An architectural rendering of a modern, multi-story building with a courtyard. The building features a prominent facade with a grid of columns and horizontal bands. The courtyard is landscaped with green grass, trees, and a paved walkway. Several people are shown walking and interacting in the courtyard. The sky is blue with scattered white clouds. A semi-transparent purple box is overlaid on the building, containing text.

**Edificio en altura con materiales de bajo impacto en el sector de Rumipamba, Quito 2023**

**DAYANA ALEJANDRA TÚQUERES MÉNDEZ**

Túqueres, D. (2023).

Edificio en altura con materiales de bajo impacto en el sector de Rumipamba, Quito 2023

Universidad Tecnológica Indoamérica - Quito



**Universidad  
Indoamérica**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**Edificio en altura con materiales de bajo impacto en el sector  
de Rumipamba, Quito 2023**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de  
Arquitecto

Autor

**Túqueres Méndez Dayana Alejandra**

Tutor

Msc. Arq. Esteban Caceres

**QUITO - ECUADOR  
2023**

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

Yo, DAYANA ALEJANDRA TÚQUERES MÉNDEZ, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “Edificio en altura con materiales de bajo impacto en el sector de Rumipamba, Quito 2023”. como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorico al sistema de Biblioteca de la Universidad Tecnológica Indoamerica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital institucional (RDI-UTI).

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

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

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Quito, a los 26 días del mes de Julio de 2021, firmo conforme:



.....  
Dayana Alejandra Túqueres Méndez  
C.I. 1752928430  
Dirección: CARAPUNGO  
Correo: dtuqueres@indoamerica.edu.ec

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Arquitecto, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 10 de Agosto de 2022



DAYANA ALEJANDRA TÚQUERES MÉNDEZ  
C.I. 1718382052

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “Edificio en altura con materiales de bajo impacto en el sector de Rumipamba, Quito 2023” presentado por RDAYANA ALEJANDRA TÚQUERES MÉNDEZ para optar por el título de Arquitecto., CERTIFICO Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 10 Agosto de 2021.



Firmado electrónicamente por:  
ESTEBAN FERNANDO  
CACERES GUERRERO

ESTEBAN FERNANDO CACERES GUERRERO  
C.I. 0604254524

## **APROBACIÓN TRIBUNAL**

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado sobre el Tema: EDIFICIO EN ALTURA CON MATERIALES DE BAJO IMPACTO EN EL SECTOR DE RUMIPAMBA, QUITO, 2023, previo a la obtención del Título de Arquitecto, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de integración curricular.

Quito, 00 de Septiembre de 2021

Raul Maecelo Villacis Ormaza, M. Arch.  
TUTOR  
C.I.1312200106

Ing. Jorge Ponce Tamayo  
TUTOR  
C.I. 1757008436

## DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis principalmente a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza para seguir adelante. También quiero dedicarla de manera especial a mis padres, Wilter Tuqueres y Silvana Mendez, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida. Han sido mis guías y apoyo incondicional en este camino, y les agradezco de corazón por haberme dado su mano, enseñanzas y, sobre todo, su amor, lo cual me ha permitido superar cada obstáculo y avanzar.

Asimismo, quiero dedicar esta tesis a mi hermano Nicolás, quien ha sido mi fiel compañero de aventuras. Él es una persona especial en mi vida y deseo ser un ejemplo para él, inspirándolo a seguir sus sueños, También quiero expresar mi dedicatoria a mi querida prima Nayelly, quien ha sido un apoyo incondicional en el transcurso de mi vida, siendo como una hermana para mí. Su presencia y aliento han sido de gran significado en mi desarrollo.

Además, dedico esta tesis a mis abuelitos, quienes siempre han estado presentes en mi vida, brindándome su amor y sabiduría. Su apoyo incondicional ha sido un faro en mi camino y les agradezco todo lo que han hecho por mí.

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que me apoyaron de diversas maneras para lograr este éxito.

En primer lugar, agradezco a mi tutor, el Arq. Estenan Cáceres, por su paciencia y dedicación en guiarme hasta la culminación de este proyecto. Su orientación fue fundamental para el desarrollo y éxito de este trabajo.

También quiero expresar mi gratitud al Arq. Frank Bernal, quien ha sido una de las principales guías y apoyos desde los primeros semestres de mi carrera. Agradezco su sabiduría y paciencia a lo largo de todos estos años.

Un agradecimiento especial a Cristhian, cuyo apoyo constante y motivación fueron una fuente inagotable de inspiración durante todo el proceso. Su aliento fue crucial para superar los desafíos que se presentaron en el camino.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a mis amigos y compañeros, quienes fueron una parte fundamental en esta experiencia universitaria. Su compañía y amistad hicieron que cada paso fuera placentero e inolvidable, y a una persona muy especial, Jasmín, mi compañera inseparable. Gracias por ser mi amiga incondicional y travesuras a lo largo de este proceso. Tu presencia ha sido un pilar y un motivo constante para seguir en este camino.

## RESUMEN EJECUTIVO

Hoy en día, la industria de la construcción se encuentra ante un importante desafío: mitigar su impacto ambiental y contribuir activamente a la lucha contra el cambio climático. Esto implica adoptar prácticas que promuevan la utilización de materiales de bajo consumo y considerar el crecimiento en altura como una estrategia para redensificar las áreas urbanas. Al aprovechar la infraestructura preexistente y evitar la expansión horizontal de la mancha urbana, se busca reducir significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub> y lograr un entorno más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Una de las alternativas prometedoras es el uso de materiales de bajo impacto, como la madera laminada y el cement board, que cumplen con los estándares de eficiencia y reducen significativamente la generación de residuos. Estos materiales se seleccionan cuidadosamente para garantizar que la construcción sea respetuosa con el medio ambiente y tenga una conciencia ambiental en todas sus etapas.

El diseño propuesto es un edificio de altura ubicado en el sector de Rumipamba, Quito, que destaca por su enfoque ecológico y sostenible, se extiende más allá de la etapa de construcción, ya que se considera cuidadosamente el ciclo de vida del edificio. Se buscan prácticas de diseño que optimicen su eficiencia energética.

**DESCRIPTORES:** Construcción, impacto, materiales, medio ambiente



## ABSTRACT

Today, the construction industry is facing a significant challenge: to mitigate its environmental impact and actively contribute to the fight against climate change. This entails adopting practices that promote the use of low-consumption materials and considering vertical growth as a strategy to densify urban areas. By capitalizing on existing infrastructure and avoiding horizontal urban sprawl, the goal is to substantially reduce CO2 emissions and achieve a more sustainable and environmentally-friendly environment.

One promising alternative is the use of low-impact materials, such as laminated wood and cement board, which meet efficiency standards and significantly reduce waste generation. These materials are carefully selected to ensure that the construction is environmentally friendly and maintains an environmental consciousness throughout all stages.

The proposed design is a high-rise building located in the Rumipamba area of Quito, which stands out for its ecological and sustainable approach. The focus extends beyond the construction phase, as the building's life cycle is thoughtfully considered. Design practices are sought to optimize energy efficiency.

**KEYWORDS:** Construction, impact, materials, environment

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## ETAPA 1 • Conocimiento Previo

### CONOCIMIENTOS PREVIOS

<b>1. Introducción al problema de estudio</b> .....	<b>18</b>
<b>2. JUSTIFICACION</b> .....	<b>21</b>
<b>3. Objetivos</b> .....	<b>22</b>
3.1 Objetivo general.....	22
3.2 Objetivos específicos.....	22
<b>4. Fundamentación teórica</b> .....	<b>23</b>
4.1 Revolucionando la arquitectura según la sostenibilidad ambiental.....	23
4.2 Sostenibilidad ambiental en la arquitectura.....	23
4.3 Impacto de la arquitectura sostenible.....	24
4.4 Construcción sostenible.....	24
<b>5 “Más allá del hormigón: Nuevos materiales que desafían las convenciones de la construcción”</b> .....	<b>25</b>
5.1 Hormigón.....	25
5.2 Madera.....	26
5.3 Bambu.....	26
5.4 Adobe.....	26
<b>6 “Explorando las Posibilidades de la Madera Laminada en la Arquitectura Moderna”</b> .....	<b>27</b>
6.1 Madera Laminada.....	27
<b>7. ANALISIS DE ESTUDIO</b> .....	<b>28</b>
7.1. Edificio de apartamentos Qvillestaden.....	28
7.2. Hoho Wien.....	28
7.3. Torre veta gerdau corsa.....	29

## ETAPA 2 • Diagnóstico

8. Metodología de la investigación.....	32
8.1 Fase 1: Diagnostico.....	34
8.2 Fase 2: Partido arquitectónico.....	34
8.3 Fase 3: Propuesta arquitectónica.....	34
<b>9. Levantamiento de datos.....</b>	<b>35</b>
9.1 “Medición de la Contaminación en Materiales de Construcción: Desarrollo de un Índice de Impacto Ambiental”.....	35
9.2 Análisis de impacto ambiental: comparativa entre materiales convencionales y alternativos.....	36
<b>10. Análisis del sector de ubicación.....</b>	<b>42</b>
10.1 Análisis de entorno directo.....	44
10.2 Análisis de movilidad.....	45
10.3 Análisis social.....	47
10.4 Fenómenos urbanos.....	48
10.5 Análisis sensorial.....	49

## ETAPA 3 • Resultados

<b>11. Introducción.....</b>	<b>52</b>
11.1 Justificación del sitio.....	52
<b>12. Consumo de huella de carbono aplicado al proyecto.....</b>	<b>53</b>
<b>13. Resultados.....</b>	<b>54</b>
<b>14. Discusión de Resultados.....</b>	<b>88</b>
<b>15. Reflexiones finales.....</b>	<b>88</b>
<b>16. Recomendaciones.....</b>	<b>89</b>
<b>17. Bibliografía.....</b>	<b>90</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

## ETAPA 1 • Conocimiento Previo

<b>Tabla 1.</b> Metodología de la investigación.....	33
<b>Tabla 2.</b> Análisis del Consumo de Energía y Emisiones de Co2 de Materiales Convencionales en la Construcción.....	35
<b>Tabla 3.</b> Consumo de materiales en construcción.....	36
<b>Tabla 4.</b> Consumo de madera laminal .....	37
<b>Tabla 5.</b> Especificaciones técnicas de madera laminal.....	38
<b>Tabla 6.</b> Especificaciones técnicas de cemento board.....	39
<b>Tabla 7.</b> Emisiones de Co2: materiales alternativos en construcción.....	40
<b>Tabla 8.</b> Emisiones de Co2: materiales convencionales en construcción.....	41
<b>Tabla 9.</b> IRM de predio de estudio .....	43
<b>Tabla 10.</b> IRM de predio de estudio .....	43
<b>Tabla 11.</b> Emisiones de CO2: Materiales convencionales.....	53

