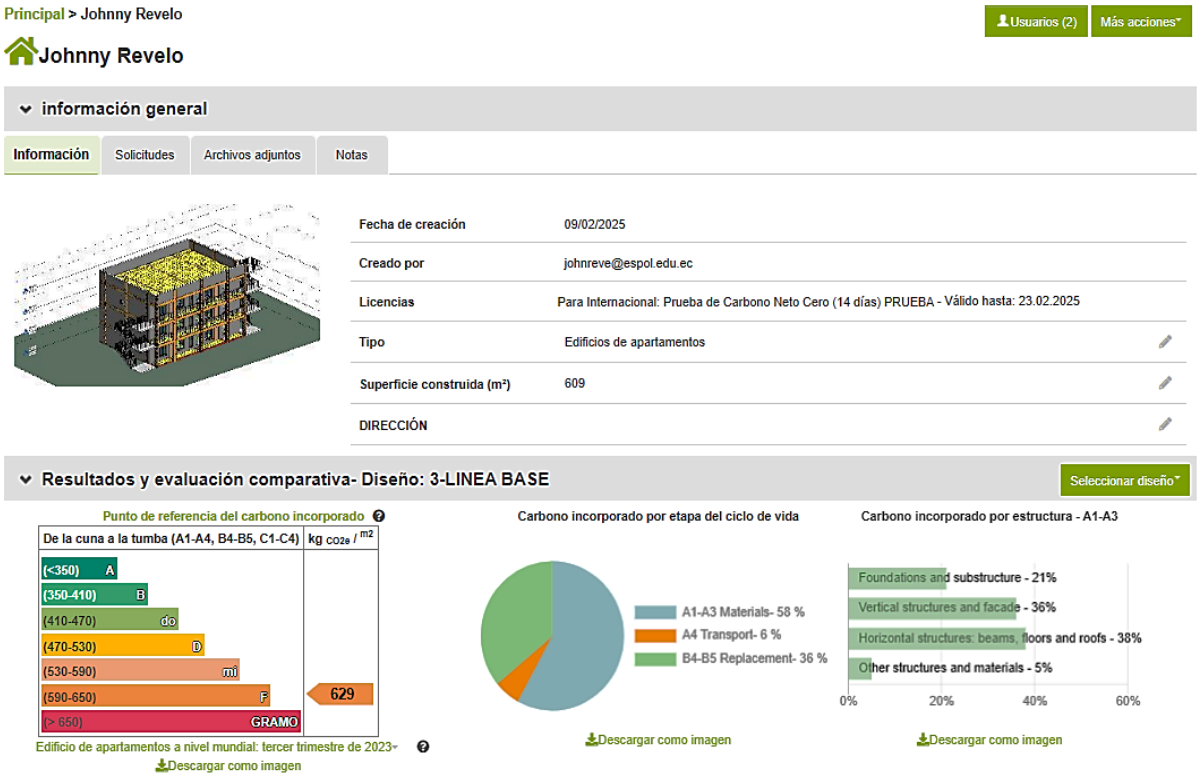


Figura 3.2 Resultados One Click LCA línea base

El análisis dio como resultado una huella de carbono de 629 Kg CO_2 e/m² Figura 3.3 para el sistema constructivo tradicional de la edificación multifamiliar. Este valor representa el impacto ambiental base asociado a la construcción, considerando las características y materiales empleados, proporcionando un punto de referencia para la comparación con iteraciones alternativas que buscan minimizar la huella de carbono.

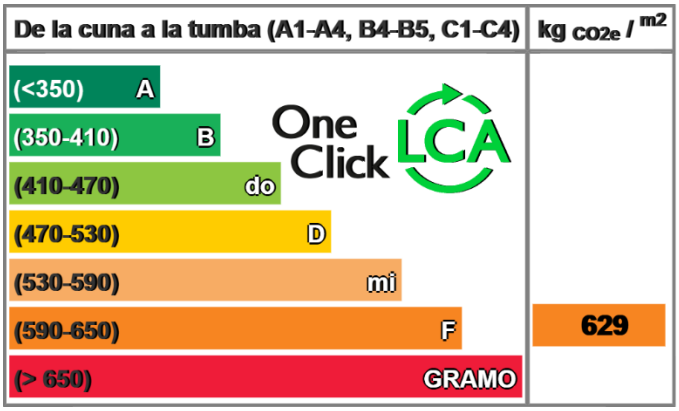


Figura 3.3 Resultado Huella de carbono Línea Base

3.1.4 Iteraciones

Durante el análisis de la huella de carbono de la edificación, se realizaron cambios en el modelo de Revit, lo que permitió optimizar los resultados de sostenibilidad del proyecto. Este enfoque iterativo resultó fundamental para reducir el impacto ambiental de la construcción. Este se diseñó inicialmente con un sistema de construcción tradicional y materiales convencionales como punto de partida. A lo largo del proceso, se exploraron diversas alternativas de materiales, llevando a cabo 5 iteraciones mediante modelado en Revit y posterior se realizó el procesamiento en One Click LCA, lo que permitió identificar soluciones más eficientes y sostenibles.

- **Iteración 1**

Se busco mejorar el sistema de techo realizando el cambio en la loza superior cambiando esta por una estructura metálica y cubierta de estilpanel pre pintado Figura 3.4. Donde se obtuvo un valor de huella de carbono de 565 Kg CO_2 e/m^2 mostrado en Figura 3.5 y un costo por metro cuadrado de $323.57 Anexo 1. La disminución de huella de carbono es del 10% y un 2% en el presupuesto.

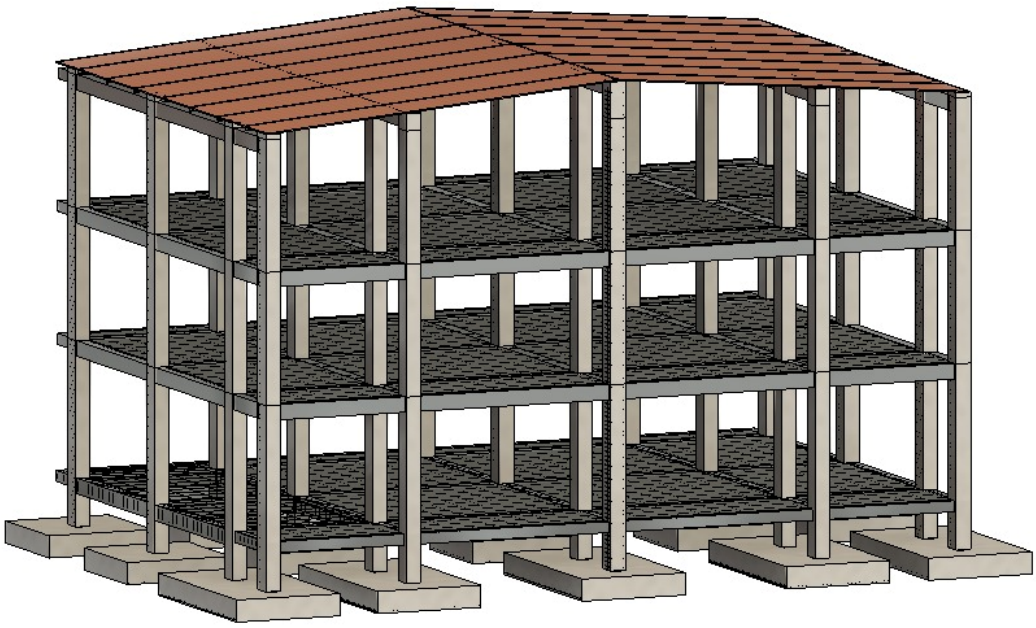


Figura 3.4 Cambio de materiales de techo

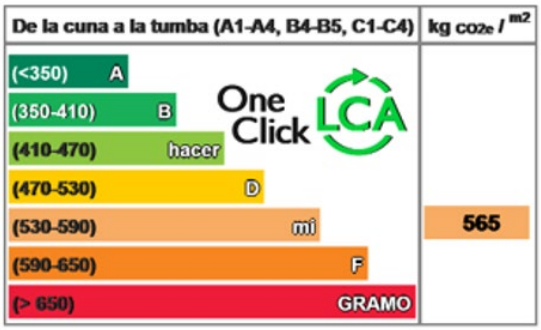


Figura 3.5 Benchmark de LCA Iteración 1

- **Iteración 2**

Se realizo el cambio de estructura de hormigón armado a estructura de acero estructural como se puede ver en Figura 3.6. La huella de carbono obtenida en esta fue de 444 Kg CO_2 e/m^2 como se puede observar en la Figura 3.7 y un costo por metro cuadrado de $ 463,64 Anexo 2. La disminución de huella de carbono es del 29% y un aumento del 40% en el presupuesto.

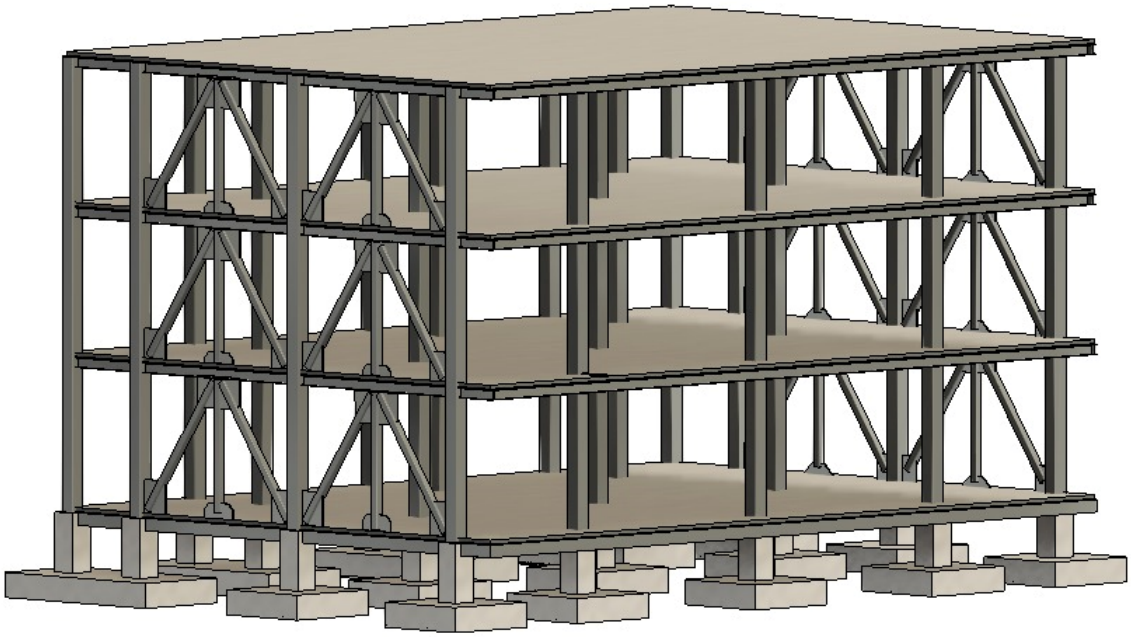


Figura 3.6 Cambio de materiales de estructura

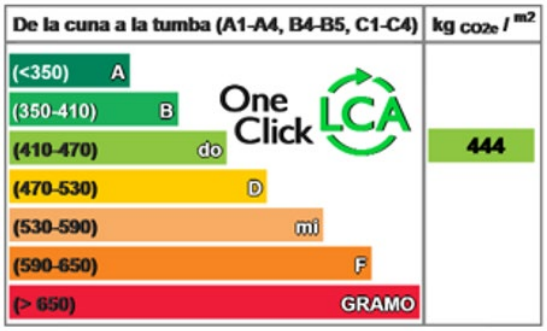


Figura 3.7 Benchmark de LCA Iteración 2

- **Iteración 3**

Para esta Iteración se quitó el rubro de pintura reemplazándolo por revocado y un cambio de tipo de ventanas. La huella de carbono fue de 533 Kg CO_2 e/m^2 Figura 3.8 y un costo por metro cuadrado de $ 310,17Anexo 3. Se logro una disminución del 15% de la huella de carbono Figura 3.9 y a su vez una disminución en el presupuesto del 6%.

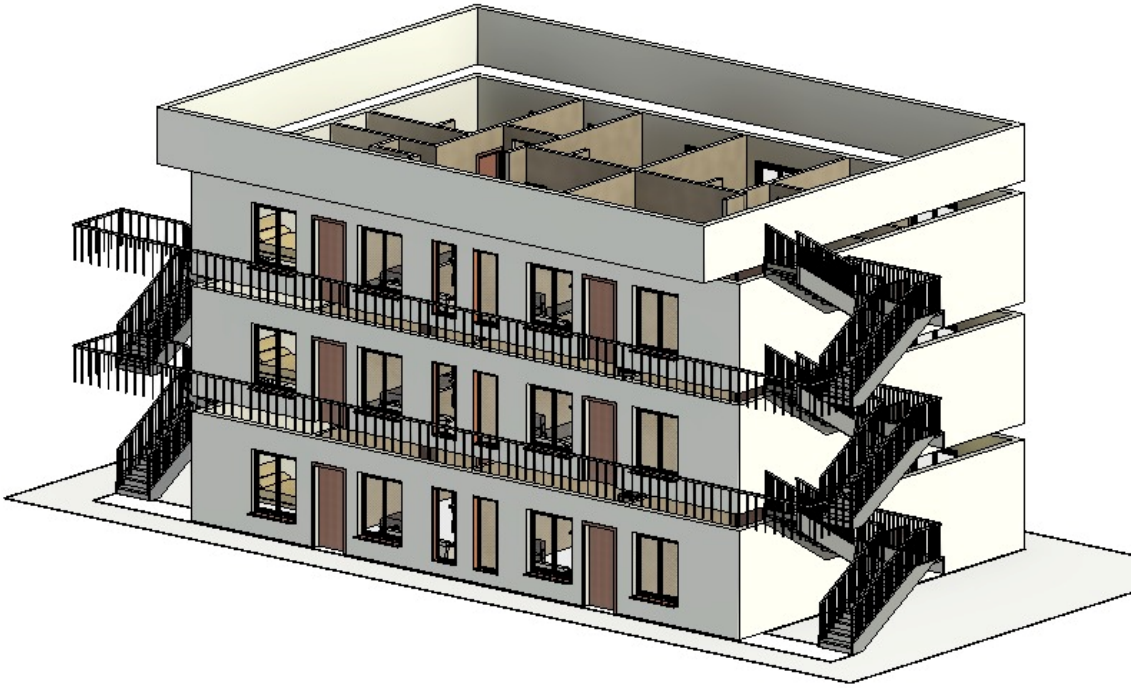


Figura 3.8 Cambio de materiales de envolvente

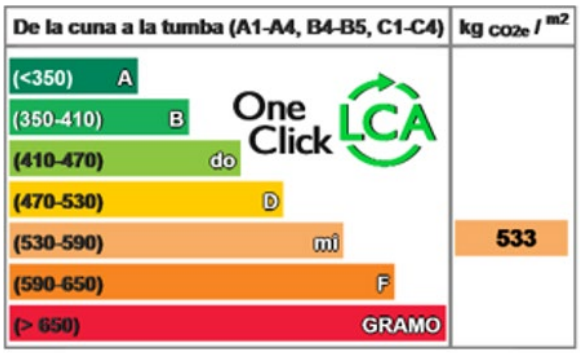


Figura 3.9 Benchmark de LCA Iteración 3

- **Iteración 4**

En esta iteración Figura 3.10, se realizó una combinación de la Iteración 1 y 2, tomando los cambios en esta y reemplazando en la línea base. Con lo que se obtuvo un valor de huella de carbono mostrado en la Figura 3.11 de 427 Kg CO_2 e/m^2 y un costo por metro cuadrado de $ 464,16 Anexo 4. Disminuyo un 32% de la huella de carbono y así logrando también una disminución en el presupuesto un 40.39%.