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Figura 1. Madera Laminada</b> .....	<b>27</b>
<b>Figura 2. Gestión de plantaciones forestales</b> .....	<b>27</b>
<b>Figura 3. Edificio de apartamentos Qvillestaden</b> .....	<b>28</b>
<b>Figura 4. Edificio Hoho Wien</b> .....	<b>28</b>
<b>Figura 5. Edificio Torre Veta</b> .....	<b>29</b>
<b>Figura 6. Diagrama proceso Co2</b> .....	<b>35</b>
<b>Figura 7. Nivel de emisiones de Co2 en materiales de acero</b> .....	<b>36</b>
<b>Figura 8. Propiedades de la madera</b> .....	<b>37</b>
<b>Figura 9. Vigas de la madera laminada</b> .....	<b>37</b>
<b>Figura 10. Madera laminada en estructuras</b> .....	<b>38</b>
<b>Figura 11. Revestimiento</b> .....	<b>38</b>
<b>Figura 12. Ventilación</b> .....	<b>39</b>
<b>Figura 13. Composición del cemend board</b> .....	<b>39</b>
<b>Figura 14. Paneles</b> .....	<b>40</b>
<b>Figura 15. Mapa del sitio</b> .....	<b>42</b>
<b>Figura 16. Delimitación del sitio de estudio</b> .....	<b>43</b>
<b>Figura 17. Análisis de entorno directo</b> .....	<b>44</b>
<b>Figura 18. Análisis de movilidad</b> .....	<b>45</b>
<b>Figura 19. Ubicación y porcentajes de movilidad</b> .....	<b>46</b>
<b>Figura 20. Movilidad diurna y nocturna</b> .....	<b>46</b>
<b>Figura 21. Análisis social</b> .....	<b>47</b>
<b>Figura 22. Fenómenos urbanos</b> .....	<b>48</b>
<b>Figura 23. Cartas solares</b> .....	<b>49</b>
<b>Figura 24. Texturas y colores</b> .....	<b>49</b>
<b>Figura 25. Diagramas funcionales</b> .....	<b>54</b>
<b>Figura 26. Estrategias de diseño</b> .....	<b>54</b>

<b>Figura 27.</b> Estrategias de diseño .....	54
<b>Figura 28.</b> Conexión exteriores .....	55
<b>Figura 29.</b> Entorno .....	55
<b>Figura 30.</b> Diagramas generativos.....	56
<b>Figura 31.</b> Análisis de materialidad.....	56
<b>Figura 32.</b> Características de ahorro y eficiencia.....	56
<b>Figura 33.</b> Inicios de una edificación.....	57
<b>Figura 34.</b> Desmontaje de niveles.....	57
<b>Figura 35.</b> Ciclo de vida de una construcción.....	57
<b>Figura 36.</b> Implantación .....	58
<b>Figura 37.</b> Tipologías.....	59
<b>Figura 38.</b> Tipologías.....	60
<b>Figura 39.</b> Plantas Arquitectónicas.....	60
<b>Figura 40.</b> Plantas Arquitectónicas.....	61
<b>Figura 41.</b> Plantas Arquitectónicas.....	61
<b>Figura 42.</b> Plantas Arquitectónicas.....	62
<b>Figura 43.</b> Plantas Arquitectónicas.....	62
<b>Figura 44.</b> Plantas Arquitectónicas.....	63
<b>Figura 45.</b> Plantas Arquitectónicas.....	63
<b>Figura 46.</b> Subsuelo.....	64
<b>Figura 47.</b> Detalles estructurales .....	64
<b>Figura 48.</b> Corte escandillón.....	65
<b>Figura 49.</b> Planta estructural (Madera).....	66
<b>Figura 50.</b> Planta estructural (Subsuelo).....	67
<b>Figura 51.</b> Planta estructural (Subsuelo).....	67
<b>Figura 52.</b> Fachada frontal.....	68
<b>Figura 53.</b> Fachada posterior.....	69
<b>Figura 54.</b> Fachada lateral derecha.....	70

<b>Figura 55.</b> Fachada lateral izquierda.....	71
<b>Figura 56.</b> Corte A-A.....	72
<b>Figura 57.</b> Corte B-B.....	73
<b>Figura 58.</b> Estructura explotada.....	74
<b>Figura 59.</b> Render exterior .....	75
<b>Figura 60.</b> Render exterior .....	76
<b>Figura 61.</b> Render exterior .....	77
<b>Figura 62.</b> Render exterior .....	78
<b>Figura 63.</b> Render exterior .....	79
<b>Figura 64.</b> Render exterior .....	80
<b>Figura 65.</b> Render exterior .....	81
<b>Figura 66.</b> Render interior .....	82
<b>Figura 67.</b> Render interior .....	83
<b>Figura 68.</b> Render interior .....	84
<b>Figura 69.</b> Render interior .....	85
<b>Figura 70.</b> Render interior .....	86
<b>Figura 71.</b> Render interior .....	87

# ETAPA 1

Conocimiento previo





## 1 .Introducción al problema

El alto impacto ambiental que provocan los materiales de construcción.

A nivel mundial, la industria de la construcción es una de las principales causantes de daños ambientales masivos. Existen varios materiales que se usan mucho en construcción como madera, acero, vidrio, ladrillo, etc., pero unos de los más dañinos es el cemento, este material está compuesto de Clinker de cemento, yeso, piedra caliza, aditivos, (PortlandCement, 1999), material ampliamente utilizado en la construcción. La producción de cemento genera emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera, con una media mundial de 900 kg, lo que representa del 5% al 8% de las emisiones globales (Habert, Billard, Rossi, y C. Chen, 2010). A nivel regional, existen diferentes métodos de explotación de los recursos naturales utilizados en la construcción, y estos pueden variar de un país a otro.

En América Latina, la industria de la construcción causa problemas socio ambientales. En México, las cementeras son utilizadas como medios de tráfico de activos respaldados por el estado y por grupos delictivos (Global Witness, 2015). Esto ha contribuido a un rápido crecimiento para consolidarse en cada país de la región, y muchas de estas plantas arrojan masivamente CO<sub>2</sub> a la atmósfera. México ocupa el segundo lugar en la lista, con 32 plantas de concreto que consumen  $38.80 \times 10^6$  toneladas. Brasil, uno de los países más grandes de la región, cuenta con 58 plantas y ocupa el primer lugar, generando  $45.97 \times 10^6$  toneladas. Perú, con 6 plantas, produce  $11.06$

$10^6$  toneladas al año, mientras que Ecuador cuenta con 5 plantas y un consumo de  $4.44 \times 10^6$  toneladas (Herrera, 2008). Estas organizaciones buscan lugares de difícil acceso para tener mayor libertad en el manejo de los residuos.

En los últimos años, el crecimiento de la industria en América Latina ha sido significativo, y esto ha llevado a la implementación de normativas más específicas para un mejor manejo de los recursos naturales. Sin embargo, estas normativas a menudo no son efectivas debido a la falta de cumplimiento. Organizaciones ambientalistas han protestado contra estos actos, lo que ha dado como resultado la falta de aplicación de estas leyes (Global Witness, 2015), lo que deja de lado el cuidado del medio ambiente.

En los últimos años, en Ecuador ha aumentado la construcción de edificaciones, lo que ha ocasionado una mayor emisión de gases de efecto invernadero y una explotación más intensa de los recursos naturales del país. Según un informe del Ministerio del Ambiente, el sector de la construcción es responsable del 10% de las emisiones de gases de efecto invernadero en el país, siendo la producción de cemento una de las principales causas de este problema (Ministerio del Ambiente, 2016). Además, la producción de materiales de construcción tradicionales como el cemento y el acero también genera otros impactos significativos, como la contaminación del agua y la degradación del suelo. Estos componentes requieren una gran cantidad de energía durante su producción y transporte, lo que incrementa su huella de carbono (Almeida et al., 2020).

La falta de regulaciones y normativas claras en el sector de la construcción es una problemática importante en Ecuador. Aunque existen algunas regulaciones relativas a la calidad de los materiales de construcción, no se cono-

cen normativas específicas que fomenten la utilización de elementos más sostenibles o que regulen el uso de los recursos naturales. Esto ha dado lugar a una sobreexplotación y al uso de materiales no sostenibles, lo que aumenta la huella de carbono (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

Por otra parte, la falta de acceso a materiales de construcción de bajo impacto ambiental también es un problema en Ecuador. Muchos de estos insumos no están disponibles en el mercado local o son costosos. Esto se debe en parte a la falta de demanda por parte de los clientes y a la falta de incentivos económicos para la utilización de materiales alternativos en la construcción (Almeida et al., 2020).

Además, los residuos generados por estos materiales han causado daños ambientales debido a la falta de conciencia ambiental. En muchos casos, se opta por destinarlos a lugares prohibidos con el fin de reducir costos o ahorrar tiempo. Aunque se están tomando medidas para mitigar los efectos negativos de estos materiales en el medio ambiente, incluso cuando se depositan en lugares designados como El Troje IV y San Antonio (escombros), es inevitable que causen impacto ambiental por los mismos componentes del material. Es necesario tener en cuenta que, a pesar de contar con lugares destinados para su disposición, estos residuos seguirán generando consecuencias perjudiciales para el ecosistema.

En los últimos años, se ha observado un aumento en la conciencia ambiental y sostenible en las industrias. Empresas como Holcim han lanzado productos como el Concreto ECO Pact, y Ecuaplastic ha desarrollado tableros ecológicos de plásticos reciclados, demostrando el compromiso de las empresas con el medio ambiente. Cada vez son más las industrias que están enfocando su visión hacia la utilización del reciclaje y otros materiales

de bajo impacto. Estas iniciativas reflejan la búsqueda de materiales y proveedores que fomenten una construcción más sostenible en Ecuador. La adopción de materiales de bajo impacto es una manera efectiva de fomentar la conciencia ambiental en el país, y además impulsa la creación de una nueva industria verde.