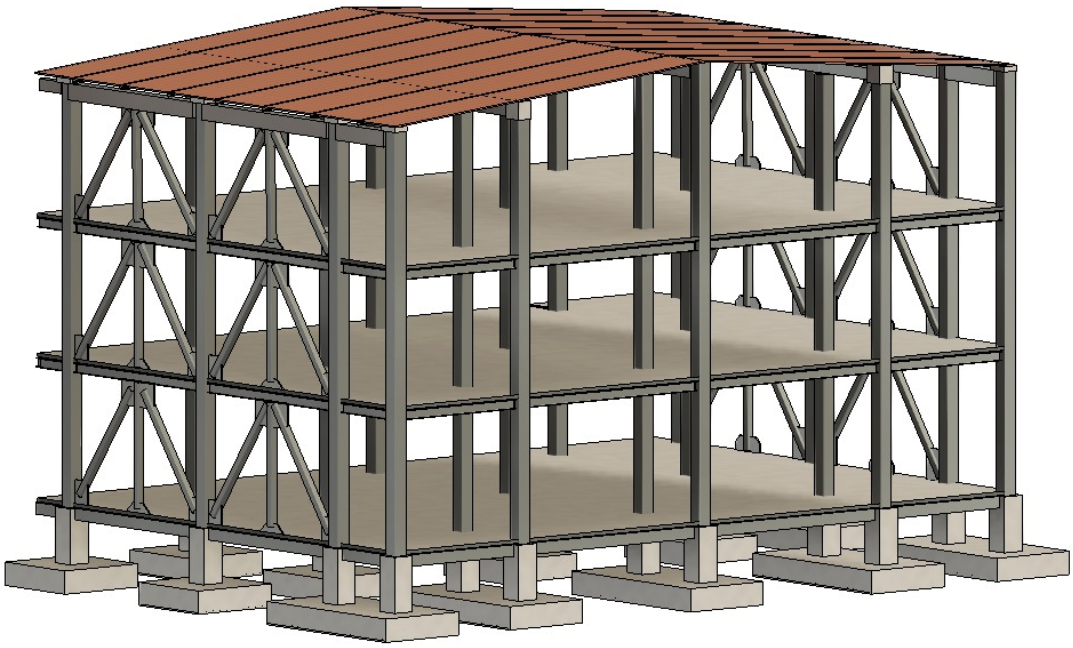


Figura 3.10 Combinación de iteración 1 y 2

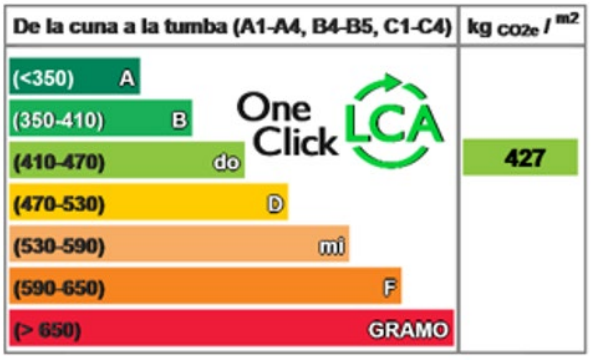


Figura 3.11 Benchmark de LCA Iteración 4

- **Iteración 5**

En la iteración final se combinaron cada una de las iteraciones anteriores Figura 3.12, para poder una iteración final de todas estas. Con estos cambios el valor de huella de carbono obtenido fue de 401 Kg CO_2 e/m^2 como en la Figura 3.13 y un costo por metro cuadrado de $ 443,71 Anexo 5. El porcentaje disminuido de huella de carbono fue de 36%, por otra parte, el presupuesto aumento un 34.21%.

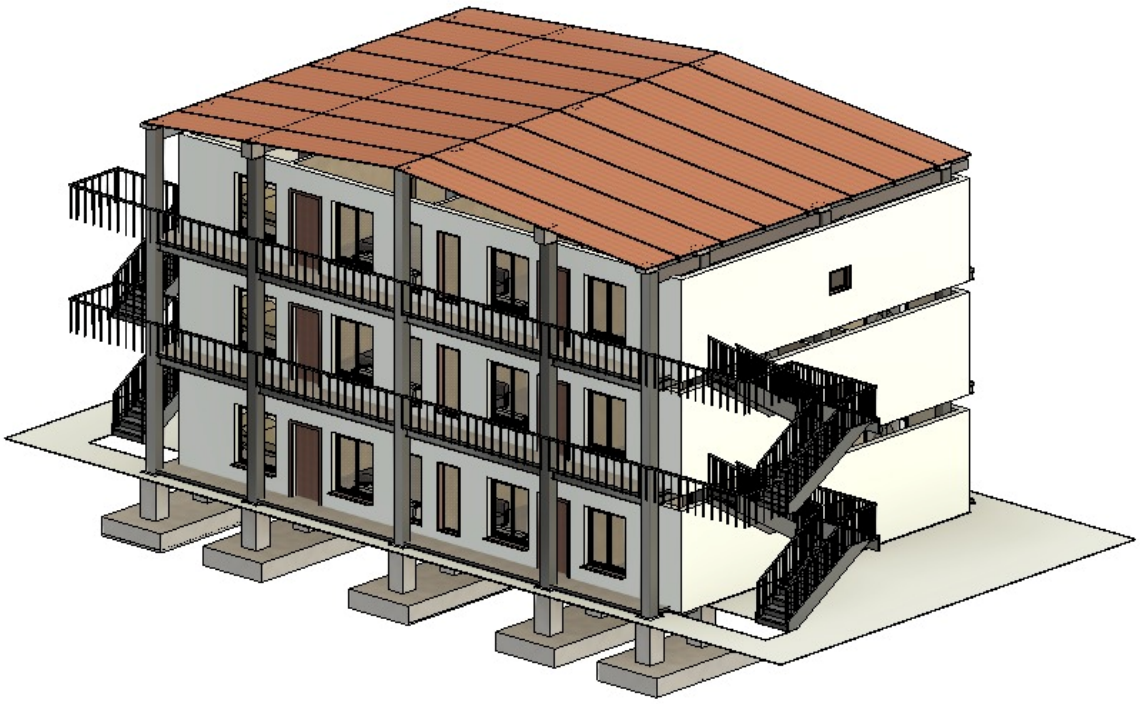


Figura 3.12 Combinación de todas las iteraciones

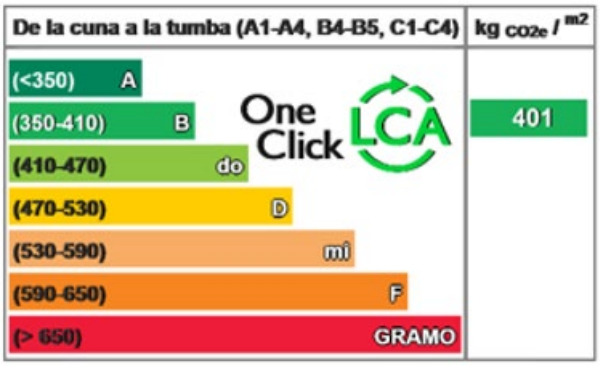


Figura 3.13 Benchmark de LCA Iteración 5

En la Tabla 3.2 se resumen los valores obtenidos en cada iteración, mostrando tanto la huella de carbono como las características generales de cada diseño. Además, se incluye el presupuesto obtenido por metro cuadrado para cada una de las iteraciones.

Tabla 3.2 Comparación de Iteraciones según Impacto Ambiental y Presupuesto

No.	ITERACIÓN	Características Generales	Kg CO_2 e/m²	Presupuesto por m²
1	Línea Base	Sistema constructivo tradicional de hormigón armado, paredes de bloque, enlucido, pintura	629	$ 330,62
2	Iteración 1	Cambio de materiales de techo	565	$ 323,57
3	Iteración 2	Cambio de materiales de estructura	444	$ 463,64
4	Iteración 3	Cambio de materiales de envolvente, paredes con revocado de mampostería, sin pintura y ventanas	533	$ 310,17
5	Iteración 4	Combinación Iteración 1 con 2	427	$ 464,16
6	Iteración 5	Combinación de todas las iteraciones	401	$ 443,71

3.2 Análisis de resultados

La Tabla 3.3. presenta un análisis comparativo de cinco iteraciones en relación con la huella de carbono y el costo de construcción del proyecto. La columna de Kg CO_2/m² muestra la cantidad de dióxido de carbono emitido por metro cuadrado

para cada iteración y para la línea base. Este dato es fundamental para evaluar el impacto ambiental de cada opción.

Presupuesto por m² indica los costos de construcción por metro cuadrado de cada iteración. Esta información es crucial para determinar la viabilidad económica de cada opción. Reducción de CO_2 En esta columna presenta la reducción en las emisiones de CO_2 en comparación con la línea base. Un valor positivo indica que la iteración ha logrado disminuir las emisiones, mientras que un valor negativo sugiere un aumento en la huella de carbono.

La columna (A) Reducción de costos: Muestra cómo cada iteración afecta el costo total del proyecto en comparación con la línea base. Un valor negativo en esta columna implica que el costo ha aumentado en esa iteración. La Columba (B) Diferencia en Kg CO_2: Indica cuántos kilogramos de CO_2 se pueden reducir o aumentar en comparación con la línea base. Valores negativos aquí son una señal de que la huella de carbono ha incrementado.

Tabla 3.3 Comparativa entre todas las Iteraciones

ITERACIÓN	Kg CO_2 e/m²	Presupuesto por m²	Reducción de CO_2 (%)	Reducción de Costo (%)	(A) Diferencia de costos ($)	(B) Diferencia en Kg CO_2	(B)/(A) (KgCO_2 /$)
Línea Base	629	$ 330,62	0,00	0,00			
Iteración 1	565	$ 323,57	10,17	2,13	-7,05	64	-9,08
Iteración 2	444	$ 463,64	29,41	-40,23	133,02	185	1,39
Iteración 3	**533**	**$ 310,17**	**15,26**	**6,18**	**-20,45**	**96**	**-4,69**
Iteración 4	427	$ 464,16	32,11	-40,39	133,54	202	1,51
Iteración 5	401	$ 443,71	36,25	-34,21	113,09	228	2,02

La iteración 3 se destaca como la opción más adecuada, ya que presenta la menor huella de carbono con 401 kg CO_2/m² y un costo de 427 $/m². En la Figura 3.14. Indica que, a pesar de un costo competitivo, esta iteración logra maximizar la reducción de emisiones, lo que es esencial para cumplir con los objetivos de sostenibilidad. Al comparar las iteraciones con la línea base, se observa que

algunas opciones (como la Iteración 1) tienen un aumento en la huella de carbono y en el costo, lo que las hace menos atractivas. En cambio, Iteraciones como la 3 muestran una reducción significativa en ambos aspectos, lo que respalda su elección.

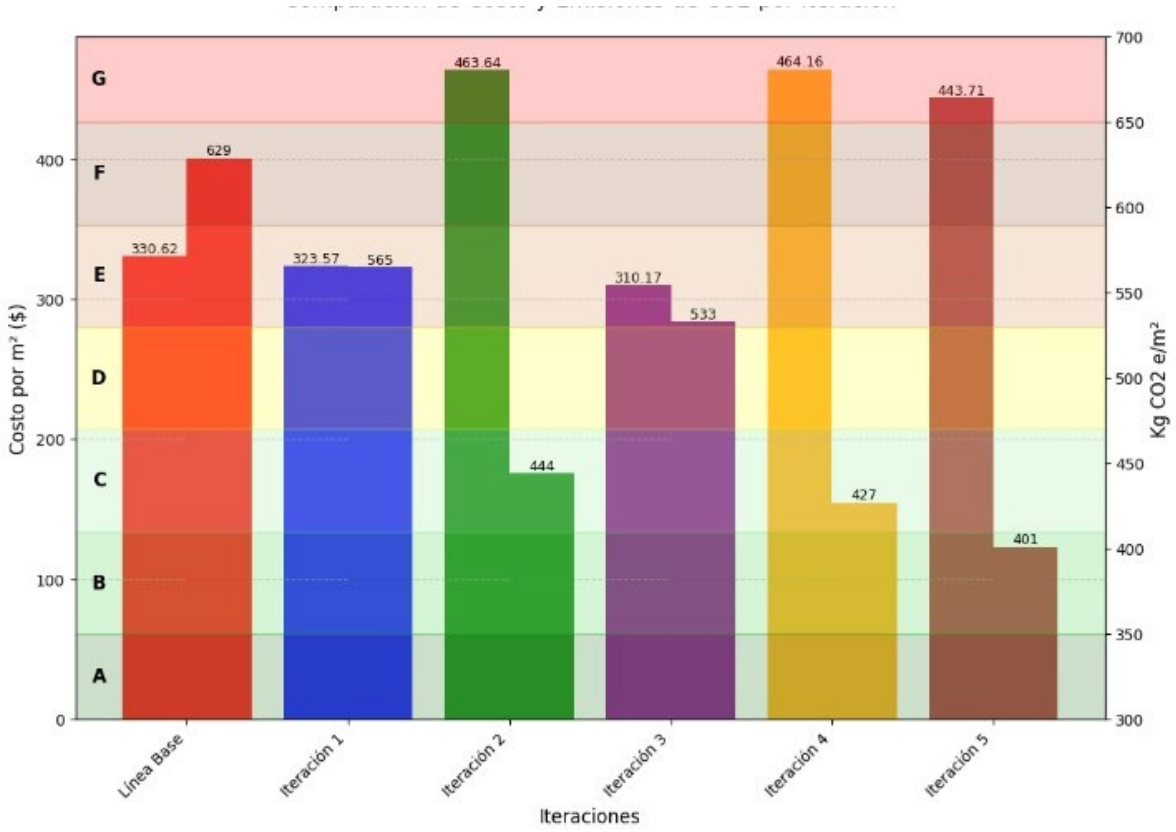
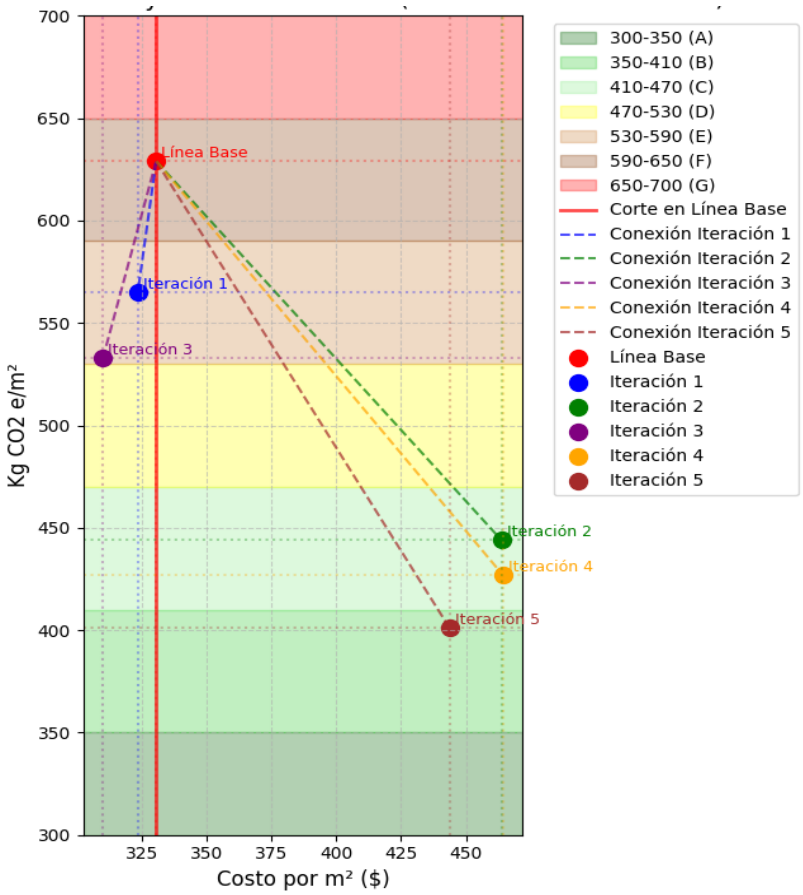


Figura 3.14 Comparación de Iteraciones con referencia al costo y a la huella de carbono

La Iteración 3 es la mejor opción entre las alternativas evaluadas. Esta iteración no solo maximiza la reducción de emisiones de CO_2, sino que también ofrece un ahorro económico significativo, lo que la convierte en una solución eficiente y sostenible para el sistema constructivo analizado como se observa en la Figura 3.15.



+

Figura 3.15 Mejor opción en relación costo y CO2 con línea base

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El presente proyecto ha demostrado la importancia de una selección cuidadosa de materiales en la construcción, no solo para optimizar el costo, sino también para reducir la huella de carbono. Este enfoque no solo contribuye a la eficiencia energética y al cumplimiento de normativas ambientales, sino que también ofrece un modelo replicable para futuros proyectos de construcción, la integración de análisis de sostenibilidad en el proceso de diseño y construcción es fundamental para avanzar hacia un futuro más responsable y consciente del medio ambiente.

Con el análisis del presente proyecto, al seleccionar la iteración optima se obtuvo una huella de carbono de 533 kg CO^2 e/m², lo que representa una disminución del 15%. Además, el costo por metro cuadrado se ajustó a $310,17, reflejando una reducción del 6% en el presupuesto total. Sin embargo, es importante destacar que la disminución de la huella de carbono no siempre implica una reducción en los costos de construcción. Este análisis resalta la complejidad de equilibrar sostenibilidad y viabilidad económica.

A través de esta investigación se determinó que la huella de carbono generada por una edificación multifamiliar, compuesta por elementos estructurales con la misma configuración y funcionalidad, depende en gran medida del sistema constructivo utilizado. En este sentido, el sistema de hormigón armado mostró una huella de carbono significativamente mayor en comparación con el sistema de acero estructural a lo largo de todo su ciclo de vida. La etapa que más contribuyó a este resultado fue la fase de producto, es decir, la fabricación y suministro de los materiales.

4.2. Recomendaciones

Se ha identificado que una de las principales fuentes de emisiones se encuentra en la etapa del producto, conocida como "cradle to gate". Esta fase abarca desde la extracción de materias primas hasta la entrega del producto final, lo que subraya la importancia de nuestras elecciones en el proceso de construcción. Por lo tanto, es fundamental buscar materiales que sean más amigables con el medio ambiente, priorizando aquellos que minimicen la huella de carbono. En la medida de lo posible, se debe considerar la sustitución de materiales convencionales por opciones recicladas o de bajo impacto.