El sector de Rumipamba ha experimentado un importante crecimiento en las últimas décadas debido al incremento de institutos universitarios, escuelas, oficinas, iglesias y residentes, convirtiéndolo en un eje económico centralizado de la ciudad de Quito. Es evidente el crecimiento de edificios de vivienda en altura y oficinas en la zona, cuyo sistema de construcción en su mayoría se basa en el uso de hormigón.

El objetivo principal de este estudio es contribuir al desarrollo sostenible en la zona de Rumipamba, a través de la implementación de materiales de bajo impacto en la tipología en altura. La utilización de materiales sostenibles no solo reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también puede reducir los costos a largo plazo y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona.

-----

Para lograr esto, se llevará a cabo una comparativa entre edificios que utilizan materiales convencionales y edificios que utilizan materiales de bajo impacto, en términos de costo, eficiencia energética y emisiones de gases de efecto invernadero. Además, se presentará un anteproyecto de diseño que incluirá la implementación de materiales sostenibles en la construcción de un edificio en la zona de Rumipamba.

Se espera que los resultados de este estudio puedan ser útiles para promover la adopción de materiales de bajo impacto en la construcción en la zona y, por ende, en otras zonas similares. La implementación de estas prácticas puede contribuir significativamente al desarrollo sostenible y al cuidado del medio ambiente de manera responsable.

## 2. Justificación

El sector de Rumipamba ha experimentado un importante crecimiento en las últimas décadas debido al incremento de institutos universitarios, escuelas, oficinas, iglesias y residentes, convirtiéndolo en un eje económico centralizado de la ciudad de Quito. Es evidente el crecimiento de edificios de vivienda en altura y oficinas en la zona, cuyo sistema de construcción en su mayoría se basa en el uso de hormigón.

El objetivo principal de este estudio es contribuir al desarrollo sostenible en la zona de Rumipamba, a través de la implementación de materiales de bajo impacto en la tipología en altura. La utilización de materiales sostenibles no solo reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también puede reducir los costos a largo plazo y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona.

-----  
Para lograr esto, se llevará a cabo una comparativa entre edificios que utilizan materiales convencionales y edificios que utilizan materiales de bajo impacto, en términos de costo, eficiencia energética y emisiones de gases de efecto invernadero. Además, se presentará un anteproyecto de diseño que incluirá la implementación de materiales sostenibles en la construcción de un edificio en la zona de Rumipamba.

Se espera que los resultados de este estudio puedan ser útiles para promover la adopción de materiales de bajo impacto en la construcción en la zona y, por ende, en otras zonas similares. La implementación de estas prácticas puede contribuir significativamente al desarrollo sostenible y al cuidado del medio ambiente de manera responsable.

## 3. Objetivos

### 3.1 Objetivo general

-Integrar de manera eficiente y significativa materiales de bajo impacto ambiental en el anteproyecto de una vivienda en altura, ubicada en el sector de Rumipamba, Quito.

### 3.2 Objetivos específicos:

-Investigar, evaluar y seleccionar materiales de construcción que tengan un menor impacto ambiental en comparación con los materiales tradicionales

-Evaluar el comportamiento de los materiales alternativos vs los materiales convencionales que influyen en la condición tipológica.

-Identificar los cambios significativos en la propuesta entre el uso de materiales tradicionales y el uso de materiales alternativos.



## 4. Fundamento teórico

### 4.1 Revolucionando la arquitectura según la sostenibilidad ambiental

La sostenibilidad ambiental es un concepto central en la arquitectura contemporánea, ya que busca alcanzar un equilibrio entre el desarrollo económico, social, la preservación del medio ambiente y los recursos naturales a largo plazo.

La arquitectura sostenible, también conocida como arquitectura sustentable o arquitectura verde, se enfoca en reducir el impacto negativo en el entorno y maximizar la eficiencia y conservación de los recursos naturales durante el proceso extracción del material y la vida útil de los edificios. (Arquitectura verde, 2020)

### 4.2 Sostenibilidad ambiental en la arquitectura

Autores como McDonough y Braungart (2005) han resalado la falta de análisis sobre la utilización responsable de los recursos naturales a lo largo de la historia, particularmente durante la Revolución Industrial. Proponen un cambio de paradigma en el diseño arquitectónico, basado en la idea de que la naturaleza está en constante transformación y renovación. Al adoptar esta mentalidad, se busca reducir la dependencia de recursos finitos y fomentar la reutilización de materiales, en contraposición a un enfoque exclusivamente tecnológico.

Por otro lado, Lovins (2011) aborda la sostenibilidad desde una perspectiva que destaca la importancia de estra-

tegias de inversión rentables y de bajo riesgo. Argumenta que al invertir en soluciones sostenibles se puede disminuir la exposición a los precios volátiles de la energía y los recursos, al mismo tiempo que se generan oportunidades de mercado y se impulsa el crecimiento económico. La eficiencia energética y la adopción de energías renovables son aspectos fundamentales que presentan beneficios económicos a largo plazo y una reducción de los impactos ambientales negativos.

La arquitectura sostenible se caracteriza por su enfoque holístico, abarcando diversas áreas. En primer lugar, se destaca la eficiencia energética, la cual se logra mediante la implementación de medidas como el uso de aislamiento térmico, sistemas de iluminación eficientes, aprovechamiento de la luz natural y la incorporación de tecnologías renovables. Asimismo, se hace hincapié en el uso responsable del agua, incluyendo la captación y reutilización de agua de lluvia, así como sistemas eficientes de riego y sanitarios.

La elección de materiales sostenibles es otro aspecto fundamental de la arquitectura sostenible. Esto implica dar preferencia a materiales reciclados, reutilizables, renovables y de origen local, al mismo tiempo que se busca reducir las emisiones tóxicas y contaminantes durante su fabricación y uso. Por otro lado, se busca integrar el diseño bioclimático en los proyectos arquitectónicos, aprovechando las condiciones climáticas locales para maximizar la iluminación natural, la ventilación cruzada y el confort térmico.

### 4.3. Impacto de la arquitectura sostenible

La reducción de la huella de carbono en la arquitectura es crucial para combatir el cambio climático. Las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la construcción y operación de edificios son significativas a nivel global. Al adoptar medidas para reducir estas emisiones, se preservan los ecosistemas y la biodiversidad. La elección de fuentes de energía renovable y materiales sostenibles, así como el aprovechamiento de la luz natural, contribuyen a minimizar el impacto negativo en el entorno natural y a conservar los recursos naturales. (ONU. 2023).

La arquitectura sostenible y de baja huella de carbono puede generar beneficios económicos. La implementación de prácticas sostenibles impulsa la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías, creando empleos en la industria de la construcción verde. Además, al reducir el consumo de energía y los costos asociados, los edificios con baja huella de carbono generan ahorros a largo plazo para los propietarios y usuarios.

La reducción de la huella de carbono en la arquitectura no solo contribuye a mitigar el cambio climático, sino que también preserva los recursos naturales, impulsa la innovación y genera beneficios económicos a largo plazo. Es fundamental adoptar prácticas sostenibles y promover el uso de energías renovables y materiales sostenibles en la construcción y operación de edificios (ONU. 2023).

### 4.4 Construcción sostenible.

La construcción sostenible y el desarrollo de ciudades sustentables son fundamentales para un futuro más sustentable. Estos conceptos implican el uso eficiente de recursos naturales, la reducción del impacto ambiental de las edificaciones y la mejora de la calidad de vida de las comunidades (Aurelio Ramírez, 2022; Jorge Humberto Laguna Copca, 2022).

La construcción sostenible busca la eficiencia energética, el uso responsable del agua y de los recursos materiales, así como la creación de edificaciones saludables y de bajo impacto ambiental. Esto implica utilizar procesos constructivos y energéticos basados en productos y energías renovables. La reutilización de edificios existentes, el reciclaje de residuos de construcción y demolición, y la elección de materiales con contenido reciclado o de fuentes renovables son estrategias clave (Aurelio Ramírez, 2022).

El diseño bioclimático es esencial en la construcción sostenible. Se busca aprovechar las condiciones climáticas locales para reducir el consumo de energía y mejorar la comodidad de los ocupantes. Se utilizan estrategias pasivas como la orientación adecuada del edificio, la protección solar, la ventilación natural y el uso de materiales con buena capacidad de aislamiento térmico. Además, se promueve el uso de energías renovables como la solar, eólica o geotérmica (Aurelio Ramírez, 2022).

El desarrollo de ciudades sostenibles implica crear comunidades que promuevan el cuidado del medio ambiente y utilicen opciones arquitectónicas eficientes y sostenibles. Esto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, especialmente los objetivos de producción y consumo responsables y acción por el clima (Jorge Humberto Laguna Copca, 2022).

La economía circular desempeña un papel importante



en la construcción sostenible. Busca reemplazar el ciclo de consumo-desecho por uno en el que los residuos se reciclen y renueven como materia prima. Esto contribuye a preservar el capital natural, optimizar los recursos y minimizar los riesgos del sistema (Jorge Humberto Laguna Copca, 2022).

La elección de materiales alternativos como la madera certificada de bosques sostenibles, el bambú y el hormigón con bajo contenido de carbono puede reducir el consumo de energía, las emisiones de gases de efecto invernadero y dar una segunda vida a los desechos. Estos materiales no solo protegen el medio ambiente, sino que también generan beneficios económicos y sociales, como la reducción de costos de construcción y mantenimiento y la creación de empleos en industrias relacionadas (Aurelio Ramírez, 2022; Jorge Humberto Laguna Copca, 2022).

La construcción sostenible y el desarrollo de ciudades sustentables son cruciales para un futuro más sustentable. Esto implica utilizar eficientemente los recursos naturales, reducir el impacto ambiental de las edificaciones y promover la calidad de vida de las comunidades. Para lograrlo, se requiere adoptar prácticas que fomenten la conservación de recursos, la reutilización de materiales, el uso de energías renovables, el diseño bioclimático y la economía circular. La elección de materiales alternativos también desempeña un papel importante en la construcción sostenible (Aurelio Ramírez, 2022; Jorge Humberto Laguna Copca, 2022).