Se sugiere investigar y seleccionar opciones que no solo reduzcan la huella de carbono, sino que también ofrezcan un rendimiento óptimo en términos de costos y durabilidad. Incorporar materiales reciclados o de bajo impacto ambiental puede mejorar la sostenibilidad del diseño, al tiempo que se mantiene un control riguroso sobre el presupuesto.

Se recomienda monitorear el proyecto una vez ejecutado, para evaluar el desempeño del edificio en términos de huella de carbono y costos operativos. Este seguimiento permitirá identificar áreas de mejora y ajustes necesarios en la gestión del edificio. Además, los datos recopilados contribuirán a futuras investigaciones y proyectos, enriqueciendo el conocimiento sobre la efectividad de las decisiones tomadas durante la fase de diseño y construcción.

BIBLIOGRAFÍA

Amarasinghe, I., Hong, Y., & Stewart, R. A. (2024). Development of a material circularity evaluation framework for building construction projects. *Journal of Cleaner Production*, *436*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140562

Arias, B., & Vargas, V. (2023). *Optimización Energética en Viviendas Multifamiliares de Interés Público de tres niveles en la Provincia del Guayas, Cantón Milagro, mediante Modelos BIM y Herramientas basadas en Revit*. Espol.

AUTODESK. (2024). *Autodesk Revit: software BIM*.

buildingSMART Spain. (2024a). *¿Qué es BIM?* https://www.buildingsmart.es/bim/

buildingSMART Spain. (2024b). *¿Qué es BIM?* https://www.buildingsmart.es/bim/

Carabaño, R., Bedoya, C., & Ruiz, D. (2014). LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN: ESTADO DEL ARTE. *I Congreso Internacional Sobre Investigación En Construcción y Tecnología Arquitectónica*, 306–312.

CINARK, & Real Academia Danesa. (2024). *Pirámide de materiales de construcción*. https://www.materialepyramiden.dk/

David Light. (2011). *Implementación BIM - HOK buildingSMART*. https://www.thenbs.com/knowledge/bim-implementation-hok-buildingsmart

Delgado, G. (2017). *ECOLOGÍA Y AMBIENTE. DISEÑO Y SUSTENTABILIDAD EN CONSTRUCCIONES CON CAÑA GUADÚA* (Vol. 2). https://doi.org/https://doi.org/10.33324/daya.v1i2.32

Ding, Y., Guo, Z.-Z., Zhou, S.-X., Wei, Y.-Q., She, A.-M., & Dong, J.-L. (2024). Research on carbon emissions during the construction process of prefabricated buildings based on BIM and LCA. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 1–13. https://doi.org/10.1080/13467581.2024.2345312

Fernández, J., Picardo, A., Aguilar, M., Martín, A., & Peralta, E. (2024). *Automatización del Análisis de Ciclo de Vida (LCA) en proyectos Building Information Modeling (BIM)*. https://doi.org/https://doi.org/10.61547/2402028

Hauashdh, A., Nagapan, S., Jailani, J., & Gamil, Y. (2024). An integrated framework for sustainable and efficient building maintenance operations aligning with climate

change, SDGs, and emerging technology. *Results in Engineering*, *21*. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101822

ISO 14044. (2006). *Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Requisitos y directrices*.

Kathiravel, R., & Feng, H. (2024). Structural and embodied carbon performance optimization for low carbon buildings through BIM-based integrated design. *Journal of Building Engineering*, *98*, 111008. https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2024.111008

Morsi, D. M. A., Ismaeel, W. S. E., Ehab, A., & Othman, A. A. E. (2022). BIM-based life cycle assessment for different structural system scenarios of a residential building. *Ain Shams Engineering Journal*, *13*(6), 101802. https://doi.org/10.1016/J.ASEJ.2022.101802

Murillo, C., Calderón, A., Icaza, H., & Sánchez, L. (2023). El desarrollo urbano sostenible en América Latina. *Universidad Ciencia y Tecnología*, *27*(119), 116–126. https://doi.org/10.47460/uct.v27i119.713

One Click LCA. (2024). *Descarbonizando la construcción*. https://oneclicklca.com/resources/ebooks/decarbonizing-construction

Oyejobi, D. O., Firoozi, A. A., Fernández, D. B., & Avudaiappan, S. (2024). Integrating circular economy principles into concrete technology: Enhancing sustainability through industrial waste utilization. In *Results in Engineering* (Vol. 24). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102846

Parekh, R., & Trabucco, D. (2024). Recent progress in integrating BIM and LCA for sustainable construction: A Review. *International Journal of Science and Research Archive*, *13*(1), 907–932. https://doi.org/10.30574/ijsra.2024.13.1.1772

Pérez, P., Solano, D., Sornoza, S., & Chérrez, E. (2024). Impacto de la Tecnología BIM en la Eficiencia y Sostenibilidad de Proyectos Arquitectónicos. *Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo*, 145–159.

Rodríguez, A. (2020). *Qué es el Level of Development (LOD) y Cómo se Interpreta*. https://bimenmexico.blogspot.com/2020/04/que-es-el-level-of-development-lod-y.html

Safari, K., & AzariJafari, H. (2021). Challenges and opportunities for integrating BIM and LCA: Methodological choices and framework development. *Sustainable Cities and Society*, *67*, 102728. https://doi.org/10.1016/J.SCS.2021.102728

Shaun, & One Click LCA. (2024). *Bases de datos disponibles en un solo clic LCA*. https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360015064399-Databases-Available-in-One-Click-LCA

Soto, C., & Manríquez, S. (2023). *Panorama general del avance de BIM en América Latina y el Caribe*. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2022

The International EPD System. (2024). *Environmental Product Declaration EPD*. https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/d3b66de9-dfc7-4080-e6b8-08dd1f5f5814/Data

PLANOS Y ANEXOS

Anexo 1. Presupuesto referencial iteración 1

PRESUPUESTO REFERENCIAL							
COD.	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO U.**	**PRECIO T.**	**PRECIO P.**	**%**
1.1	**Instalaciones Preliminares**					**$446,47**	**0,26%**
1.1.1	Cerramiento provisional de obra	m	**65,00**	$5,60	$364,00		
1.1.2	Instalación Provisional de AA.PP. (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$49,66	$49,66		
1.1.3	Instalaciones Provisional eléctrica (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$32,81	$32,81		
1.2	**Mantenimiento y seguridad de Obra**					**$675,00**	**0,39%**
1.2.1	Pruebas y ensayos de laboratorio	gbl.	**1,00**	$400,00	$400,00		
1.2.2	Limpieza de Obra	m^2	**250,00**	$0,75	$187,50		
1.2.3	Limpieza final y entrega de Obra	m^2	**250,00**	$0,35	$87,50		
1.3	**Preparación de Terreno**					**$512,50**	**0,30%**
1.3.1	Trazado y replanteo	m^2	**250,00**	$1,25	$312,50		
1.3.2	Nivelación de Terreno a Maquina	m^2	**250,00**	$0,80	$200,00		
1.4	**Movimiento de Tierra**					**$1.337,08**	**0,78%**
1.4.1	Excavación a máquina y desalojo	m^3	**117,00**	$6,84	$800,28		
1.4.2	Excavación a mano (no incluye desalojo)	m^3	**11,70**	$13,00	$152,10		
1.4.3	Relleno compactado con material del sitio	m^3	**70,20**	$5,48	$384,70		
1.5	**Cimentación**					**$29.180,87**	**17,03%**
1.5.1	Replantillo de H.S. e=5cm bajo zapatas 140 kg/cm^2	m^2	**119,00**	$6,30	$749,70		
1.5.2	Hormigón para zapatas, fc=210 kg/cm^2	m^3	**53,94**	$195,00	$10.518,30		
1.5.3	Hormigón para riostras, fc=210 kg/cm^2	m^3	**20,00**	$195,00	$3.900,00		
1.5.4	Acero de refuerzo para cimentación fy=4200 kg/cm^2	kg	**5.915,20**	$1,65	$9.760,08		
1.5.5	Contrapiso H.S interior e=10cm	m^2	**203,00**	$13,00	$2.639,00		
1.5.6	Suministro e instalación de plástico polietileno negro	m^2	**495,26**	$1,00	$495,26		
1.5.7	Malla electrosoldada ø 5.5mm c/15cm para contrapisos	m^2	**203,00**	$5,51	$1.118,53		
1.6	**Estructuras de hormigón**					**$45.872,64**	**26,77%**
1.6.1	Vigas de hormigón	m^3	**32,19**	$195,00	$6.277,05		

1.6.2	Columna de hormigón	m^3	**38,36**	$195,00	$7.479,62		
1.6.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	**15.995,43**	$1,65	$26.392,45		
1.6.4	Bloque 10	u	**2.640,00**	$0,56	$1.478,40		
1.6.5	Hormigón para losas f'c: 210 kg/cm2 con bomba	m^3	**29,33**	$144,72	$4.245,12		
1.7	**Albañilería**						
1.7.1	**Mampostería**					**$9.592,86**	**5,60%**
1.7.3	Mampostería de bloque liviano e=15 cm	m^2	**432,15**	$10,60	$4.580,79		
1.7.4	Mampostería de bloque liviano e=10 cm	m^2	**508,84**	$9,85	$5.012,07		
1.7.5	**Enlucido / Mortero**					**$22.126,66**	**12,91%**
1.7.6	Enlucido Horizontal Pisos	m^2	**609,00**	$9,34	$5.688,06		
1.7.7	Enlucido vertical	m^2	**1.881,98**	$6,61	$12.439,89		
1.7.8	Cuadrada de boquetes ventanas y puertas	m	**220,00**	$5,57	$1.225,40		
1.7.9	Enlucidos Filos	m	**691,60**	$4,01	$2.773,32		
1.7.10	**Mesones**					**$313,23**	**0,18%**
1.7.11	Mesón de cocina	m	**12,42**	$25,22	$313,23		
1.8	**Impermeabilización**					**$6.581,32**	**3,84%**
1.8.1	Impermeabilización de duchas	m^2	**61,88**	$14,50	$897,32		
1.8.2	Impermeabilización de Losas	m^2	**406,00**	$14,00	$5.684,00		
1.9	**Estructuras Metálicas**					**$18.434,68**	**10,76%**
1.9.3	Pasamanos metálicos	m	**56,00**	$52,56	$2.943,36		
1.9.4	Acero estructural en perfiles A36, Suministro, fabricación y montaje manual	kg	**1.638,00**	$3,90	$6.388,20		
1.9.5	Cubierta de estilpanel AR2000 e = 0.40 mm (Prepintado)	m^2	**206,69**	$16,61	$3.433,12		
1.9.6	Escalera metálica	gbl.	**1,00**	$5.670,00	$5.670,00		
2.0	**Acabados**						
2.1	**Sobrepisos**					**$3.451,00**	**2,01%**
2.1.1	Cerámica para pisos	m^2	**203,00**	$17,00	$3.451,00		
2.2	**Revestimientos interiores**					**$3.561,88**	**2,08%**
2.2.1	Pintura de caucho interior	m^2	**1.017,68**	$3,50	$3.561,88		
2.3	**Revestimientos de paredes exteriores**					**$2.376,83**	**1,39%**
2.3.1	Pintura de exterior	m^2	**432,15**	$5,50	$2.376,83		
3.0	**Carpintería: Aluminio y vidrio**					**$6.393,49**	**3,73%**
3.1	Ventana corrediza de aluminio perfil estándar incluye seguro (Con malla mosquitera)	m^2	**31,75**	$69,67	$2.212,02		
3.2	Ventana fija de aluminio perfil estándar	m^2	**66,69**	$62,70	$4.181,46		
4.0	**Puertas**						
4.2	**Madera**					**$3.466,80**	**2,02%**

4.2.1	Suministro e instalación de puerta madera tamborada(0.95mx2.00m) incluye marcos, tapamarcos y cerradura de palanca.	u	**27,00**	$128,40	$3.466,80		
5.0	**Ingenierías**					**$15.076,62**	**8,80%**
5.1	**Instalaciones Eléctricas**				$9.180,00		
5.2	**Instalaciones Hidrosanitarias**				$5.896,62		
5.3	**Piezas Sanitarias**					**$1.941,00**	**1,13%**
5.3.1	Lavamanos sin pedestal (37.7x46.2x20cm) Inc. grifería	u	**6,00**	$47,51	$285,06		
5.3.2	Inodoro blanco	u	**6,00**	$61,19	$367,14		
5.3.3	Lavaplatos 1 pozo (incluye grifería con pico aireador y válvula de corte)	u	**6,00**	$83,51	$501,06		
5.3.4	Ducha eléctrica (incluye llave de ducha cromada)	u	**6,00**	$36,17	$217,02		
5.3.5	Piedra de lavar prefabricada (incluye llave de manguera)	u	**6,00**	$61,41	$368,46		
5.3.6	Barra de apoyo recta horizontal, acero inoxidable (medidas 8.4 x 7.5 x 83.2 cm; Ø3.18cm x 0.12cm)	u	**6,00**	$33,71	$202,26		
	SUBTOTAL				**$171.352,18**	**$171.352,18**	**100,00%**
	IVA 15%				**$25.702,83**		
	TOTAL				**$197.055,00**		
	Costo por m²				**$323,57**		

Anexo 2. Presupuesto referencial iteración 2

PRESUPUESTO REFERENCIAL							
COD.	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO U.**	**PRECIO T.**	**PRECIO P.**	**%**
1.1	**Instalaciones Preliminares**					**$446,47**	**0,18%**
1.1.1	Cerramiento provisional de obra	m	**65,00**	$5,60	$364,00		
1.1.2	Instalación Provisional de AA.PP. (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$49,66	$49,66		
1.1.3	Instalaciones Provisional eléctrica (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$32,81	$32,81		
1.2	**Mantenimiento y seguridad de Obra**					**$675,00**	**0,27%**
1.2.1	Pruebas y ensayos de laboratorio	gbl.	**1,00**	$400,00	$400,00		
1.2.2	Limpieza de Obra	m^2	**250,00**	$0,75	$187,50		
1.2.3	Limpieza final y entrega de Obra	m^2	**250,00**	$0,35	$87,50		
1.3	**Preparación de Terreno**					**$512,50**	**0,21%**
1.3.1	Trazado y replanteo	m^2	**250,00**	$1,25	$312,50		
1.3.2	Nivelación de Terreno a Maquina	m^2	**250,00**	$0,80	$200,00		
1.4	**Movimiento de Tierra**					**$1.337,08**	**0,54%**
1.4.1	Excavación a máquina y desalojo	m^3	**117,00**	$6,84	$800,28		
1.4.2	Excavación a mano (no incluye desalojo)	m^3	**11,70**	$13,00	$152,10		
1.4.3	Relleno compactado con material del sitio	m^3	**70,20**	$5,48	$384,70		
1.5	**Cimentación**					**$17.584,79**	**7,16%**
1.5.1	Replantillo de H.S. e=5cm bajo zapatas 140 kg/cm^2	m^2	**40,00**	$6,30	$252,00		
1.5.2	Hormigón para zapatas, fc=210 kg/cm^2	m^3	**20,00**	$195,00	$3.900,00		
1.5.3	Hormigón para riostras, fc=210 kg/cm^2	m^3	**20,00**	$195,00	$3.900,00		
1.5.4	Acero de refuerzo para cimentación fy=4200 kg/cm2	kg	**3.200,00**	$1,65	$5.280,00		
1.5.5	Contrapiso H.S interior e=10cm	m^2	**203,00**	$13,00	$2.639,00		
1.5.6	Suministro e instalación de plástico polietileno negro	m^2	**495,26**	$1,00	$495,26		
1.5.7	Malla electrosoldada ø 5.5mm c/15cm para contrapisos	m^2	**203,00**	$5,51	$1.118,53		
1.6	**Estructuras de hormigón**					**$1.962,00**	**0,80%**
1.6.1	Columna de hormigón	m^3	**6,00**	$195,00	$1.170,00		

1.6.2	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2	kg	**480,00**	$1,65	$792,00		
1.7	**Albañilería**						
1.7.1	**Mampostería**					**$9.592,86**	**3,91%**
1.7.3	Mampostería de bloque liviano e=15 cm	m^2	**432,15**	$10,60	$4.580,79		
1.7.4	Mampostería de bloque liviano e=10 cm	m^2	**508,84**	$9,85	$5.012,07		
1.7.5	**Enlucido / Mortero**					**$22.126,66**	**9,01%**
1.7.6	Enlucido Horizontal Pisos	m^2	**609,00**	$9,34	$5.688,06		
1.7.7	Enlucido vertical	m^2	**1.881,98**	$6,61	$12.439,89		
1.7.8	Cuadrada de boquetes ventanas y puertas	m	**220,00**	$5,57	$1.225,40		
1.7.9	Enlucidos Filos	m	**691,60**	$4,01	$2.773,32		
1.7.10	**Mesones**					**$313,23**	**0,13%**
1.7.11	Mesón de cocina	m	**12,42**	$25,22	$313,23		
1.8	**Impermeabilización**					**$9.423,32**	**3,84%**
1.8.1	Impermeabilización de duchas	m^2	**61,88**	$14,50	$897,32		
1.8.2	Impermeabilización de Losas	m^2	**609,00**	$14,00	$8.526,00		
1.9	**Estructuras Metálicas**					**$145.274,36**	**59,17%**
1.9.1	Pasamanos metálicos	m	**56,00**	$52,56	$2.943,36		
1.9.2	Acero estructural en perfiles A36, Suministro, fabricación y montaje manual	kg	**35.000,00**	$3,40	$119.000,00		
1.9.3	Losa H=8cm de hormigón sobre deck metálico 0.65mm, H.Premezclado fc=210kg/cm^2. Incluye malla de temperatura, no incluye bomba	m^2	**609,00**	$29,00	$17.661,00		
1.9.4	Escalera metálica	gbl.	**1,00**	$5.670,00	$5.670,00		
2.0	**Acabados**						
2.1	**Sobrepisos**					**$3.451,00**	**1,41%**
2.1.1	Cerámica para pisos	m^2	**203,00**	$17,00	$3.451,00		
2.2	**Revestimientos interiores**					**$3.561,88**	**1,45%**
2.2.1	Pintura de caucho interior	m^2	**1.017,68**	$3,50	$3.561,88		
2.3	**Revestimientos de paredes exteriores**					**$2.376,83**	**0,97%**
2.3.1	Pintura de exterior	m^2	**432,15**	$5,50	$2.376,83		
3.0	**Carpintería: Aluminio y vidrio**					**$6.393,49**	**2,60%**
3.1	Ventana corrediza de aluminio perfil estándar incluye seguro (Con malla mosquitera)	m^2	**31,75**	$69,67	$2.212,02		
3.2	Ventana fija de aluminio perfil estándar	m^2	**66,69**	$62,70	$4.181,46		
4.0	**Puertas**						
4.2	**Madera**					**$3.466,80**	**1,41%**

4.2.1	Suministro e instalación de puerta madera tamborada(0.95mx2.00m) incluye marcos, tapamarcos y cerradura de palanca.	u	**27,00**	$128,40	$3.466,80		
5.0	**Ingenierías**					**$15.076,62**	**6,14%**
5.1	**Instalaciones Eléctricas**				$9.180,00		
5.2	**Instalaciones Hidrosanitarias**				$5.896,62		
5.3	**Piezas Sanitarias**					**$1.941,00**	**0,79%**
5.3.1	Lavamanos sin pedestal (37.7x46.2x20cm) Inc. grifería	u	**6,00**	$47,51	$285,06		
5.3.2	Inodoro blanco	u	**6,00**	$61,19	$367,14		
5.3.3	Lavaplatos 1 pozo (incluye grifería con pico aireador y válvula de corte)	u	**6,00**	$83,51	$501,06		
5.3.4	Ducha eléctrica (incluye llave de ducha cromada)	u	**6,00**	$36,17	$217,02		
5.3.5	Piedra de lavar prefabricada (incluye llave de manguera)	u	**6,00**	$61,41	$368,46		
5.3.6	Barra de apoyo recta horizontal, acero inoxidable (medidas 8.4 x 7.5 x 83.2 cm; Ø3.18cm x 0.12cm)	u	**6,00**	$33,71	$202,26		
	SUBTOTAL				**$245.527,14**	**$245.527,14**	**100,00%**
	IVA 15%				**$36.829,07**		
	TOTAL				**$282.356,21**		
	Costo por m²				**$463,64**		

Anexo 3. Presupuesto referencial iteración 3

PRESUPUESTO REFERENCIAL							
COD.	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO U.**	**PRECIO T.**	**PRECIO P.**	**%**
1.1	**Instalaciones Preliminares**					**$446,47**	**0,25%**
1.1.1	Cerramiento provisional de obra	m	**65,00**	$5,60	$364,00		
1.1.2	Instalación Provisional de AA.PP. (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$49,66	$49,66		
1.1.3	Instalaciones Provisional eléctrica (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$32,81	$32,81		
1.2	**Mantenimiento y seguridad de Obra**					**$675,00**	**0,38%**
1.2.1	Pruebas y ensayos de laboratorio	gbl.	**1,00**	$400,00	$400,00		
1.2.2	Limpieza de Obra	m^2	**250,00**	$0,75	$187,50		
1.2.3	Limpieza final y entrega de Obra	m^2	**250,00**	$0,35	$87,50		
1.3	**Preparación de Terreno**					**$512,50**	**0,29%**
1.3.1	Trazado y replanteo	m^2	**250,00**	$1,25	$312,50		
1.3.2	Nivelación de Terreno a Maquina	m^2	**250,00**	$0,80	$200,00		
1.4	**Movimiento de Tierra**					**$1.337,08**	**0,74%**
1.4.1	Excavación a máquina y desalojo	m^3	**117,00**	$6,84	$800,28		
1.4.2	Excavación a mano (no incluye desalojo)	m^3	**11,70**	$13,00	$152,10		
1.4.3	Relleno compactado con material del sitio	m^3	**70,20**	$5,48	$384,70		
1.5	**Cimentación**					**$29.180,87**	**16,25%**
1.5.1	Replantillo de H.S. e=5cm bajo zapatas 140 kg/cm^2	m^2	**119,00**	$6,30	$749,70		
1.5.2	Hormigón para zapatas, fc=210 kg/cm^2	m^3	**53,94**	$195,00	$10.518,30		
1.5.3	Hormigón para riostras, fc=210 kg/cm2	m^3	**20,00**	$195,00	$3.900,00		
1.5.4	Acero de refuerzo para cimentación fy=4200 kg/cm^2	kg	**5.915,20**	$1,65	$9.760,08		
1.5.5	Contrapiso H.S interior e=10cm	m^2	**203,00**	$13,00	$2.639,00		
1.5.6	Suministro e instalación de plástico polietileno negro	m^2	**495,26**	$1,00	$495,26		
1.5.7	Malla electrosoldada ø 5.5mm c/15cm para contrapisos	m^2	**203,00**	$5,51	$1.118,53		
1.6	**Estructuras de hormigón**					**$56.583,54**	**31,52%**
1.6.1	Vigas de hormigón	m^3	**53,76**	$195,00	$10.483,20		

1.6.2	Columna de hormigón	m^3	**34,87**	$195,00	$6.799,65		
1.6.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2	kg	**18.615,40**	$1,65	$30.715,41		
1.6.4	Bloque 10	u	**3.960,00**	$0,56	$2.217,60		
1.6.5	Hormigón para losas f'c: 210 kg/cm^2 con bomba	m^3	**44,00**	$144,72	$6.367,68		
1.7	**Albañilería**						
1.7.1	**Mampostería**						
1.7.3	Mampostería de bloque liviano e=15 cm	m^2	**432,15**	$10,60	$4.580,79	**$9.592,86**	**5,34%**
1.7.4	Mampostería de bloque liviano e=10 cm	m^2	**508,84**	$9,85	$5.012,07		
1.7.5	**Enlucido / Mortero**					**$14.862,22**	**8,28%**
1.7.6	Enlucido Horizontal Pisos	m^2	**609,00**	$9,34	$5.688,06		
1.7.7	Revocado en bloque	m^2	**1.881,98**	$2,75	$5.175,45		
1.7.8	Cuadrada de boquetes ventanas y puertas	m	**220,00**	$5,57	$1.225,40		
1.7.9	Enlucido Filos	m	**691,60**	$4,01	$2.773,32		
1.7.10	**Mesones**					**$313,23**	**0,17%**
1.7.11	Mesón de cocina	m	**12,42**	$25,22	$313,23		
1.8	**Impermeabilización**					**$9.423,32**	**5,25%**
1.8.1	Impermeabilización de duchas	m^2	**61,88**	$14,50	$897,32		
1.8.2	Impermeabilización de Losas	m^2	**609,00**	$14,00	$8.526,00		
1.9	**Estructuras Metálicas**					**$8.613,36**	**4,80%**
1.9.3	Pasamanos metálicos	m	**56,00**	$52,56	$2.943,36		
1.9.4	Escalera metálica	gbl.	**1,00**	$5.670,00	$5.670,00		
2.0	**Acabados**						
2.1	**Sobrepisos**					**$3.451,00**	**1,92%**
2.1.1	Cerámica para pisos	m^2	**203,00**	$17,00	$3.451,00		
2.2	**Revestimientos interiores**						
2.3	**Revestimientos de paredes exteriores**					**$2.376,83**	**1,32%**
2.3.1	Pintura de exterior	m^2	**432,15**	$5,50	$2.376,83		
3.0	**Carpintería: Aluminio y vidrio**					**$6.393,49**	**3,56%**
3.1	Ventana corrediza de aluminio perfil estándar incluye seguro (Con malla mosquitera)	m^2	**31,75**	$69,67	$2.212,02		
3.2	Ventana fija de aluminio perfil estándar	m^2	**66,69**	$62,70	$4.181,46		
4.0	**Puertas**						
4.2	**Madera**					**$3.466,80**	**1,93%**
4.2.1	Suministro e instalación de puerta madera tamborada(0.95mx2.00m) incluye marcos, tapamarcos y cerradura de palanca.	u	**27,00**	$128,40	$3.466,80		
5.0	**Ingenierías**					**$15.076,62**	**8,40%**

5.1	**Instalaciones Eléctricas**				$9.180,00		
5.2	**Instalaciones Hidrosanitarias**				$5.896,62		
5.3	**Piezas Sanitarias**					**$1.941,00**	**1,08%**
5.3.1	Lavamanos sin pedestal (37.7x46.2x20cm) Inc. grifería	u	**6,00**	$47,51	$285,06		
5.3.2	Inodoro blanco	u	**6,00**	$61,19	$367,14		
5.3.3	Lavaplatos 1 pozo (incluye grifería con pico aireador y válvula de corte)	u	**6,00**	$83,51	$501,06		
5.3.4	Ducha eléctrica (incluye llave de ducha cromada)	u	**6,00**	$36,17	$217,02		
5.3.5	Piedra de lavar prefabricada (incluye llave de manguera)	u	**6,00**	$61,41	$368,46		
5.3.6	Barra de apoyo recta horizontal, acero inoxidable (medidas 8.4 x 7.5 x 83.2 cm; Ø3.18cm x 0.12cm)	u	**6,00**	$33,71	$202,26		
	SUBTOTAL				**$164.257,43**	**$164.257,43**	**100,00%**
	IVA 15%				**$24.638,62**		
	TOTAL				**$188.896,05**		
	Costo por m²				**$310,17**		

Anexo 4. Presupuesto referencial iteración 4

PRESUPUESTO REFERENCIAL							
COD.	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO U.**	**PRECIO T.**	**PRECIO P.**	**%**
1.1	**Instalaciones Preliminares**					**$446,47**	**0,18%**
1.1.1	Cerramiento provisional de obra	m	**65,00**	$5,60	$364,00		
1.1.2	Instalación Provisional de AA.PP. (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$49,66	$49,66		
1.1.3	Instalaciones Provisional eléctrica (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$32,81	$32,81		
1.2	**Mantenimiento y seguridad de Obra**					**$675,00**	**0,28%**
1.2.1	Pruebas y ensayos de laboratorio	gbl.	**1,00**	$400,00	$400,00		
1.2.2	Limpieza de Obra	m^2	**250,00**	$0,75	$187,50		
1.2.3	Limpieza final y entrega de Obra	m^2	**250,00**	$0,35	$87,50		
1.3	**Preparación de Terreno**					**$512,50**	**0,21%**
1.3.1	Trazado y replanteo	m^2	**250,00**	$1,25	$312,50		
1.3.2	Nivelación de Terreno a Maquina	m^2	**250,00**	$0,80	$200,00		
1.4	**Movimiento de Tierra**					**$1.337,08**	**0,54%**
1.4.1	Excavación a máquina y desalojo	m^3	**117,00**	$6,84	$800,28		
1.4.2	Excavación a mano (no incluye desalojo)	m^3	**11,70**	$13,00	$152,10		
1.4.3	Relleno compactado con material del sitio	m^3	**70,20**	$5,48	$384,70		
1.5	**Cimentación**					**$17.584,79**	**7,17%**
1.5.1	Replantillo de H.S. e=5cm bajo zapatas 140 kg/cm^2	m^2	**40,00**	$6,30	$252,00		
1.5.2	Hormigón para zapatas, fc=210 kg/cm^2	m^3	**20,00**	$195,00	$3.900,00		
1.5.3	Hormigón para riostras, fc=210 kg/cm^2	m^3	**20,00**	$195,00	$3.900,00		
1.5.4	Acero de refuerzo para cimentación fy=4200 kg/cm^2	kg	**3.200,00**	$1,65	$5.280,00		
1.5.5	Contrapiso H.S interior e=10cm	m^2	**203,00**	$13,00	$2.639,00		
1.5.6	Suministro e instalación de plástico polietileno negro	m^2	**495,26**	$1,00	$495,26		
1.5.7	Malla electrosoldada ø 5.5mm c/15cm para contrapisos	m^2	**203,00**	$5,51	$1.118,53		
1.6	**Estructuras de hormigón**					**$1.962,00**	**0,80%**
1.6.1	Columna de hormigón	m^3	**6,00**	$195,00	$1.170,00		

1.6.2	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2	kg	**480,00**	$1,65	$792,00		
1.7	**Albañilería**						
1.7.1	**Mampostería**					**$9.592,86**	**3,91%**
1.7.3	Mampostería de bloque liviano e=15 cm	m^2	**432,15**	$10,60	$4.580,79		
1.7.4	Mampostería de bloque liviano e=10 cm	m^2	**508,84**	$9,85	$5.012,07		
1.7.5	**Enlucido / Mortero**					**$22.126,66**	**9,02%**
1.7.6	Enlucido Horizontal Pisos	m^2	**609,00**	$9,34	$5.688,06		
1.7.7	Enlucido vertical	m^2	**1.881,98**	$6,61	$12.439,89		
1.7.8	Cuadrada de boquetes ventanas y puertas	m	**220,00**	$5,57	$1.225,40		
1.7.9	Enlucidos Filos	m	**691,60**	$4,01	$2.773,32		
1.7.10	**Mesones**					**$313,23**	**0,13%**
1.7.11	Mesón de cocina	m	**12,42**	$25,22	$313,23		
1.8	**Impermeabilización**					**$6.581,32**	**2,68%**
1.8.1	Impermeabilización de duchas	m	**61,88**	$14,50	$897,32		
1.8.2	Impermeabilización de Losas	m^2	**406,00**	$14,00	$5.684,00		
1.9	**Estructuras Metálicas**					**$148.389,68**	**60,48%**
1.9.1	Pasamanos metálicos	m	**56,00**	$52,56	$2.943,36		
1.9.2	Acero estructural en perfiles A36, Suministro, fabricación y montaje manual	kg	**36.638,00**	$3,40	$124.569,20		
1.9.3	Losa H=8cm de hormigon sobre deck metàlico0.65mm, H.Premezclado fc=210kg/cm^2. Incluye malla de temperatura, no incluye bomba	m^2	**406,00**	$29,00	$11.774,00		
1.9.4	Cubierta de estilpanel AR2000 e = 0.40 mm (Prepintado)	m^2	**206,69**	$16,61	$3.433,12		
1.9.5	Escalera metálica	gbl.	**1,00**	$5.670,00	$5.670,00		
2.0	**Acabados**						
2.1	**Sobrepisos**					**$3.451,00**	**1,41%**
2.1.1	Cerámica para pisos	m^2	**203,00**	$17,00	$3.451,00		
2.2	**Revestimientos interiores**					**$3.561,88**	**1,45%**
2.2.1	Pintura de caucho interior	m^2	**1.017,68**	$3,50	$3.561,88		
2.3	**Revestimientos de paredes exteriores**					**$2.376,83**	**0,97%**
2.3.1	Pintura de exterior	m^2	**432,15**	$5,50	$2.376,83		
3.0	**Carpintería: Aluminio y vidrio**					**$6.393,49**	**2,61%**
3.1	Ventana corrediza de aluminio perfil estándar incluye seguro (Con malla mosquitera)	m^2	**31,75**	$69,67	$2.212,02		

3.2	Ventana fija de aluminio perfil estándar	m^2	**66,69**	$62,70	$4.181,46		
4.0	**Puertas**						
4.2	**Madera**					**$3.466,80**	**1,41%**
4.2.1	Suministro e instalación de puerta madera tamborada(0.95mx2.00 m) incluye marcos, tapamarcos y cerradura de palanca.	u	**27,00**	$128,40	$3.466,80		
5.0	**Ingenierías**					**$15.076,62**	**6,14%**
5.1	**Instalaciones Eléctricas**				$9.180,00		
5.2	**Instalaciones Hidrosanitarias**				$5.896,62		
5.3	**Piezas Sanitarias**					**$1.941,00**	**0,79%**
5.3.1	Lavamanos sin pedestal (37.7x46.2x20cm) Inc. grifería	u	**6,00**	$47,51	$285,06		
5.3.2	Inodoro blanco	u	**6,00**	$61,19	$367,14		
5.3.3	Lavaplatos 1 pozo (incluye grifería con pico aireador y válvula de corte)	u	**6,00**	$83,51	$501,06		
5.3.4	Ducha eléctrica (incluye llave de ducha cromada)	u	**6,00**	$36,17	$217,02		
5.3.5	Piedra de lavar prefabricada (incluye llave de manguera)	u	**6,00**	$61,41	$368,46		
5.3.6	Barra de apoyo recta horizontal, acero inoxidable (medidas 8.4 x 7.5 x 83.2 cm; Ø3.18cm x 0.12cm)	u	**6,00**	$33,71	$202,26		
	SUBTOTAL				**$245.800,46**	**$245.800,46**	**100,00%**
	IVA 15%				**$36.870,07**		
	TOTAL				**$282.670,53**		
	Costo por m^2				**$464,16**		