## 5. “Más allá del hormigón: Nuevos materiales que desafían las convenciones de la construcción”

El hormigón es utilizado de manera masiva en la industria de la arquitectura y es uno de los materiales de mayor producción en el mercado de la construcción. Sin embargo, su fabricación y uso han contribuido de manera significativa a la contaminación y lo convierten en uno de los materiales con un alto índice de impacto ambiental. (McDonough & Braungart, 2005).

### 5.1. Hormigón

El hormigón es un material ampliamente utilizado en la construcción, compuesto por áridos naturales y una pasta conglomerante hidráulica. Aunque es resistente a la compresión, presenta limitada resistencia a la tracción y requiere refuerzo con barras de acero (Mogollón, 2017). El hormigón armado, utilizado en diversas estructuras como viviendas, edificaciones y calles, tiene un impacto significativo en las emisiones de gases de efecto invernadero. Se estima que contribuye alrededor del 34% de las emisiones de CO<sub>2</sub> y al 81% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en la industria de la construcción (Ruiz, 2015).

Estos datos resaltan la necesidad de buscar alternativas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente en el sector de la construcción. La industria de la construcción representa aproximadamente un tercio de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, y se espera un aumento en la demanda de nuevas viviendas en los próximos años (UN-HABITAT, 2008).

Por tanto, es urgente adoptar enfoques constructivos más eco amigables en busca de un desarrollo sostenible.

## 5.2. Madera

La madera es un recurso natural ampliamente disponible y versátil en la construcción. Sus propiedades únicas la hacen resistente, duradera y fácil de manipular. Existen variedades como la laminada y la contrachapada, que se utilizan en estructuras de soporte, acabados y otros usos en la industria de la construcción (Bosque, 1988).

La madera es considerada un material sostenible debido a su crecimiento y a la posibilidad de reciclaje y reutilización. La industria maderera se enfoca en la deforestación responsable, implementando una gestión forestal controlada que permite mantener vías para futuros cultivos y garantizar la sostenibilidad a largo plazo. En Ecuador, la empresa Novopan (2017) destaca por su compromiso ambiental y su búsqueda de equilibrar la huella de carbono generada por la actividad maderera.

## 5.3. Bambú

El bambú es un material de construcción versátil, utilizado en diversas culturas debido a su rápido crecimiento y adaptabilidad a diferentes entornos (Artiningsih, 2012).

Su capacidad de crecimiento acelerado lo convierte en una opción sostenible, ya que su recolección no implica la deforestación masiva. Además, su flexibilidad y resistencia le permiten soportar condiciones climáticas adversas y movimientos sísmicos, siendo confiable en la construcción de estructuras resistentes.

El bambú posee propiedades mecánicas únicas, como alta resistencia a la tracción y compresión, lo que lo hace apto para diferentes aplicaciones en la construcción, como vigas, columnas, pisos y revestimientos. También se utiliza en viviendas, puentes, muebles y objetos de diseño debido a su estética natural y capacidad para crear

espacios acogedores (Artiningsih, 2012).

Además de su versatilidad, el bambú se considera un material de construcción sostenible debido a su capacidad de regeneración y baja huella ambiental. Su rápido crecimiento y capacidad para capturar grandes cantidades de dióxido de carbono lo convierten en una opción respetuosa con el medio ambiente en comparación con otros materiales.

## 5.4. Adobe

El adobe es un material de construcción ampliamente utilizado en Ecuador, compuesto por arcilla y arena. Es fácil de obtener y económico, lo que lo convierte en una opción popular en la región. El proceso de construcción con adobe es sencillo y rápido debido a la disponibilidad de los materiales en la zona, lo que evita la necesidad de transportarlos desde otros lugares. El adobe ofrece beneficios en términos de eficiencia energética y comodidad, ya que proporciona un buen aislamiento térmico y es resistente y duradero (Jaguaco Canchig, 2007).

A pesar de sus ventajas, el adobe presenta desafíos, como su susceptibilidad a la humedad. Sin embargo, con el mantenimiento adecuado y un tratamiento apropiado, el adobe puede ser una opción viable y sostenible para la construcción de viviendas (Jaguaco Canchig, 2007).

## 6. “Explorando las Posibilidades de la Madera Laminada en la Arquitectura Moderna”

### 6.1. Madera laminada

La madera laminada ha ganado reconocimiento como una opción altamente sostenible y respetuosa con el medio ambiente en el campo de la construcción en comparación con los materiales tradicionales como el hormigón. La producción y utilización masiva de hormigón han demostrado tener un impacto ambiental significativo, con notables contribuciones a las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación ambiental. (construirconmadera, 2022)

Su proceso de fabricación implica la unión de finas capas de madera mediante encolado, lo cual elimina los nudos y defectos presentes en la madera maciza, garantizando una mayor resistencia y estabilidad estructural.

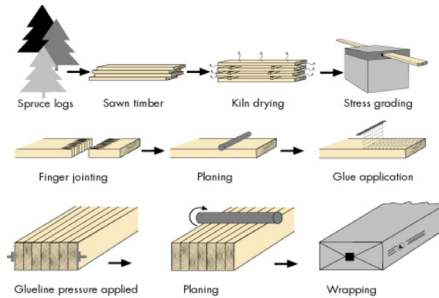


Figura 1. Madera laminada  
Fuente: Svensktlimtra (2014)

Este material sobresale por su calidad estructural superior y su estabilidad dimensional. Gracias a su proceso de secado y adaptación a las condiciones ambientales, evita deformaciones y cambios no deseados en su forma. Estas características lo convierten en una opción ideal para aplicaciones estructurales, como vigas y columnas, en diversas construcciones, especialmente en áreas con variaciones climáticas. (construirconmadera, 2022)

Además de sus propiedades mecánicas, la madera laminada ofrece una estética atractiva y uniforme, libre de imperfecciones visibles como nudos o vetas irregulares. Esta característica la vuelve una elección popular en proyectos arquitectónicos que buscan combinar la belleza natural de la madera con diseños innovadores.

Considerando el enfoque en prácticas agrícolas sostenibles y respetuosas con el suelo, nuestro objetivo es promover un consumo responsable que se vincule armónicamente con la preservación de los bosques. (Aglomerados Cotopaxi, 2021)

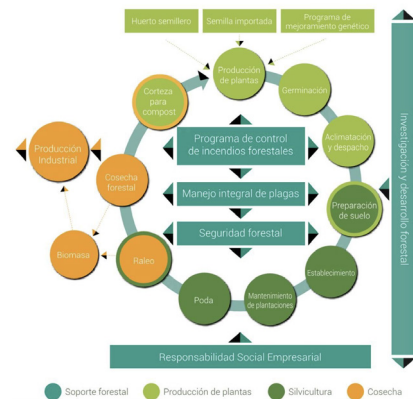


Figura 2. Gestión de plantaciones forestales  
Fuente: Aglomerados Cotopaxi (2021)

## 7. Análisis de estudio

### 7.1. Edificio de apartamentos Qvillestaden



Figura 3. Edificio de apartamentos Qvillestaden  
Fuente: Archdaily. (2018).

El edificio de apartamentos Qvillestaden en Gotemburgo, Suecia, diseñado por Bornstein Lyckefors, destaca por su enfoque en el revestimiento y la fachada. Combina la estética tradicional con elementos contemporáneos, utilizando ladrillo en la planta baja y zinc corrugado en los pisos superiores. Cada segmento del edificio tiene su propio color distintivo, añadiendo variedad visual. Los balcones y terrazas brindan espacios al aire libre para los residentes, mientras que el revestimiento de pino trata térmicamente en el patio interior crea un ambiente tranquilo y duradero. (archdaily, 2018)

### 7.2. Hoho Wien



Figura 4. Edificio Hoho Wien  
Fuente: madera21

HoHo Vienna destaca por su diseño modular de oficinas, que permite cambios personalizados de manera fácil y garantiza la atracción y longevidad del rascacielos. El bienestar de los visitantes y trabajadores es una prioridad en este edificio. El concepto de construcción se basa en núcleos de hormigón armado conectados con estructuras de madera, proporcionando seguridad contra incendios y exhibiendo la belleza natural de la madera en el interior. (madera21, 2021)

El uso eficiente de la madera en HoHo Vienna muestra un enfoque ecológico. La cantidad de madera utilizada equivale a un pequeño porcentaje del excedente anual de producción en Austria y ha evitado la emisión de toneladas de CO2 en comparación con el hormigón armado. Además, la construcción ha logrado un importante ahorro de energía primaria en comparación con los métodos convencionales. (madera21, 2021)

El concepto energético de HoHo Vienna cumple con los criterios del sistema de evaluación TQB, enfocado en la eficiencia energética y la prevención de pérdidas. Se implementan medidas como ascensores con tecnología de recuperación de energía, sistemas fotovoltaicos y amortiguadores de cimientos, entre otros, para garantizar un consumo eficiente de energía. (madera21, 2021)

### 7.3. Torre veta gerdau corsa



Figura 5. Edificio Torre Veta

Fuente: behance

La Torre Veta es un proyecto arquitectónico destacado en Monterrey, México, que busca ser un referente de responsabilidad en la industria de la construcción. Se enfoca en el uso mixto y la integración con el entorno natural y urbano de la ciudad. El proyecto incluye la creación de un parque lineal que conecta diferentes localidades y promueve el uso de transporte público y desplazamientos no motorizados. El diseño arquitectónico se inspira en el legado industrial de Monterrey y utiliza un sistema estructural de acero conocido como diagrid. La Torre Veta destaca por su enfoque en la responsabilidad ambiental, la conexión urbana y la integración de sistemas sostenibles.