Anexo 5. Presupuesto referencial iteración 5

PRESUPUESTO REFERENCIAL							
COD.	**DESCRIPCIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO U.**	**PRECIO T.**	**PRECIO P.**	**%**
1.1	**Instalaciones Preliminares**					**$446,47**	**0,19%**
1.1.1	Cerramiento provisional de obra	m	**65,00**	$5,60	$364,00		
1.1.2	Instalación Provisional de AA.PP. (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$49,66	$49,66		
1.1.3	Instalaciones Provisional eléctrica (NO INCLUYE CONSUMO)	u	**1,00**	$32,81	$32,81		
1.2	**Mantenimiento y seguridad de Obra**					**$675,00**	**0,29%**
1.2.1	Pruebas y ensayos de laboratorio	gbl.	**1,00**	$400,00	$400,00		
1.2.2	Limpieza de Obra	m^2	**250,00**	$0,75	$187,50		
1.2.3	Limpieza final y entrega de Obra	m^2	**250,00**	$0,35	$87,50		
1.3	**Preparación de Terreno**					**$512,50**	**0,22%**
1.3.1	Trazado y replanteo	m^2	**250,00**	$1,25	$312,50		
1.3.2	Nivelación de Terreno a Maquina	m^2	**250,00**	$0,80	$200,00		
1.4	**Movimiento de Tierra**					**$1.337,08**	**0,57%**
1.4.1	Excavación a máquina y desalojo	m^3	**117,00**	$6,84	$800,28		
1.4.2	Excavación a mano (no incluye desalojo)	m^3	**11,70**	$13,00	$152,10		
1.4.3	Relleno compactado con material del sitio	m^3	**70,20**	$5,48	$384,70		
1.5	**Cimentación**					**$17.584,79**	**7,48%**
1.5.1	Replantillo de H.S. e=5cm bajo zapatas 140 kg/cm^2	m^2	**40,00**	$6,30	$252,00		
1.5.2	Hormigón para zapatas, fc=210 kg/cm^2	m^3	**20,00**	$195,00	$3.900,00		
1.5.3	Hormigón para riostras, fc=210 kg/cm^2	m^3	**20,00**	$195,00	$3.900,00		
1.5.4	Acero de refuerzo para cimentación fy=4200 kg/cm^2	kg	**3.200,00**	$1,65	$5.280,00		
1.5.5	Contrapiso H.S interior e=10cm	m^2	**203,00**	$13,00	$2.639,00		
1.5.6	Suministro e instalación de plástico polietileno negro	m^2	**495,26**	$1,00	$495,26		
1.5.7	Malla electrosoldada ø 5.5mm c/15cm para contrapisos	m^2	**203,00**	$5,51	$1.118,53		
1.6	**Estructuras de hormigón**					**$1.962,00**	**0,84%**
1.6.1	Columna de hormigón	m^3	**6,00**	$195,00	$1.170,00		

1.6.2	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2	kg	**480,00**	$1,65	$792,00		
1.7	**Albañilería**						
1.7.1	**Mampostería**					**$9.592,86**	**4,08%**
1.7.3	Mampostería de bloque liviano e=15 cm	m^2	**432,15**	$10,60	$4.580,79		
1.7.4	Mampostería de bloque liviano e=10 cm	m^2	**508,84**	$9,85	$5.012,07		
1.7.5	**Enlucido / Mortero**					**$14.862,22**	**6,33%**
1.7.6	Enlucido Horizontal Pisos	m^2	**609,00**	$9,34	$5.688,06		
1.7.7	Revocado de bloque	m^2	**1.881,98**	$2,75	$5.175,45		
1.7.8	Cuadrada de boquetes ventanas y puertas	m	**220,00**	$5,57	$1.225,40		
1.7.9	Enlucido Filos	m	**691,60**	$4,01	$2.773,32		
1.7.10	**Mesones**					**$313,23**	**0,13%**
1.7.11	Mesón de cocina	m	**12,42**	$25,22	$313,23		
1.8	**Impermeabilización**					**$6.581,32**	**2,80%**
1.8.1	Impermeabilización de duchas	m^2	**61,88**	$14,50	$897,32		
1.8.2	Impermeabilización de Losas	m^2	**406,00**	$14,00	$5.684,00		
1.9	**Estructuras Metálicas**					**$148.389,68**	**63,16%**
1.9.1	Pasamanos metálicos	m	**56,00**	$52,56	$2.943,36		
1.9.2	Acero estructural en perfiles A36, Suministro, fabricación y montaje manual	kg	**36.638,00**	$3,40	$124.569,20		
1.9.3	Losa H=8cm de hormigón sobre deck metálico 0.65mm, H.Premezclado fc=210kg/cm2. Incluye malla de temperatura, no incluye bomba	m^2	**406,00**	$29,00	$11.774,00		
1.9.4	Cubierta de estilpanel AR2000 e = 0.40 mm (Prepintado)	m^2	**206,69**	$16,61	$3.433,12		
1.9.5	Escalera metálica	gbl.	**1,00**	$5.670,00	$5.670,00		
2.0	**Acabados**						
2.1	**Sobrepisos**					**$3.451,00**	**1,47%**
2.1.1	Cerámica para pisos	m^2	**203,00**	$17,00	$3.451,00		
2.2	**Revestimientos interiores**						
2.3	**Revestimientos de paredes exteriores**					**$2.376,83**	**1,01%**
2.3.1	Pintura de exterior	m^2	**432,15**	$5,50	$2.376,83		
3.0	**Carpintería: Aluminio y vidrio**					**$6.393,49**	**2,72%**
3.1	Ventana corrediza de aluminio perfil estándar incluye seguro (Con malla mosquitera)	m^2	**31,75**	$69,67	$2.212,02		
3.2	Ventana fija de aluminio perfil estándar	m^2	**66,69**	$62,70	$4.181,46		
4.0	**Puertas**						

4.2	**Madera**					**$3.466,80**	**1,48%**
4.2.1	Suministro e instalación de puerta madera tamborada(0.95mx2.00m) incluye marcos, tapamarcos y cerradura de palanca.	u	**27,00**	$128,40	$3.466,80		
5.0	**Ingenierías**					**$15.076,62**	**6,42%**
5.1	**Instalaciones Eléctricas**				$9.180,00		
5.2	**Instalaciones Hidrosanitarias**				$5.896,62		
5.3	**Piezas Sanitarias**					**$1.941,00**	**0,83%**
5.3.1	Lavamanos sin pedestal (37.7x46.2x20cm) Inc. grifería	u	**6,00**	$47,51	$285,06		
5.3.2	Inodoro blanco	u	**6,00**	$61,19	$367,14		
5.3.3	Lavaplatos 1 pozo (incluye grifería con pico aireador y válvula de corte)	u	**6,00**	$83,51	$501,06		
5.3.4	Ducha eléctrica (incluye llave de ducha cromada)	u	**6,00**	$36,17	$217,02		
5.3.5	Piedra de lavar prefabricada (incluye llave de manguera)	u	**6,00**	$61,41	$368,46		
5.3.6	Barra de apoyo recta horizontal, acero inoxidable (medidas 8.4 x 7.5 x 83.2 cm; Ø3.18cm x 0.12cm)	u	**6,00**	$33,71	$202,26		
	SUBTOTAL				**$234.974,14**	**$234.974,14**	**100,00%**
	IVA 15%				**$35.246,12**		
	TOTAL				**$270.220,26**		
	Costo por m²				**$443,71**		

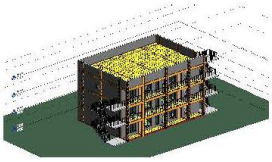
Anexo 6. Reporte One Click LCA Linea Base

Menú principal > Johnny Revelo > LINEA BASE > Herramienta Net Zero Carbon 2023

LINEA BASE - Herramienta Net Zero Carbon 2023

Información básica de proyecto

Informe de resultados: LINEA BASE

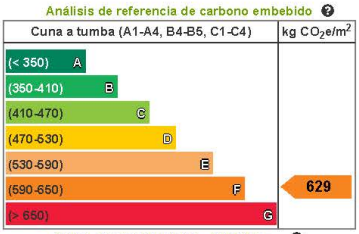


Proyecto	Johnny Revelo - LINEA BASE
Usuario	Paul Alexander Flores Gavilanez - 10.02.2025
Herramienta	Herramienta Net Zero Carbon 2023
Detalles	Esta versión de la herramienta admite EPD según EN 15804:2019+A2.
Información y tareas del proyecto	
Tipo	Apartment buildings
Domicilio	
País	Ecuador
Superficie construida (m²)	609
Número de niveles intermedios	3
Tipo de sistema estructural	other
Certificados perseguidos	Green Globes for New Construction
Número / código del proyecto	
Inversor / cliente final	
Año de construcción (si la restauración, año de construcción original)	
Distribución de funciones de construcción	
Propiedades técnicas, funcionales y cualitativas	

El uso comercial está prohibido. For International: Trial for Net Zero Carbon (14 days), PRUEBA, Paul Alexander Flores Gavilanez 10.02.2025 04:34

Carbon Heroes Benchmark

Análisis de referencia de carbono embebido



Global apartment building - 2023 Q3

Descargar como imagen

How can we help?

Resultados

Net Zero Carbon

Descargar resumen de resultados

	Categoría de resultados	Emisiones de carbono kg CO2e	Carbono biogénico kg CO2e bio	Ahorro de carbono por la reutilización de materiales kg CO2e	Ahorro de carbono por la energía exportada kg CO2e	C
A1-A5	Carbono inicial	320 075	0	−2 888		
B1-B7	Carbono operacional	0		0		
C-D	Fin de vida	8 820	0	−66 214		
	Total	**328 895**	**0**	**−69 102**		
	Resultados por denominador					
	Por área de superficie interna bruta (IPMS/RICS) 609.0 m^2	540	0	−113		

> Verificador de integridad y plausibilidad

> Materiales más influyentes

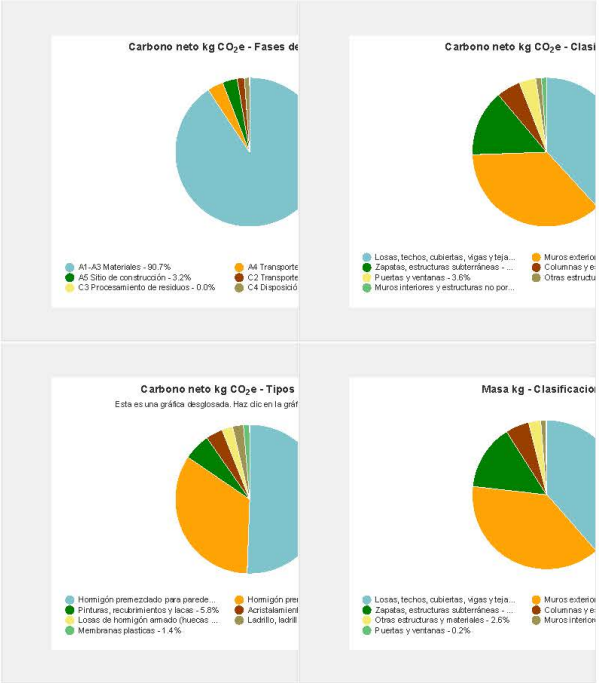
> Gráficas

Descripción general | Burbuja | Sankey | Diagrama de Árbol | Fases del ciclo de vida | Anual | Gráfico de araña | Fases - apiladas | Materiales: apilados | Clasificaciones

Todos los gráficos

Vista de ciclo de vida de Carbono neto

Circular | Barra | Columna | Diagrama de Árbol



Mostrar tabla de datos: ☐ Carbono neto kg CO_2e - Fases del ciclo de vida ☐ Carbono neto kg CO_2e - Clasificaciones ☐ Carbono neto kg CO_2e - Tipos de recursos ☐ Masa kg - Clasificaciones

Carbono neto kg CO_2e - Fases del ciclo de vida

Artículo	Valor	Unidad	Porcentaje %
A1-A3 Materiales	300 000	kg CO_2e	113.78 %
A4 Transporte	11 000	kg CO_2e	4.3 %
A5 Sitio de construcción	10 000	kg CO_2e	4.01 %
C2 Transporte de residuos	5 100	kg CO_2e	1.96 %
C3 Procesamiento de residuos	53	kg CO_2e	0.02 %
C4 Disposición de residuos	3 700	kg CO_2e	1.42 %
D Externo	−66 000	kg CO_2e	-25.49 %

Carbono neto kg CO_2e - Clasificaciones

Artículo	Valor	Unidad	Porcentaje %
Losas, techos, cubiertas, vigas y tejado	99 000	kg CO_2e	38.18 %
Muros exteriores y fachada	94 000	kg CO_2e	36.26 %
Zapatas, estructuras subterráneas	37 000	kg CO_2e	14.43 %

Columnas y estructuras verticales portantes	13 000	kg CO_2e	5.15 %
Puertas y ventanas	9 400	kg CO_2e	3.62 %
Otras estructuras y materiales	3 100	kg CO_2e	1.21 %
Muros interiores y estructuras no portantes	3 000	kg CO_2e	1.16 %

Carbono neto kg CO_2e - Tipos de recursos

Artículo	Valor	Unidad	Porcentaje %
Hormigón premezclado para paredes y suelos externos	130 000	kg CO_2e	50.57 %
Hormigón premezclado para cimentaciones y paredes internas	88 000	kg CO_2e	34.0 %
Pinturas, recubrimientos y lacas	15 000	kg CO_2e	5.79 %
Acristalamiento y fachadas de vidrio	9 400	kg CO_2e	3.62 %
Losas de hormigón armado (huecas y sólidas)	6 200	kg CO_2e	2.37 %
Ladrillo, ladrillo de arcilla común	6 000	kg CO_2e	2.33 %
Membranas plasticas	3 500	kg CO_2e	1.35 %
Refuerzo (barras de refuerzo) para hormigón	−96	kg CO_2e	-0.04 %

Masa kg - Clasificaciones

Artículo	Valor	Unidad	Porcentaje %
Losas, techos, cubiertas, vigas y tejado	630 000	kg	38.54 %
Muros exteriores y fachada	630 000	kg	38.27 %
Zapatas, estructuras subterráneas	230 000	kg	14.2 %
Columnas y estructuras verticales portantes	83 000	kg	5.06 %
Otras estructuras y materiales	43 000	kg	2.63 %
Muros interiores y estructuras no portantes	18 000	kg	1.08 %
Puertas y ventanas	3 600	kg	0.22 %

Fuentes de datos

One Click LCA © copyright One Click LCA LTD | Version: 0.36.0, Database version: 7.6

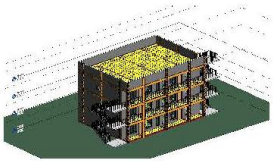
Anexo 7. Reporte One Click LCA Iteración 3

Menú principal > Johnny Revelo > ITERACIÓN 3

ITERACIÓN 3 - Herramienta Net Zero Carbon 2023

Información básica de proyecto

Informe de resultados: ITERACIÓN 3

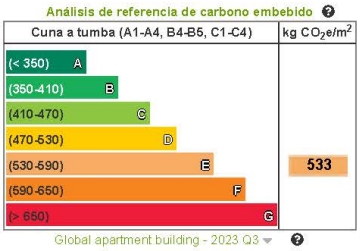


Proyecto	Johnny Revelo - ITERACIÓN 3
Usuario	Paul Alexander Flores Gavilanez - 10.02.2025
Herramienta	Herramienta Net Zero Carbon 2023
Detalles	Esta versión de la herramienta admite EPD según EN 15804:2019+A2.
Información y tareas del proyecto	
Tipo	Apartment buildings
Domicilio	
País	Ecuador
Superficie construida (m²)	609
Número de niveles intermedios	3
Tipo de sistema estructural	other
Certificados perseguidos	Green Globes for New Construction
Número / código del proyecto	
Inversor / cliente final	
Año de construcción (si la restauración, año de construcción original)	
Distribución de funciones de construcción	
Propiedades técnicas, funcionales y cualitativas	

El uso comercial está prohibido. For International: Trial for Net Zero Carbon (14 days), PRUEBA, Paul Alexander Flores Gavilanez 10.02.2025 04:34

Carbon Heroes Benchmark

Análisis de referencia de carbono embebido



Global apartment building - 2023 Q3

Descargar como imagen

How can we help?