**ETAPA 2**  
**Aplicación Metodológica**



## 8. Metodología de la investigación

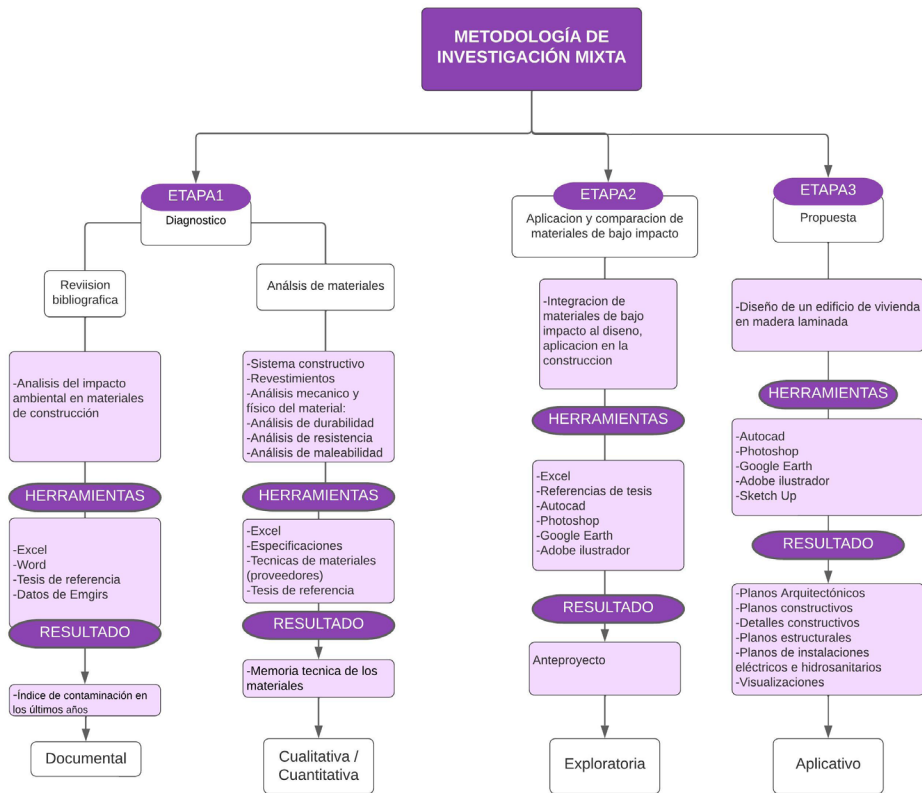
La metodología propuesta para este proyecto se basa en tres fases clave que permitirán un desarrollo óptimo. Esta metodología adopta un enfoque cuantitativo, el cual utiliza datos estadísticos y documentación previamente analizada. Según Marc Schnabel (2017), al momento de diseñar se emplean diversas disciplinas que proporcionan resultados numéricos respaldados por datos empíricos, genera formas utilizando un enfoque digital y crea representaciones gráficas variadas, destacando el uso de tablas de resultados, métodos visuales y la exploración directa.

Estas técnicas han sido seleccionadas para asegurar la eficacia y la eficiencia en cada etapa del proyecto, la exploración directa nos brindará información de real.



# Tabla de proceso metodológico

Tabla 1. Metodología de la investigación



Fuente: Elaboración propia, 2023

## 8.1 Fase 1: Diagnostico

En esta primera etapa de la metodología, se llevarán a cabo revisiones bibliográficas que precederán al desarrollo del proyecto de investigación. En esta etapa, se dividen en dos variables: la investigación bibliográfica, en la cual analizaremos el impacto según el EMGR-S (sistema de gestión de residuos de construcción), que se encarga del manejo de los desechos generados en la construcción. De esta manera, podremos conocer cuál es el impacto que dichos desechos generan en la atmósfera (EMGR-S, 2018). A continuación, pasaremos al subtema denominado “análisis de materiales”, donde examinaremos los componentes y características de dichos materiales. Este análisis nos permitirá obtener respuestas para la siguiente fase del proyecto.

## 8.2 Fase 2: Aplicación y comparación de ma-

En la segunda fase, se llevará a cabo un análisis de los materiales de bajo impacto, que comenzará con la toma de decisiones sobre qué materiales se utilizarán y en qué áreas se implementarán. Esto nos permitirá tener una estimación precisa de los materiales que se utilizarán en gran medida y, de esta manera, podremos iniciar la etapa 3 del proyecto.

## 8.3 Fase 3: Propuesta arquitectónica

En esta última etapa se abordará el diseño arquitectónico teniendo en cuenta el análisis realizado en la fase 1 y 2, que incluye el análisis del sitio y del programa arquitectónico. En esta etapa, se aplicarán los materiales seleccionados para el inicio del diseño arquitectónico, considerando todos los aspectos como bocetos, diagramas, planos arquitectónicos y estructurales, así como los detalles constructivos que permitirán comprender cómo se puede utilizar el material de bajo impacto en la construcción. De esta manera, se propone reducir el impacto ambiental y se plantea el consumo de materiales convencionales y alternativos. (EDGE, 2023) reducir la huella de carbono.

## 9. Levantamiento de datos

### 9.1 “Medición de la Contaminación en Materiales de Construcción: Desarrollo de un Índice de Impacto Ambiental”

Los materiales utilizados en la industria, como el hormigón, son reconocidos como una de las principales fuentes de contaminación atmosférica. Estos materiales requieren un notable esfuerzo energético desde su extracción, transporte hasta la fase de construcción, así como durante su posterior demolición. Este proceso genera una demanda considerable de energía y recursos, lo cual se traduce en un incremento constante de la energía necesaria para llevar a cabo estas actividades (M. P. Mercader, 2021).

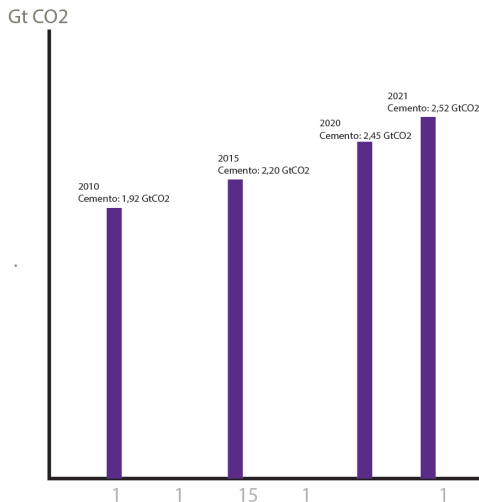


Figura 6. Diagrama proceso Co2

Fuente: Ilea (2021) Emisiones directas de CO2 de la industria en el Escenario Cero Neto

Al considerar la extracción de componentes para la producción de materiales, resulta crucial destacar que esta etapa conlleva un elevado consumo de energía y recursos, generando impactos ambientales significativos. En el contexto de la construcción, es especialmente relevante tener en cuenta los agregados áridos, tanto finos como gruesos, los cuales actúan como componentes primarios en este proceso (Muñoz, et al., 2014). La extracción de estos áridos contribuye al 494,6 mj/ton de agregados finos y de agregados gruesos un 177,2 mj/ton, siendo estos los que encabezan la lista en emisiones de CO2 a la atmósfera, lo que afecta el equilibrio ambiental.

Tabla 2. Análisis del Consumo de Energía y Emisiones de Co2 de Materiales Convencionales en la Construcción

Materiales en la construcción		
Materiales	Consumo energético total (mj/ton)	Emisión de co2 total (ton Co2/ton)
Agregados finos	494,6	0,0098
Agregados gruesos	177,2	0,021
Agregados ígneos	28,83	2,7046
Agregados sedimentarios	11,62	1,188
Agregados metamórficos	75,06	1,095

Fuente: Beltrán, 2022

Los procesos industriales, como la producción de acero, son conocidos por generar altas emisiones de gases a la atmósfera. El acero en sí es un material que contiene aleaciones que, al ser templadas, adquieren características de durabilidad y elasticidad. Aunque estos materiales son abundantes en la naturaleza, la extracción y el procesamiento requieren grandes cantidades de energía, lo cual contribuye significativamente a las emisiones de carbono. En 2019, la industria del acero generó aproximadamente 240 kg de emisiones de CO2 por habitante, lo que resultó en un total de 1880 millones de toneladas.

das de acero producido. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2022), se proyecta que las emisiones de CO2 atribuidas al acero aumentarán en un 3% entre 2020 y 2030. Sin embargo, se espera que para el año 2050 se logre reducir significativamente estas emisiones de CO2. (IEA, 2022)

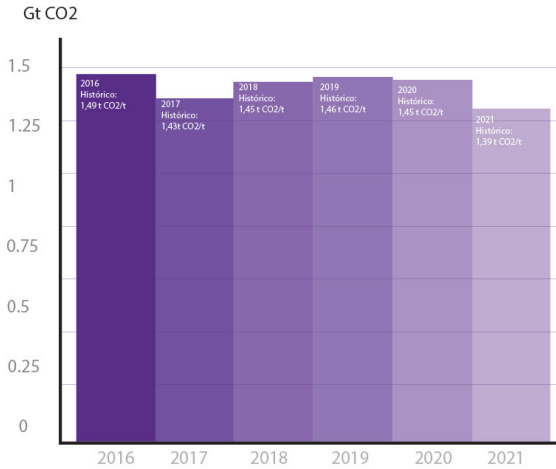


Figura 7. Nivel de emisiones de Co2 en materiales de acero

Fuentes: Elaboración propia, 2023

## 9.2 Análisis de impacto ambiental: comparativa entre materiales convencionales y alternativos.

Según el análisis realizado sobre los materiales más utilizados en la industria de la construcción, se ha encontrado que el acero estructural genera aproximadamente un 45% de residuos, mientras que el hormigón es el que más residuos produce, con un porcentaje del 25%. Estos materiales parecen tener dificultades para ser reciclados de manera óptima o para ser devueltos a un estado de uso adecuado. En contraste, la madera, que puede generar alrededor de un 27% de residuos, es un material completamente reutilizable.

Tabla 3. Consumo de materiales en construcción

Material	Energía kwh/kg	Emisión Co2/kg	Residuos %	Reciclaje	Niveles en altura
Hormigón convencional de 10cm	0.3	0.2	25	no	15+
Madera laminada	4.2	1.4	27	SI	-7
Acero	15.75	6.15	45	si	15+
Ladrillo	0.6	0.2	16	no	-5
Bloque hormigón de 25cm	1.5	0.6	32	no	5+
PVC	13.89	4-6	60	Sí	-
Adobe	4.1	0.1	43	Sí	-4
Fibra de vidrio	27.78	8-12	27	Sí	-
Poliuretano	22.2	6-9	13	Sí	-
Yeso	0.7-2	0.1-0.3	26	no	-
Cement Board	4-7	0.8-1.5	5	Sí	-10

Fuentes: Elaboración propia, 2023

Es importante tener en cuenta estas cifras que se demuestran en tablas, al considerar los impactos ambientales de los materiales utilizados en la construcción. Aunque el acero y el hormigón son ampliamente utilizados debido a sus propiedades estructurales y durabilidad, es esencial explorar opciones más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. El desarrollo de técnicas de reciclaje más eficientes y la promoción de la reutilización de estos materiales podrían ayudar a reducir la cantidad de residuos generados por la industria de la construcción.

La madera laminada se destaca como un material altamente versátil que, además de no generar impacto ambiental, presenta una serie de ventajas notables. Entre ellas, se encuentran su excepcional resistencia, durabilidad y capacidad para resistir condiciones climáticas adversas. En comparación con materiales convencionales como el cemento y el acero, la madera laminada posee características notablemente livianas, lo que la convierte en una elección idónea para las construcciones futuras.

Tabla 4. Consumo de madera laminada

Clase resistente	GL24c BS11k	GL28c BS14k	GL32c BS16k	GL36c BS18k
<b>Valores característicos de resistencia [N/mm<sup>2</sup>]</b>				
Flexión f <sub>m,k</sub>	24	28	32	36
Tracción paralela f <sub>t,0,k</sub>	14	16,5	19,5	22,5
Tracción perpendicular	0,35	0,4	0,45	0,5
Compresión paralela	21	24	26,5	29
Compresión perpendicular	2,4	2,7	3	3,3
Cortante f <sub>v,k</sub> (2)	2,2	2,7	3,2	3,8
<b>Valores característicos de rigidez [N/mm<sup>2</sup>]</b>				
<b>Módulo de elasticidad</b>				
Paralelo medio E <sub>o,mean</sub>	11.600	12.600	13.700	14.700
Perpendicular medio E <sub>90,mean</sub>	320	390	420	460
<b>Módulo de cortante medio</b>				
G <sub>mean</sub> (3)4)	590	720	780	850
<b>Valores característicos de densidad [kg/m<sup>3</sup>]</b>				
Densidad característica k	350	380	410	430

Fuentes: Elaboración propia, 2023

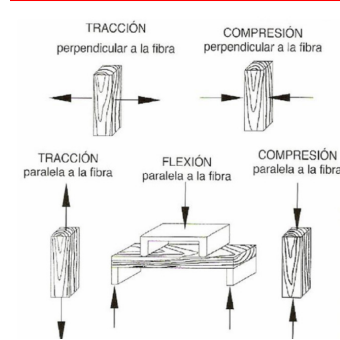


Figura 8. Propiedades de la madera

Fuente: Vignote (1995)

En Ecuador, el uso de la madera como material alternativo ha encontrado un espacio destacado en la industria, y una de las empresas líderes en este campo es Aglomerados Cotopaxi. Esta empresa nos proporciona información sobre la calidad del material, especialmente en lo que respecta a vigas.

En cuanto al dimensionamiento del material, (Aglomerados Cotopaxi en 2021), las vigas se encuentran disponibles en espesores de chapa de 33 o 45 mm. Estas vigas tienen una sección de 20 cm de ancho y se pueden obtener en longitudes que van desde los 2 metros hasta impresionantes 15 metros.

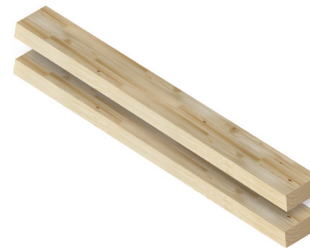


Figura 9. Vigas de la madera laminada

Fuente: Aglomerados Cotopaxi, 2021

Tabla 5. Especificaciones técnicas de madera laminal

ESPESOR	ANCHO	LARGO
75	75	4000
75	185	6000

Fuentes: Aglomerados Cotopaxi, 2021

Esta versatilidad en las opciones de espesor y longitud permite que las vigas de madera de Aglomerados Cotopaxi se adapten a diversas aplicaciones y proyectos, brindando una solución confiable y de alta calidad para las necesidades de construcción y diseño en la industria.

La madera laminada presenta diversas clasificaciones que le otorgan características únicas, convirtiéndola en un material excepcional tanto para la construcción de estructuras como para revestimientos. Su alta resistencia a la flexión la posiciona como una opción destacada en sistemas estructurales, al tiempo que su bajo impacto de dióxido de carbono y su capacidad de reciclaje al 100% y una vida útil de 60 a 70 años, pero el tiempo de vida se puede ampliar con un mantenimiento adecuado, dando 20 años mas vida al material (cotopaxi, 2020)



Figura 10. Madera laminada en estructuras  
Fuente: Svensktlimtra (2014)

En el ámbito de los materiales de construcción, surge una interesante alternativa en el mercado conocida como “cement board”, representando una nueva generación de compuestos orgánicos basados en fibras de coco o lana de madera. Estos innovadores materiales presentan una combinación única de propiedades que los hacen altamente atractivos en la arquitectura y la construcción sostenible. (C. Asasutjarit, 2007)



Figura 11. Revestimiento  
Fuente: Provind (2021)

En la búsqueda constante por mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los materiales de construcción, el cement board se ha consolidado como una opción destacada. La técnica de prensado permite crear paneles con una densidad que oscila entre los 300 y 500 kg/m<sup>3</sup>, lo que asegura una estructura liviana pero resistente. Esta característica es especialmente relevante, ya que facilita su manipulación e instalación, lo que a su vez contribuye a la optimización del tiempo y la reducción de costos en las obras arquitectónicas. (Alireza Ashori, 2011)

Uno de los aspectos más notables se destaca la capaci-

dad de absorción del sonido. Esto resulta crucial en el diseño de espacios acústicamente confortables y controlados, donde se busca reducir el ruido y mejorar la calidad del ambiente. Su estructura fibrosa y la disposición de sus componentes contribuyen a esta propiedad acústica, lo que lo convierte en una opción ideal para aplicaciones en teatros, estudios de grabación o áreas de alto tráfico. (Alireza Ashori, 2011)

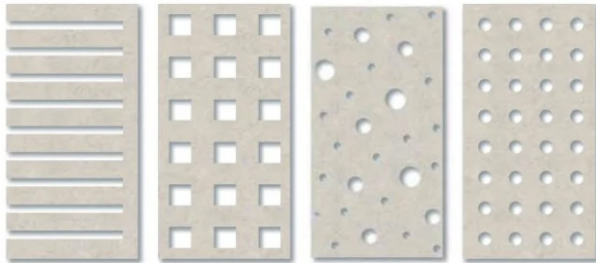


Figura 12. Ventilación  
Fuente: Provind (2021)

La versatilidad también se manifiesta en su capacidad para adaptarse a diversas condiciones climáticas, lo que lo convierte en una opción atractiva para proyectos en distintas regiones geográficas. Su resistencia a la humedad y al deterioro por insectos o plagas asegura una vida útil prolongada, disminuyendo los costos de mantenimiento a largo plazo.

En el ámbito de la arquitectura sostenible, el cement board se alza como un valioso aliado. Su origen a partir de materiales orgánicos y renovables como el coco o la lana de madera representa un enfoque respetuoso con el medio ambiente, disminuyendo la dependencia de recursos no renovables y reduciendo la huella de carbono asociada a su producción. (Alireza Ashori, 2011)



Figura 13. Composición del cement board  
Fuente: Provind (2021)

Tabla 6. Especificaciones técnicas de cemento board

INDUSTRIAS DE CEMENT BOARD	HardieBacker	Durock Board and Durock Next Gen	WonderBoard
COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO	Cemento Portland, arena molidas	Cemento portland, agregado, malla de fibra de vidrio	Cemento portland, agregado, malla de fibra de vidrio
Resistencia a la flexión (psi)	2100	1250	1500
Resistencia a la compresión (psi)	7000	2300	2500
Sin yeso	Si	Si	Si
Libre de fibras de vidrio	Si	No	No
Corta de forma limpia y fácil.	Si	No	No
No abrasivo	Si	No	No
Patrón de sujetador empotrado de tablero "Ez Grid"	Si	No	No
Garantía	Limitado de por vida; transferible (material y mano de obra)	limitado a 30 años; transferible	Limitado de por vida; intransferible
Peso (lbs./pies cuadrados)	1.9	2	2
Garantizado para su uso con aplicaciones de losetas de vinilo	Si	No	No

Fuentes: Elaboración propia (2023)

En el mercado, a pesar de ser una industria relativamente nueva, se encuentran diversos fabricantes que han contribuido al crecimiento y aceptación del material de madera como alternativa. Uno de los destacados es PROVID, una empresa dedicada a la fabricación de paneles de cemento con materiales reciclados.

PROVID ha innovado al utilizar viruta de madera en la elaboración de sus paneles, que son empleados para cielos y revestimiento de muros. Gracias a esta elección de materiales, los paneles ofrecen múltiples ventajas: una excelente absorción acústica, resistencia al agua y humedad, y un peso ligero que los hace muy fáciles de manejar e instalar. (Provid, 2022).



Figura 14. Paneles  
Fuente: Provid (2021)

Estas características han posicionado a los paneles de PROVID como una opción atractiva en el mercado, ya que no solo satisfacen las necesidades de construcción y diseño, sino que también contribuyen al uso responsable de materiales reciclados. El éxito de PROVID y otros fabricantes similares ha permitido que los materiales de madera ganen terreno como una alternativa valiosa y sostenible en la industria de la construcción y el revestimiento de interiores. (Provid, 2022)

Tabla 7. Emisiones de Co2: materiales alternativos en construcción

MATERIALES ALTERNATIVO	Energía kWh/kg	Emisión Co2/kg	Residuos %	Reciclaje	Construible	Niveles en altura	Propiedades
Madera contrachapada	0.10	0.023	0.02%	Si	Si	10	Mayor uso en vivienda
Madera laminada	0.1	0.075	0.1%	Si	Si	20+1	Resistencia a bastante torsión
Bahareque	0.08	0.04	0.02%	Si	Si	3	Técnica excelente para construir viviendas en zonas donde estos recursos son limitados, ya que a pesar de ser un sistema constructivo muy tradicional. ("El Bahareque, el remoto sistema constructivo que respeta Structuralia")
Ladrillo ecológico	0.08	0.02	0.01%	Si	Si	8	Es un tipo de ladrillos que posee menor peso, menor costo, conserva el calor y tolera diferentes agentes naturales y altas presiones- (Ladrillos ecológicos: tipos y ventajas de utilizarlos Pinturas Pintuco")
Doble vidrio hermético	0.05	0.18	0.01%	Si	Si	-	Disminuye hasta un 70% las pérdidas de calor a través del vidrio, ahorrando energía de climatización.
Vidrio Low baja emisión	0.05	0.15	0.06%	Si	Si	-	Reduce el gasto en calefacción y aire

Fuentes: Beltrán (2022)



Tabla 8. Emisiones de Co2: materiales convencionales en construcción

MATERIALES CONVENCIONALES	Energía kWh/kg	Emisión Co2/kg	Residuos %	Reciclaje	Construible	Niveles en altura	Propiedades
Acero inoxidable	15.75	6.75	34%	Si	Si	20+	Mayor resistencia para estructuras tiene mayor resistencia a la corrosión.
Hormigón convencional de 10cm	0.3	0.2	25%	No	Si	15+	Elevada resistencia a esfuerzos de compresión y baja resistencia es esfuerzos de tracción.
Acero	15.75	6.15	45%	Si	Si	15+	El acero es un material muy duro y resistente, pero también es muy maleable.
Ladrillo	0.6	0.2	16%	No	Si	-5	Por sus cualidades de alta duración y resistencia térmica, puede soportar el peso de grandes estructuras.
Bloque hormigón de 25cm	1.5	0.6	32%	No	Si	5	Trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad.