Resultados

Net Zero Carbon

Descargar resumen de resultados

	Categoría de resultados	Emisiones de carbono kg CO2e	Carbono biogénico kg CO2e bio	Ahorro de carbono por la reutilización de materiales kg CO2e	Ahorro de carbono por la energía exportada kg CO2e	C
A1-A5	Carbono inicial	240 056	0	−2 166		
B1-B7	Carbono operacional	0		0		
C-D	Fin de vida	6 615	0	−49 660		
	Total	**246 671**	**0**	**−51 826**		
	Resultados por denominador					
	Por área de superficie interna bruta (IPMS/RICS) 609.0 m^2	540	0	−113		

Verificador de integridad y plausibilidad

Materiales más influyentes

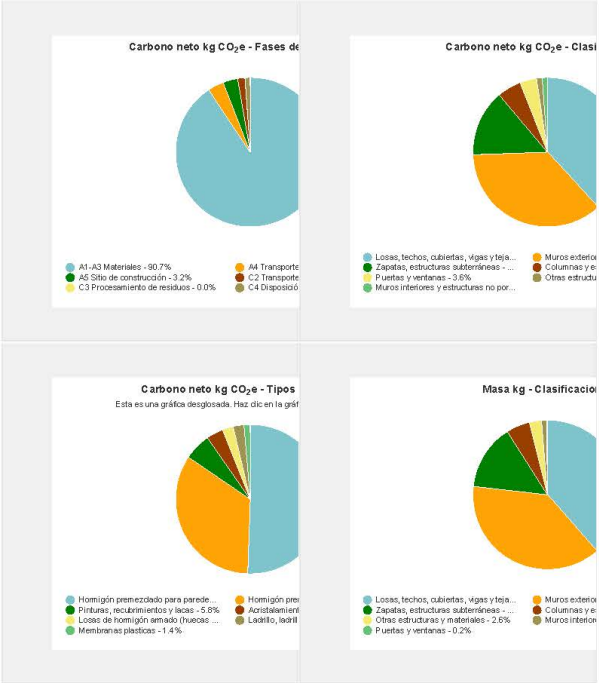
Gráficas

Descripción general | Burbuja | Sankey | Diagrama de Árbol | Fases del ciclo de vida | Anual | Gráfico de araña | Fases - apiladas | Materiales: apilados | Clasificaciones

Todos los gráficos

Vista de ciclo de vida de Carbono neto

Circular | Barra | Columna | Diagrama de Árbol



Mostrar tabla de datos: ☐ Carbono neto kg CO_2e - Fases del ciclo de vida ☐ Carbono neto kg CO_2e - Clasificaciones ☐ Carbono neto kg CO_2e - Tipos de recursos ☐ Masa kg - Clasificaciones

Carbono neto kg CO_2e - Fases del ciclo de vida

Artículo	Valor	Unidad	Porcentaje %
A1-A3 Materiales	225 000	kg CO_2e	113.70 %
A4 Transporte	8 250	kg CO_2e	4.17 %
A5 Sitio de construcción	7 500	kg CO_2e	3.79 %
C2 Transporte de residuos	3 825	kg CO_2e	1.93 %
C3 Procesamiento de residuos	40	kg CO_2e	0.02 %
C4 Disposición de residuos	2 775	kg CO_2e	1.40 %
D Externo	−49 500	kg CO_2e	-25.01 %

Carbono neto kg CO_2e - Clasificaciones

Artículo	Valor	Unidad	Porcentaje %
Losas, techos, cubiertas, vigas y tejado	74 250	kg CO_2e	38.30 %
Muros exteriores y fachada	70 500	kg CO_2e	36.36 %
Zapatas, estructuras subterráneas	27 750	kg CO_2e	14.31 %

Columnas y estructuras verticales portantes	9 750	kg CO_2e	5.03 %
Puertas y ventanas	7 050	kg CO_2e	3.64 %
Otras estructuras y materiales	2 325	kg CO_2e	1.20 %
Muros interiores y estructuras no portantes	2 250	kg CO_2e	1.16 %

Carbono neto kg CO_2e - Tipos de recursos

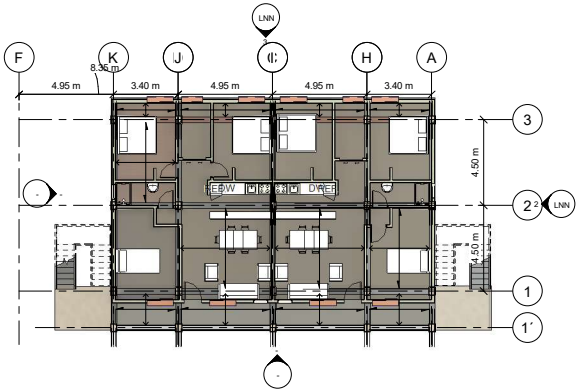
Artículo	Valor	Unidad	Porcentaje %
Hormigón premezclado para paredes y suelos externos	97 500	kg CO_2e	50.39 %
Hormigón premezclado para cimentaciones y paredes internas	66 000	kg CO_2e	34.11 %
Pinturas, recubrimientos y lacas	11 250	kg CO_2e	5.81 %
Acristalamiento y fachadas de vidrio	7 050	kg CO_2e	3.64 %
Losas de hormigón armado (huecas y sólidas)	4 650	kg CO_2e	2.40 %
Ladrillo, ladrillo de arcilla común	4 500	kg CO_2e	2.33 %
Membranas plasticas	2 625	kg CO_2e	1.36 %
Refuerzo (barras de refuerzo) para hormigón	−72	kg CO_2e	-0.04 %

Masa kg - Clasificaciones

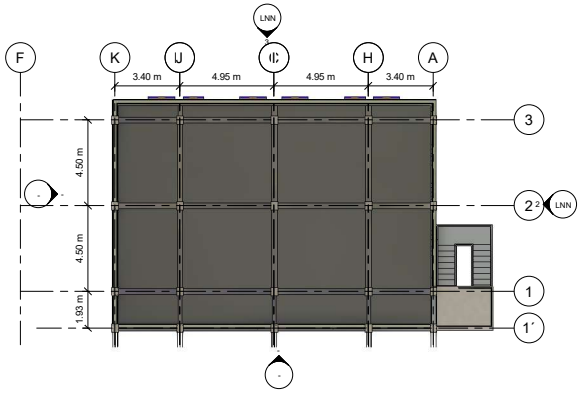
Artículo	Valor	Unidad	Porcentaje %
Losas, techos, cubiertas, vigas y tejado	472 500	kg	38.47 %
Muros exteriores y fachada	472 500	kg	38.47 %
Zapatas, estructuras subterráneas	172 500	kg	14.04 %
Columnas y estructuras verticales portantes	62 250	kg	5.07 %
Otras estructuras y materiales	32 250	kg	2.63 %
Muros interiores y estructuras no portantes	13 500	kg	1.10 %
Puertas y ventanas	2 700	kg	0.22 %

Fuentes de datos

One Click LCA © copyright One Click LCA LTD | Version: 0.36.0, Database version: 7.6

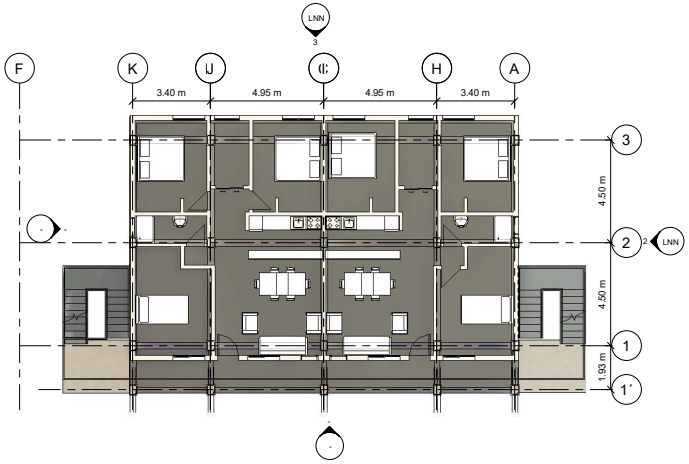


2 Nivel 1
1 : 120



4 Nivel 4
1 : 120

1 3D ARQUITECTONICO



3 Nivel 2
1 : 100

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

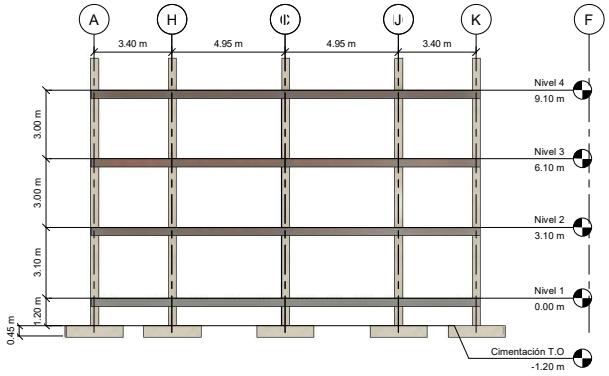
PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

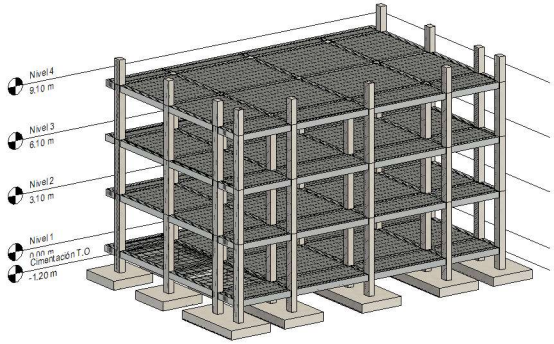
CONTENIDO:

LINEA BASE (Sistema constructivo tradicional de hormigón armado, paredes de bloque, enlucido, pintura)

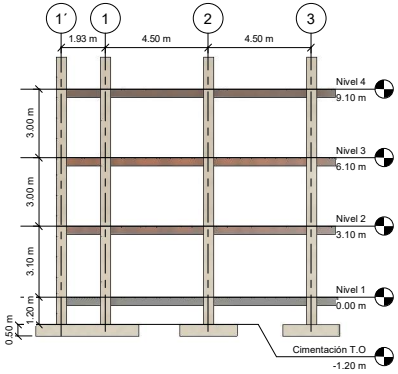
MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA: 1 / 2
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	
FECHA:	Febrero 2025	



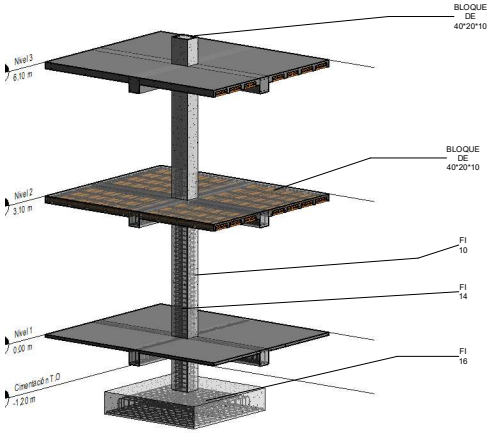
3 Norte
1 : 100



1 3D ESTRUCTURA



2 Este
1 : 100



4 3D DETALLES

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

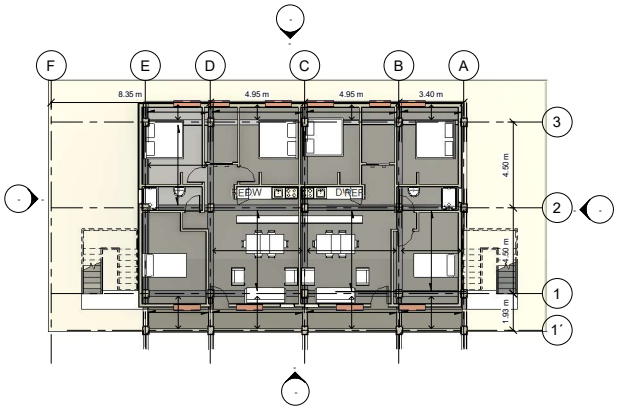
PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

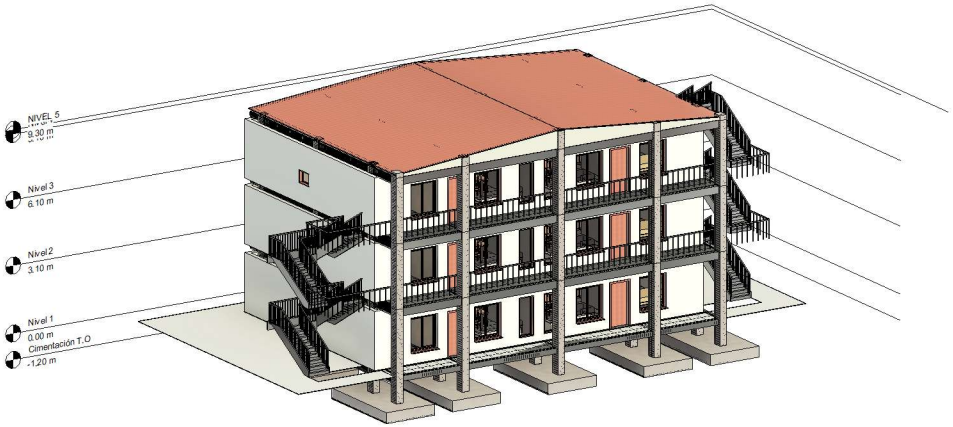
CONTENIDO:

LINEA BASE (Sistema constructivo tradicional de hormigón armado, paredes de bloque, enlucido, pintura)

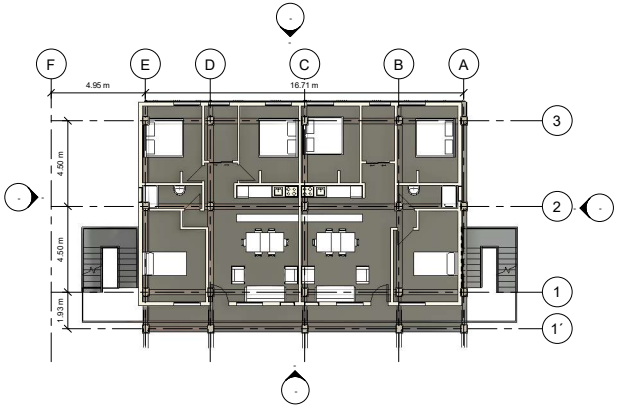
MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA:
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	2 / 2
FECHA:	Febrero 2025	



2 Nivel 1
1 : 120



1 3D ARQUITECTONICO



3 Nivel 2
1 : 120

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

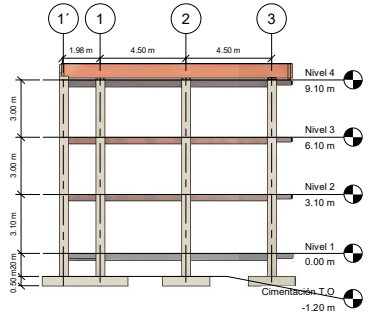
PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

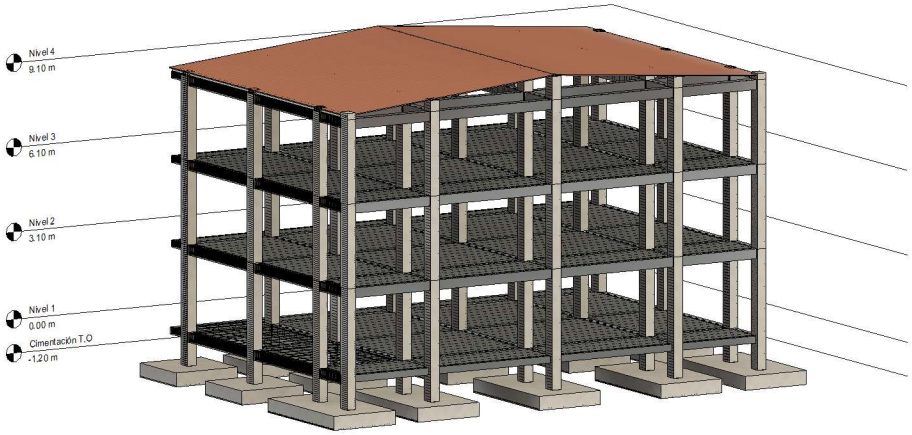
CONTENIDO:

ITERACIÓN 1 (Cambio de materiales de techo)

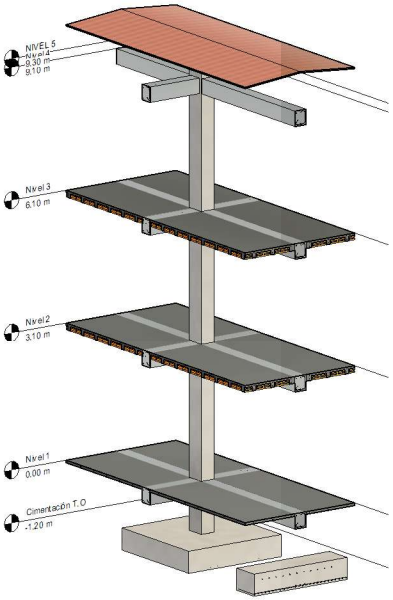
MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA:
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	1 / 2
FECHA:	Febrero 2025	