Fuentes: Beltrán (2022)

## Conclusiones

Los materiales alternativos en comparación con los materiales convencionales presentan un menor impacto ambiental, lo que contribuye significativamente a la preservación del medio ambiente. Estos materiales son fácilmente accesibles en su gran mayoría y se caracterizan por ser de bajo costo. Al implementar estos materiales en la construcción, se logra reducir tanto la contaminación durante su producción.

El análisis realizado para evaluar el comportamiento de estos materiales tiene como objetivo determinar cuál de ellos resulta más eficiente al momento de ser implementados en proyectos de construcción. Durante dicho análisis, se han considerado diversas variables técnicas para asegurar su viabilidad y rendimiento en aplicaciones constructivas.

## 10. Análisis del sector de ubicación

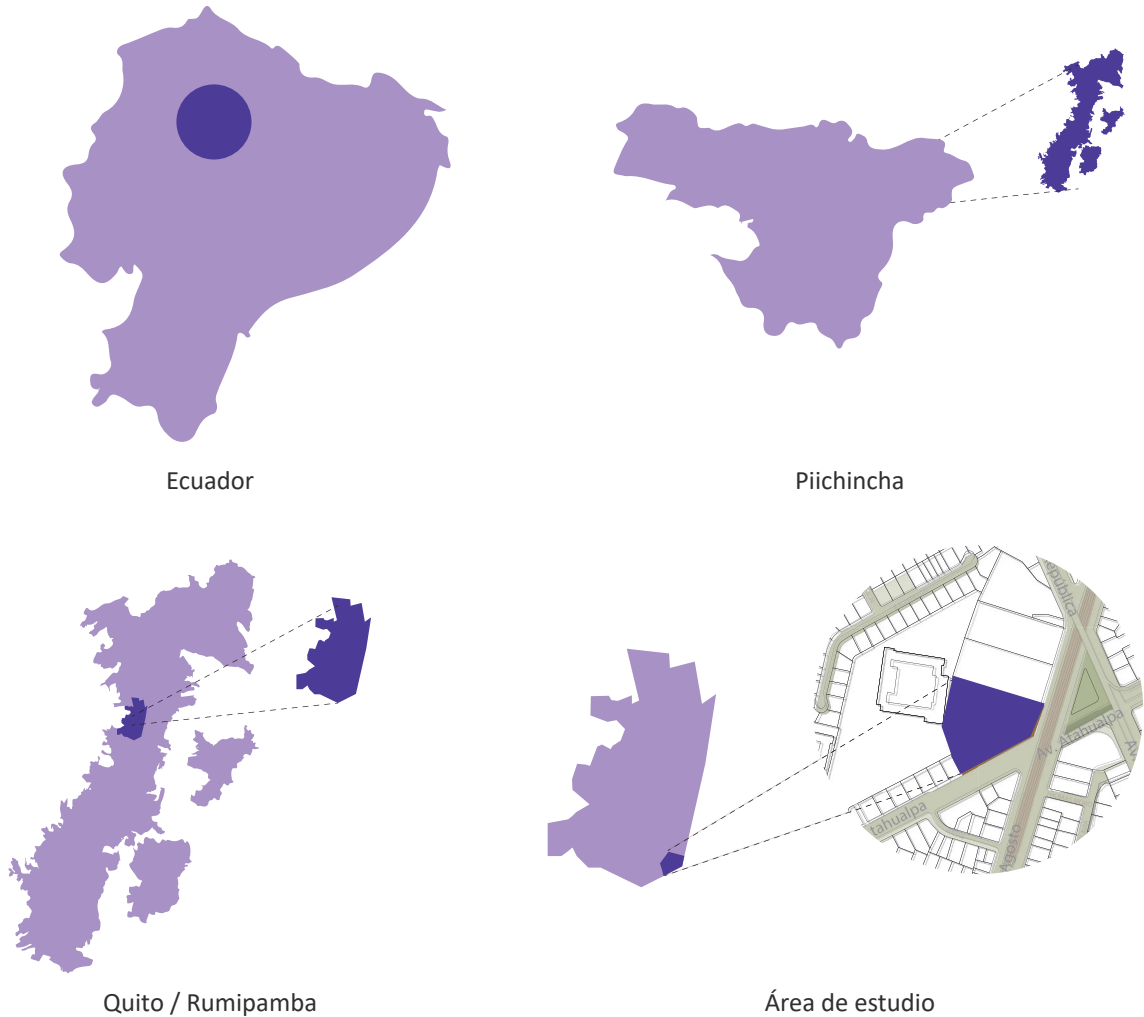


Figura 15. Mapa del sitio  
Fuentes: Elaboración propia (2023)



Se realiza un análisis del terreno ubicado en la intersección de las calles Atahualpa y Av. 10 de Agosto, que comprende un predio con un área bruta total de construcción de 15014.53m<sup>2</sup>. Los datos proporcionados aquí están referidos al plan de uso y gestión ocupacional del suelo vigente en el Distrito Metropolitano de Quito.

Figura 16. Delimitación del sitio de estudio

Fuentes: Elaboración propia (2023)

Tabla 9. IRM de predio de estudio

ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN	m <sup>2</sup>
<b>DATOS DEL PREDIO</b>	
Número:	21909
Área de construcción cubierta:	12959.10m <sup>2</sup>
Área de construcción abierta:	2055.43 m <sup>2</sup>
Área bruta total de construcción:	15014.53m <sup>2</sup>
Área adicionales constructivos:	0.00 m <sup>2</sup>
<b>DATOS DEL LOTE</b>	
Área según escritura:	37375.58m <sup>2</sup>
Área de levantamiento:	37375.58m <sup>2</sup>
Área gráfica (Sistema catastral):	37375.59m <sup>2</sup>
Frente total:	146.69 m

Fuentes: Rumipamba.IRM, 2023.

Tabla 10. IRM de predio de estudio

COMPONENTE ESTRUCTURANTE	
Clasificación:	Suelo Urbano
<b>COMPONENTE URBANÍSTICO</b>	
Usos suelo general:	Múltiple
<b>EDIFICABILIDAD BÁSICA (A108.EQ)</b>	
Lote mínimo:	600m <sup>2</sup>
Frente mínimo:	15 m
COSP B:	50%
COST total:	200%
Forma de ocupación	Aislada
Retiro frontal:	5m
Retiro lateral:	3m
Retiro posterior:	3m
Entrebloques:	6m
Altura de pisos:	16 m
Número de pisos:	4

Fuentes: Rumipamba.IRM, 2023.

## 10.1 Análisis de entorno directo



1 Monumento histórico  
Monumento "EL Florón"



2 Equipamiento educativos  
Universidad UTE



3 Equipamiento religioso  
Iglesia Alianza República



4 Comercio  
Comercio variado



5 Equipamiento de salud  
Nueva Clínica Internacional

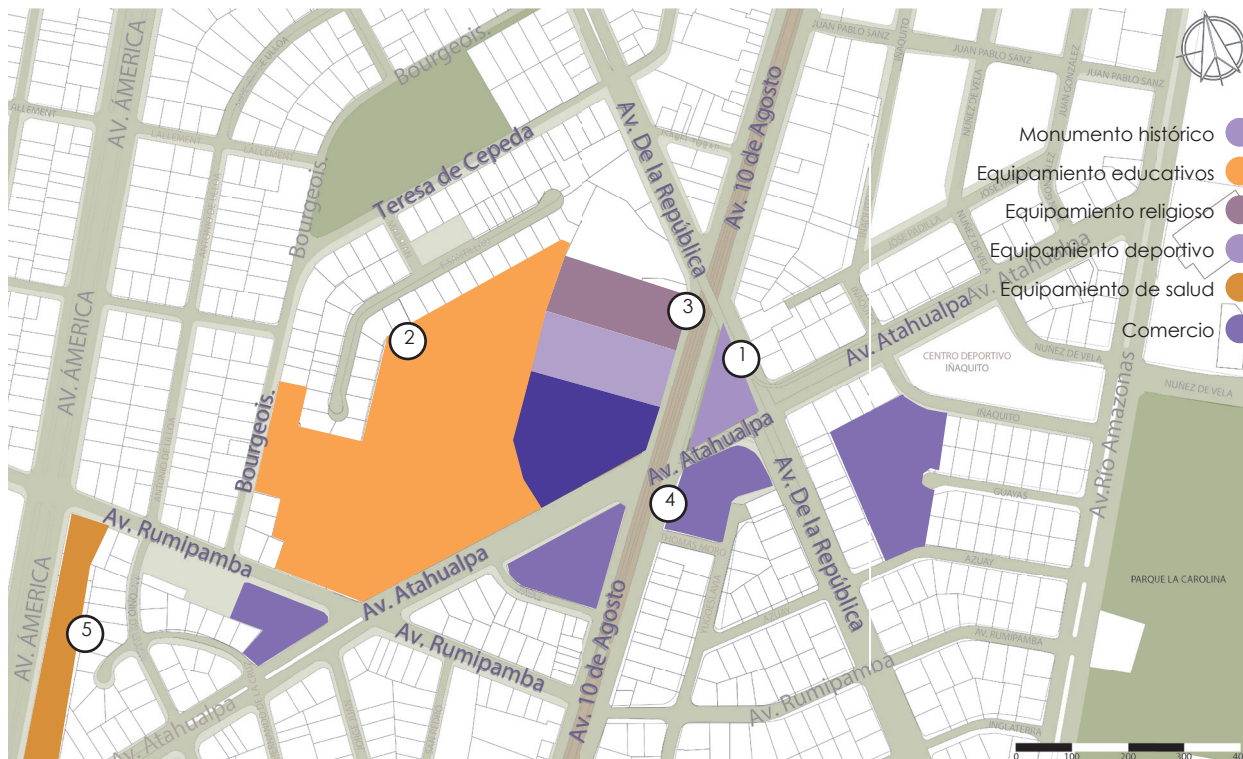


Figura 17 Análisis de entorno directo  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## 10.2 Análisis de movilidad