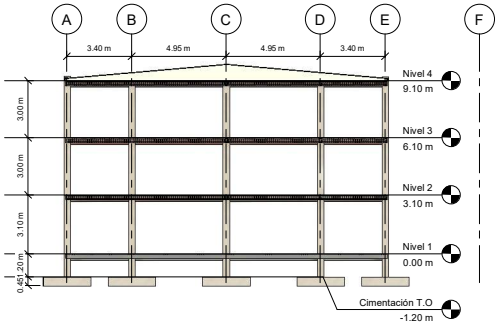
3 Este
1 : 120



2 3D ESTRUCTURAL



1 3D DETALLES



4 Norte
1 : 120

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

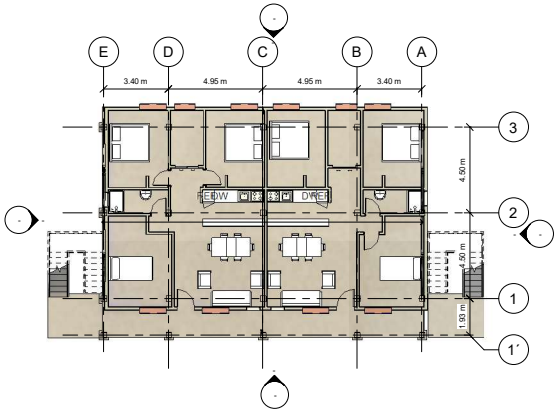
PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

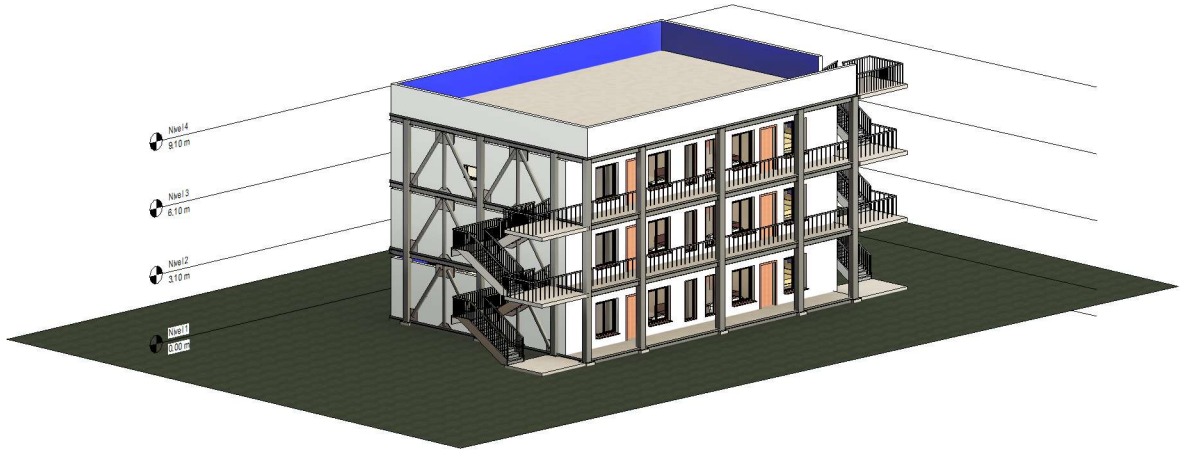
CONTENIDO:

ITERACIÓN 1 (Cambio de materiales de techo)

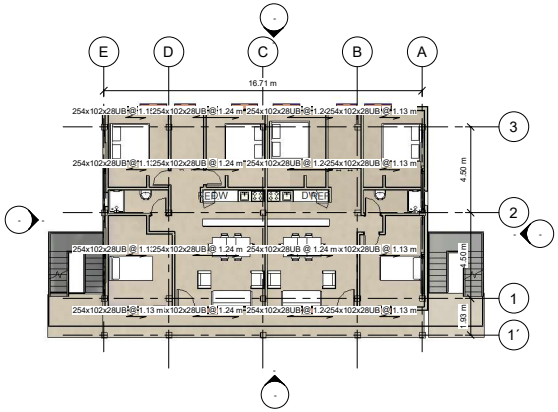
MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA: 2 / 2
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	
FECHA:	Febrero 2025	



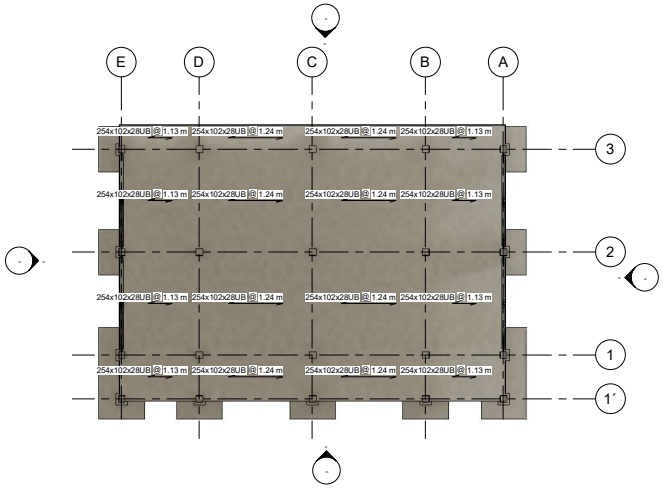
1 Nivel 1
1 : 120



3 3D ARQUITECTONICO



2 Nivel 2
1 : 120



4 Nivel 3
1 : 100

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

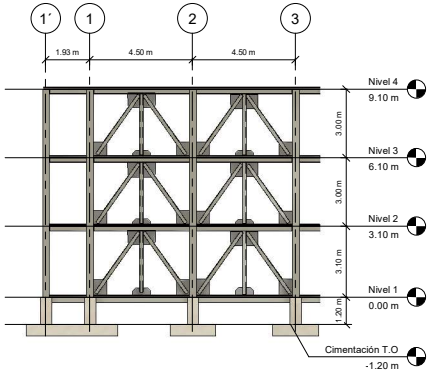
PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

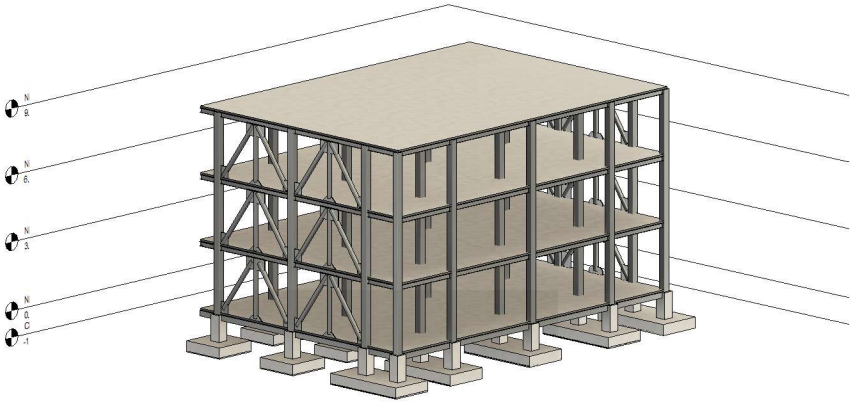
CONTENIDO:

ITERACIÓN 2 (Cambio de materiales de estructura)

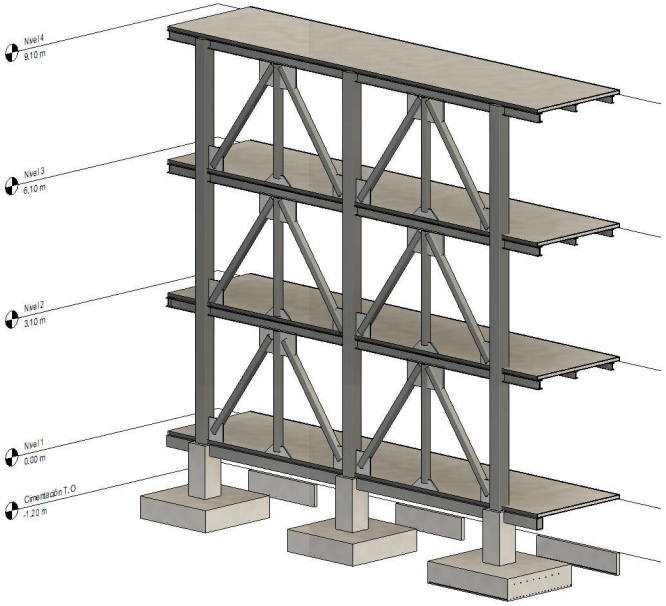
MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA: 1 / 2
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	
FECHA:	Febrero 2025	



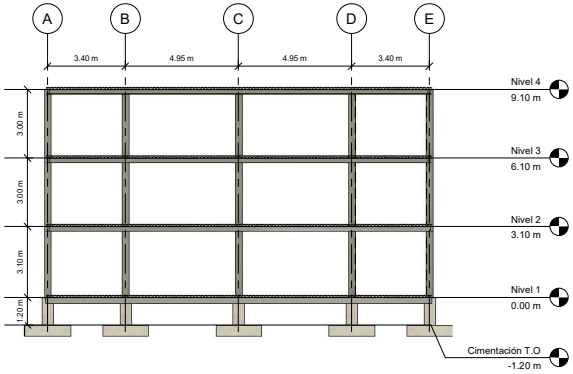
3 Este
1 : 100



1 3D ESTRUCTURAL



2 3D DETALLES



4 Norte
1 : 100

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

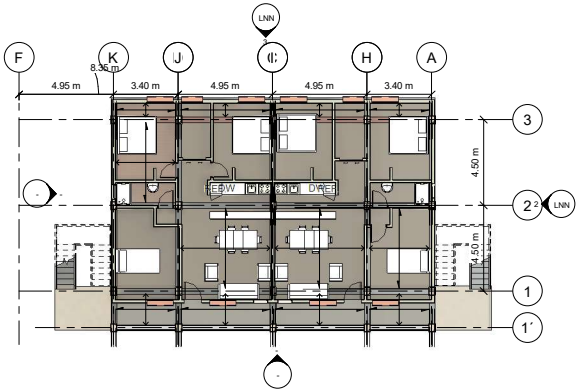
PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

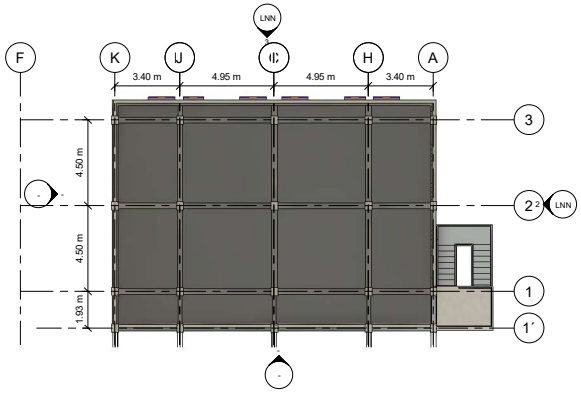
CONTENIDO:

ITERACIÓN 2 (Cambio de materiales de estructura)

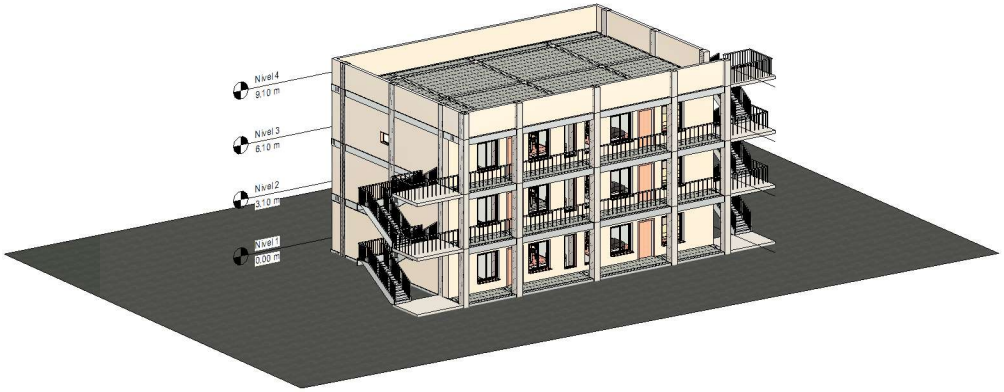
MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA: 2 / 2
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	
FECHA:	Febrero 2025	



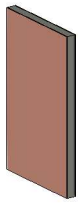
2 Nivel 1
1 : 120



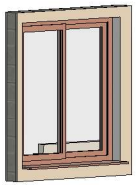
4 Nivel 4
1 : 120



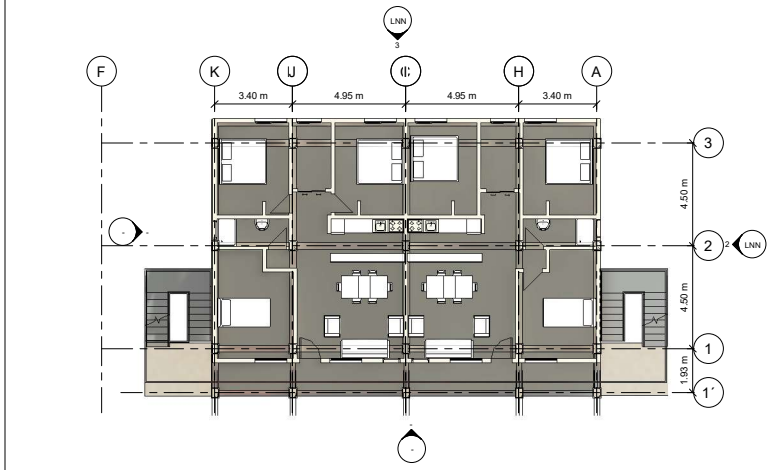
1 3D ARQUITECTONICO



5 3D PAREDES



6 3D VENTANAS



3 Nivel 2
1 : 100

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

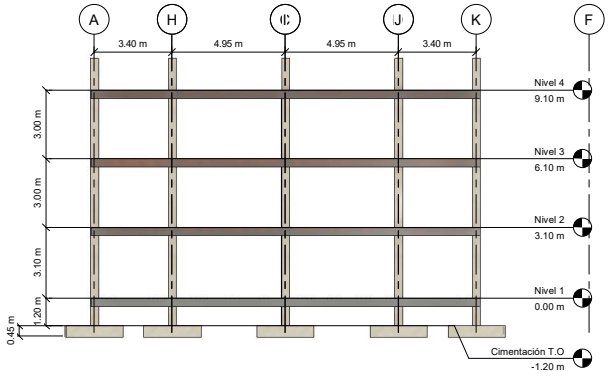
PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

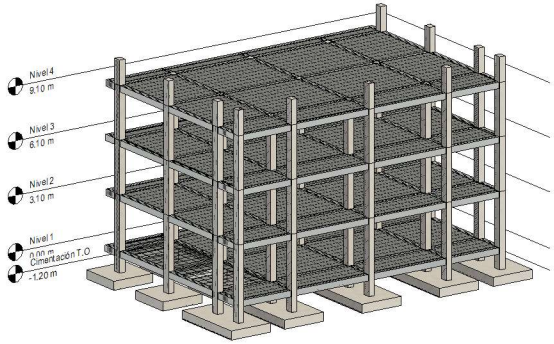
CONTENIDO:

ITERACIÓN 3 (Cambio de materiales de envolvente, paredes con revocado de mampostería, sin pintura y ventanas)

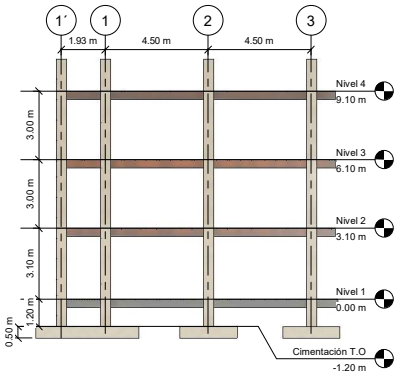
MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA: 1 / 2
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	
FECHA:	Febrero 2025	



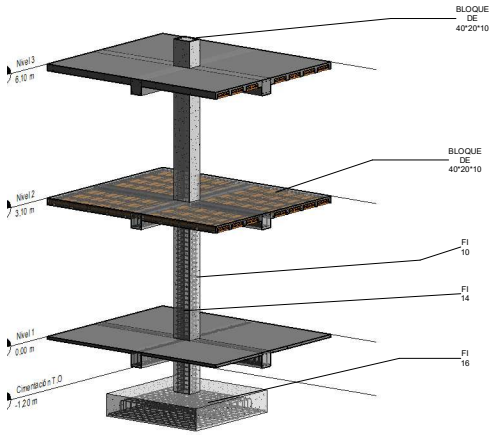
3 Norte
1 : 100



1 3D ESTRUCTURA



2 Este
1 : 100



4 3D DETALLES

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

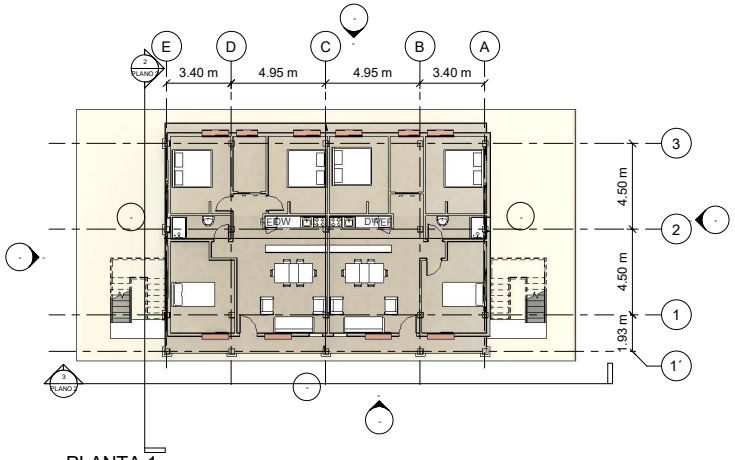
PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

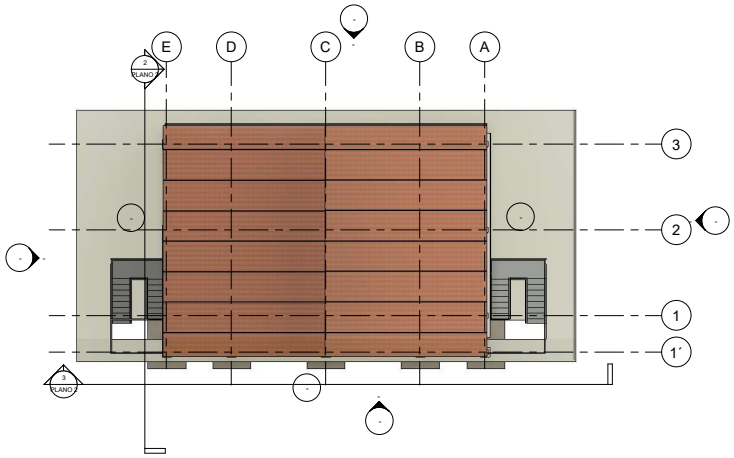
CONTENIDO:

ITERACIÓN 3 (Cambio de materiales de envolvente, paredes con revocado de mampostería, sin pintura y ventanas)

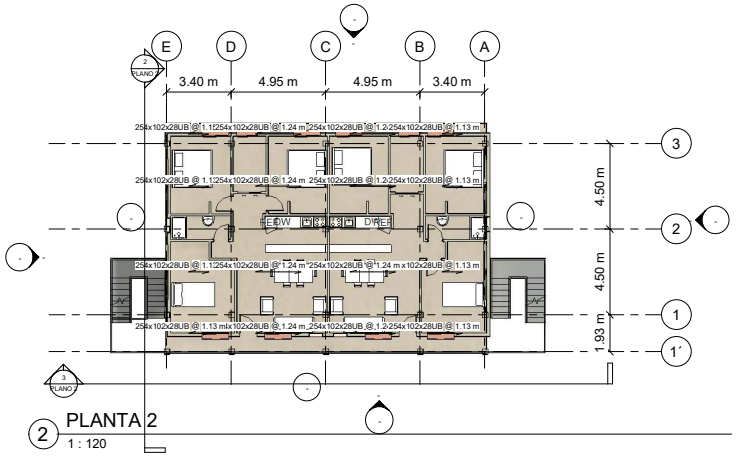
MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA:
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	2 / 2
FECHA:	Febrero 2025	



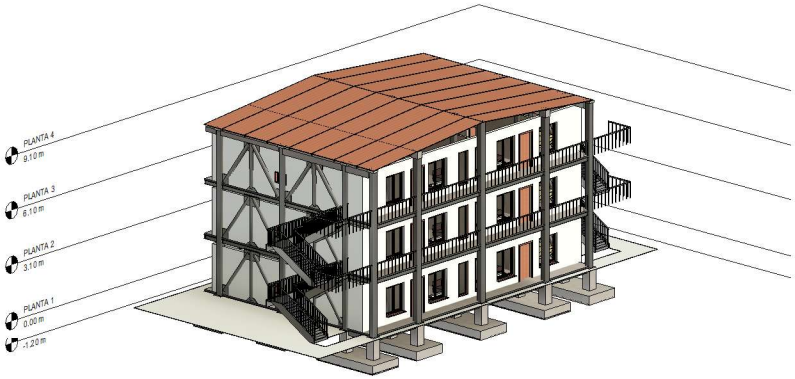
1 PLANTA 1
1 : 120



3 PLANTA 4
1 : 120



2 PLANTA 2
1 : 120



4 3D ARQUITECTONICO

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

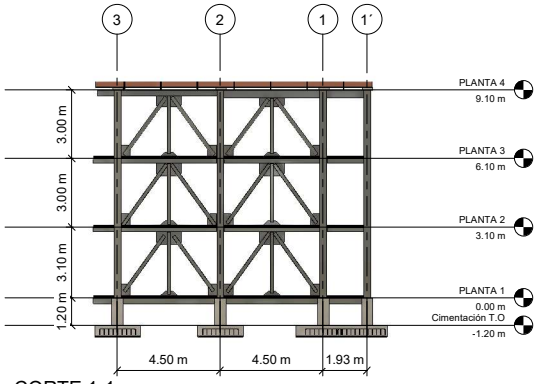
PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

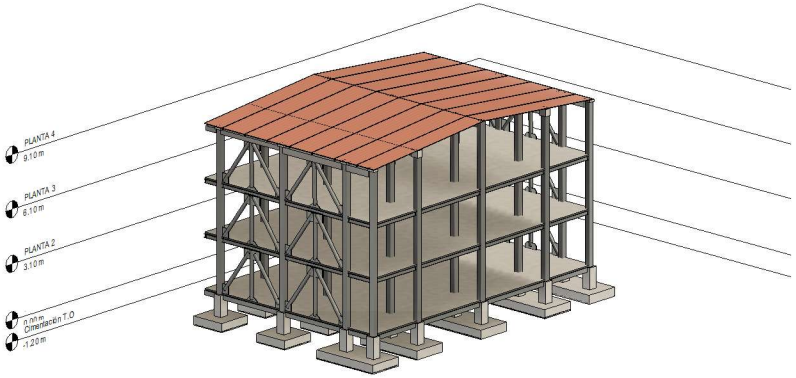
CONTENIDO:

ITERACIÓN 4 (CONBINACIÓN ITERACIÓN 1Y ITERACIÓN 2)

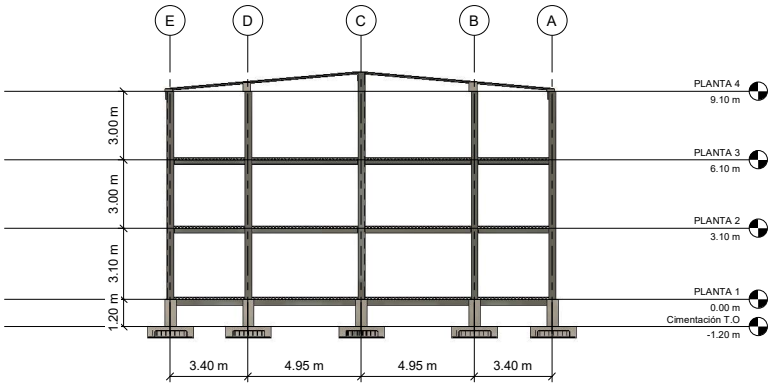
MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA: 1 / 2
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	
FECHA:	Febrero 2025	



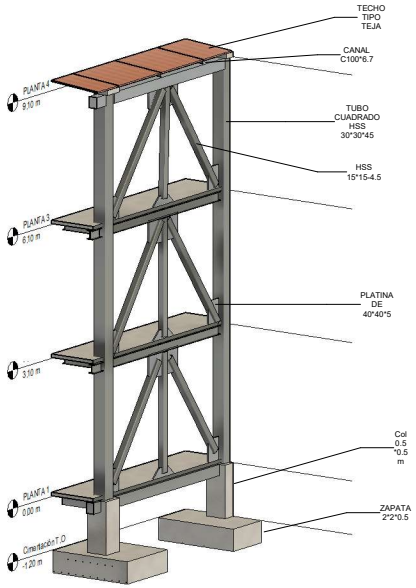
2 CORTE 1-1
1 : 100



1 3D ESTRUCTURAL



3 CORTE 1-2
1 : 100



4 3D DETALLES

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

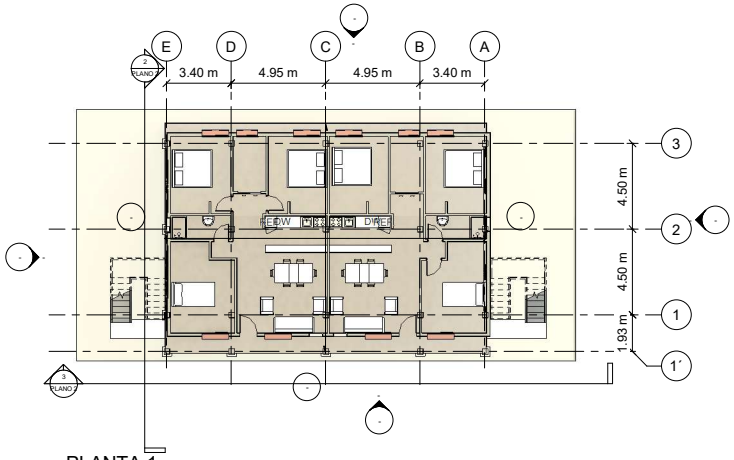
PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

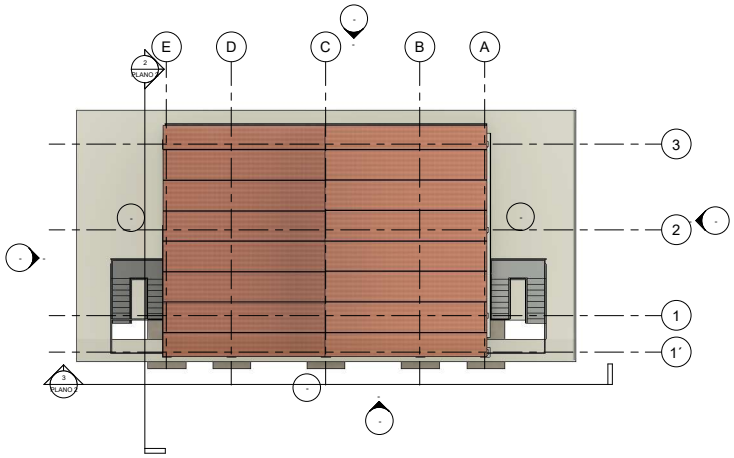
CONTENIDO:

ITERACIÓN 4 (CONBINACIÓN ITERACIÓN 1Y ITERACIÓN 2)

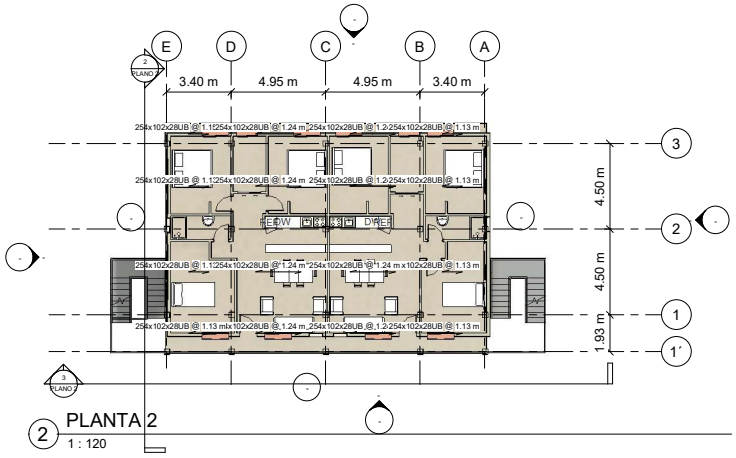
MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA: 2 / 2
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	
FECHA:	Febrero 2025	



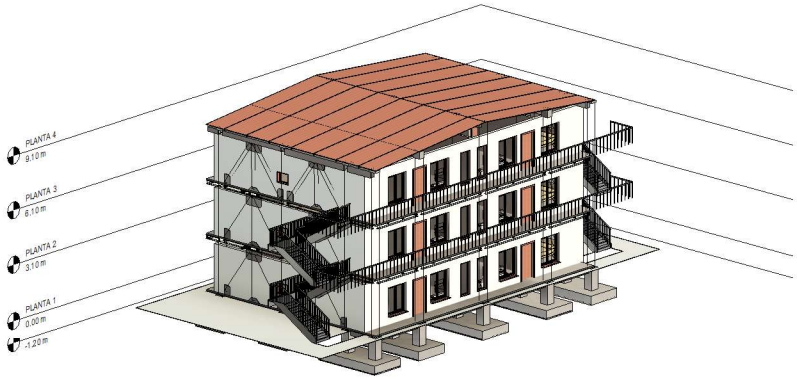
1 PLANTA 1
1 : 120



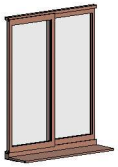
3 PLANTA 4
1 : 120



2 PLANTA 2
1 : 120



4 3D ARQUITECTONICO



5 3D VENTANAS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

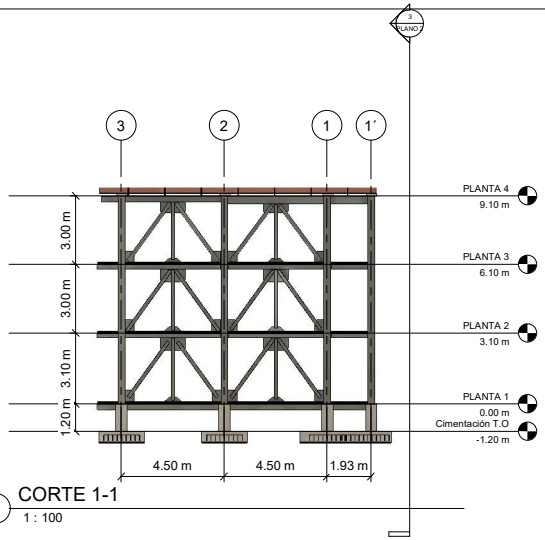
PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

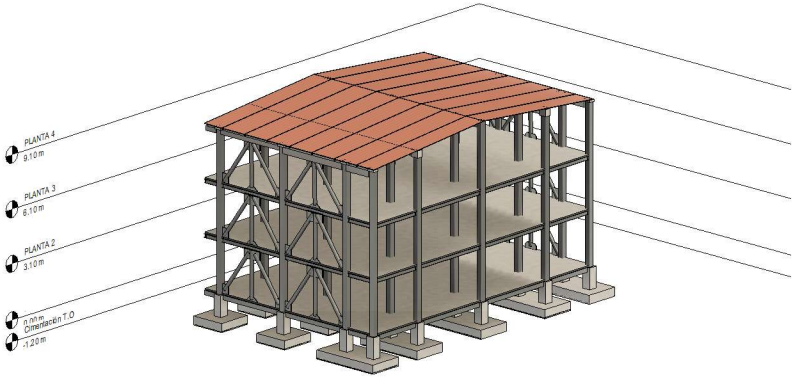
CONTENIDO:

ITERACIÓN 5 (Combinacion de todas las iteraciones)

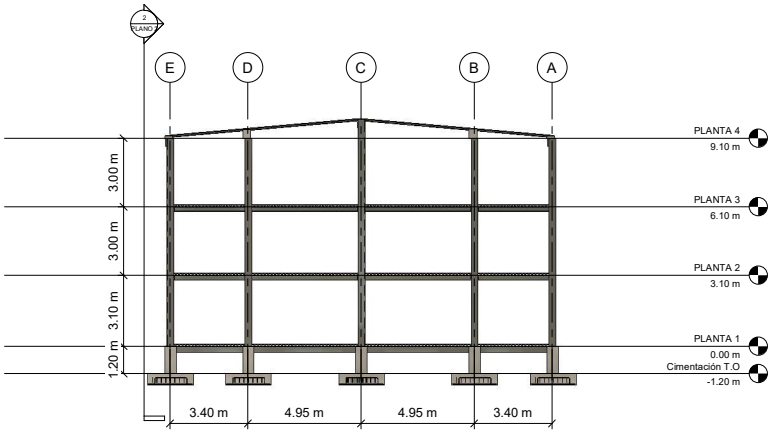
MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA: 1 / 2
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	
FECHA:	Febrero 2025	



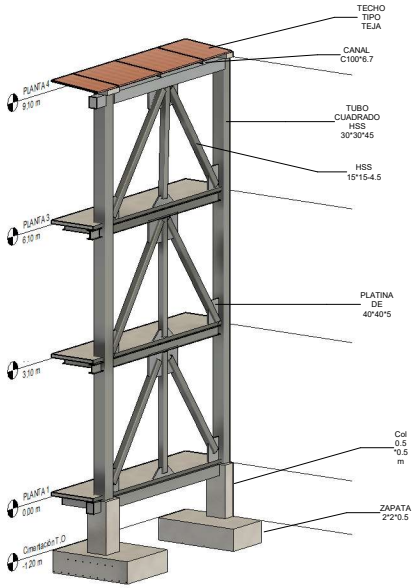
2 CORTE 1-1
1 : 100



1 3D ESTRUCTURAL



3 CORTE 1-2
1 : 100



4 3D DETALLES

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Tierra

PROYECTO:

Aplicación de herramientas BIM para el análisis de ciclo de vida en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Este es un caso de estudio de un proyecto en la Provincia del Guayas

CONTENIDO:

ITERACIÓN 5 (Combinacion de todas las iteraciones)

MAESTRANTES:	Ing. Paúl Flores Ing. Johnny Revelo	LAMINA:
TUTOR:	Msc. Victor Orozco, Ing.	2 / 2
FECHA:	Febrero 2025	