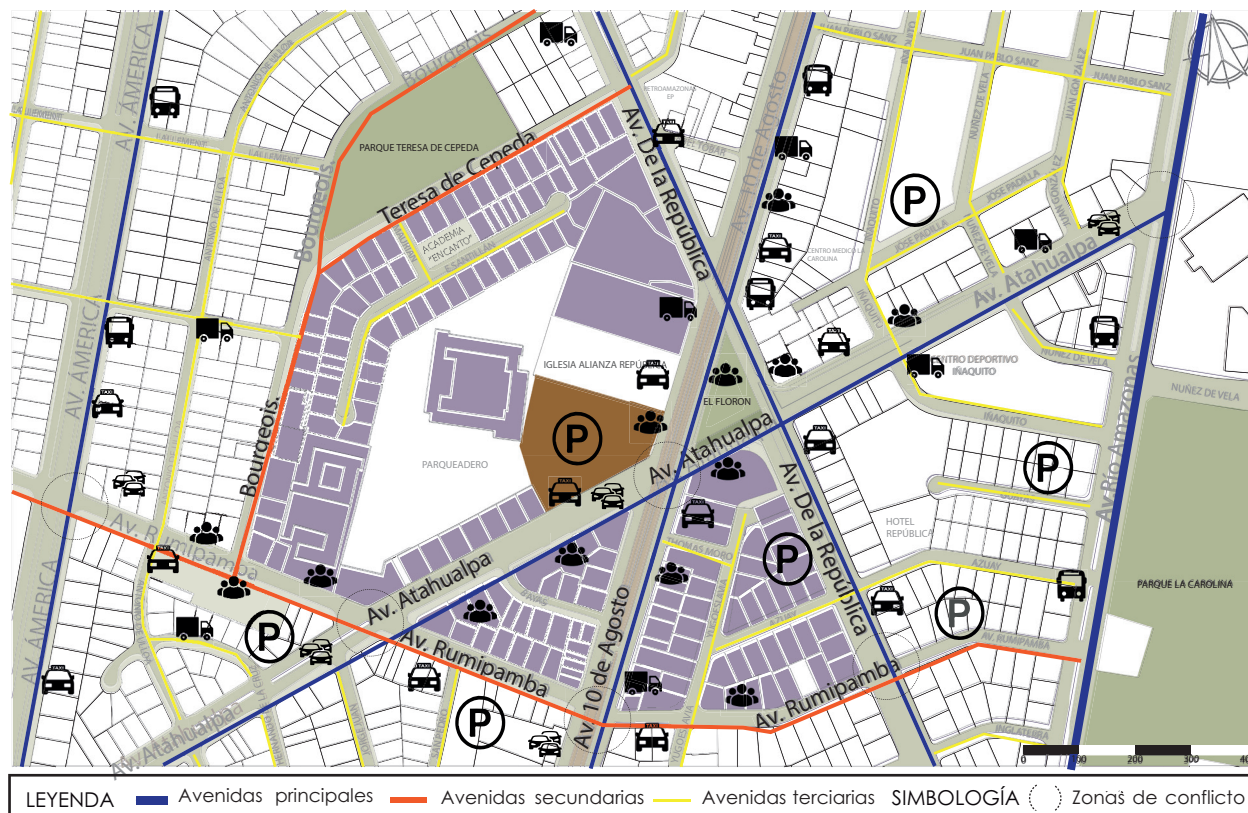
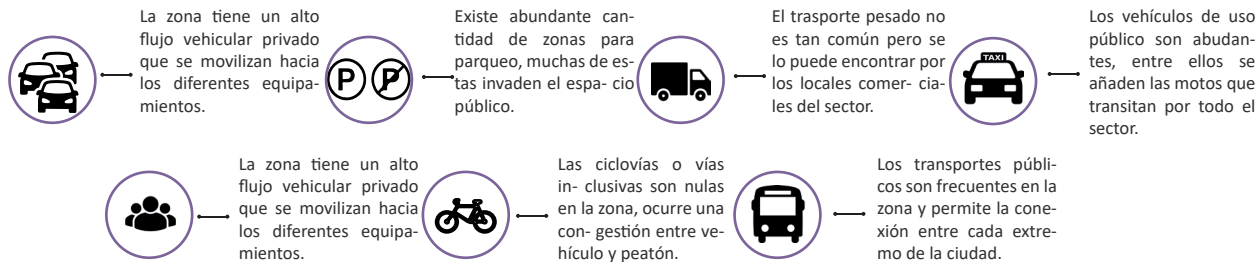


Figura 18. Análisis de movilidad  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

La zona de intervención presenta múltiples accesos destacados, en términos de flujo vehicular y conexiones con la ciudad a través de medios de transporte público o privado. Se encuentra bien abastecida en todas las direcciones: norte, sur, este y oeste, gracias a su acceso a las principales vías como la Av. 10 de Agosto, la Av. Atahualpa



Av. Atahualpa



Av. Teresa de Cepeda



Av. Rumipamba



Av. 10 de Agosto

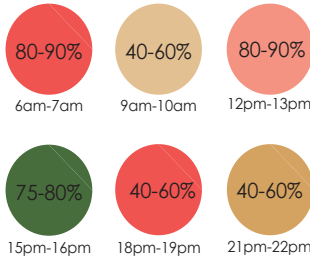


Av. de la República



Av. Bourgeois

**PUNTOS DE QUIETUD**



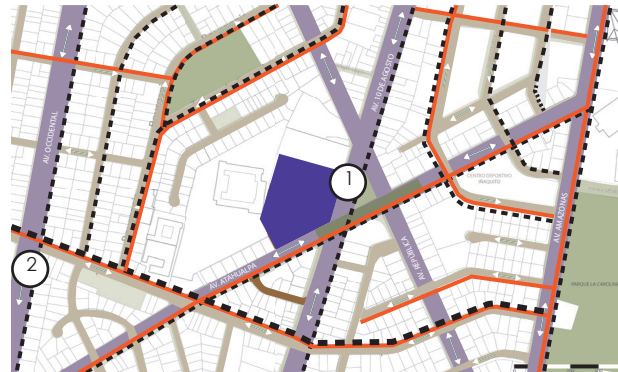
El sector del Florón cuenta con amplias vías para el tránsito vehicular, al igual que peatonal. Existe tráfico en horas pico debido a la alta cantidad de autos, y los equipamientos de la zona

Figura 19. Ubicación y porcentajes de movilidad

Fuentes: Elaboración propia (2023)

**PUNTOS DE QUIETUD**

Diurno

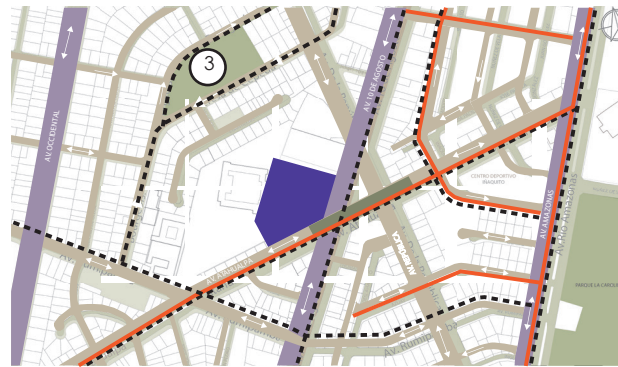


1 EL FLORÓN



2 PARQUE DE LA MUJER

Nocturno



3 PARQUE TERESA DE CEPEDA

Figura 20. Movilidad diurna y nocturna

Fuentes: Elaboración propia (2023)

### 10.3 Análisis social

Para comprender las dinámicas sociales del sector, realizamos un análisis de las actividades más relevantes. Identificamos que las principales actividades se concentran en dos áreas: la zona oeste del sector, donde destacan el Colegio SSCC de Rumipamba, el Colegio San Gabriel y la Universidad Tecnológica Equinoccial - Por el Comercio. Mientras tanto, en la zona este, las actividades más preponderantes son el Parque La Carolina, la vivienda en altura y las oficinas.

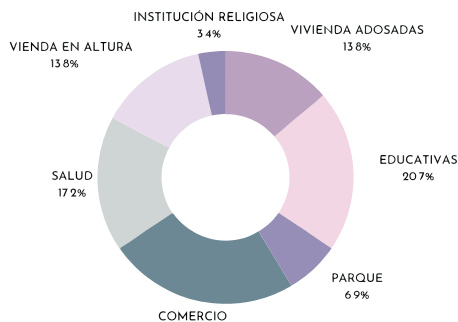


Figura 21. Análisis social  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## 10.4 Fenómenos urbanos

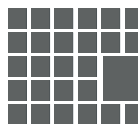
El punto de conexión estratégico en las intersecciones de AV.10 de agosto, AV. República y AV. Atahualpa es un hito referencial clave para la zona debido a su alta accesibilidad. Sin embargo, presenta problemas de abandono. La cercanía del Parque La Carolina ha desplazado algunas actividades deportivas, generando un nuevo centro comercial en sus alrededores. Este éxito económico ha provocado un aumento de los costos de vivienda, excluyendo a ciertas clases sociales del área.

SEGREGACIÓN SOCIAL



**CRECIMIENTO DE VIVIENDAS EN ALTURA**  
DESPLAZAMIENTO DE PEQUEÑAS VIVIENDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIÓN QUE APROVECHAN LA RENTABILIDAD DEL SUELO RÁPIDAS AL OS GPUS

SEGREGACIÓN ESPACIAL



**ROTURA DE LA TRAMA URBANA**

ESPACIOS SEGREGADOS QUE NO APORTAN ADAA LA TRAMA URBANA Y GENERA UNA DIVISION ESPACIAL ENTRE DOS SECTORES.

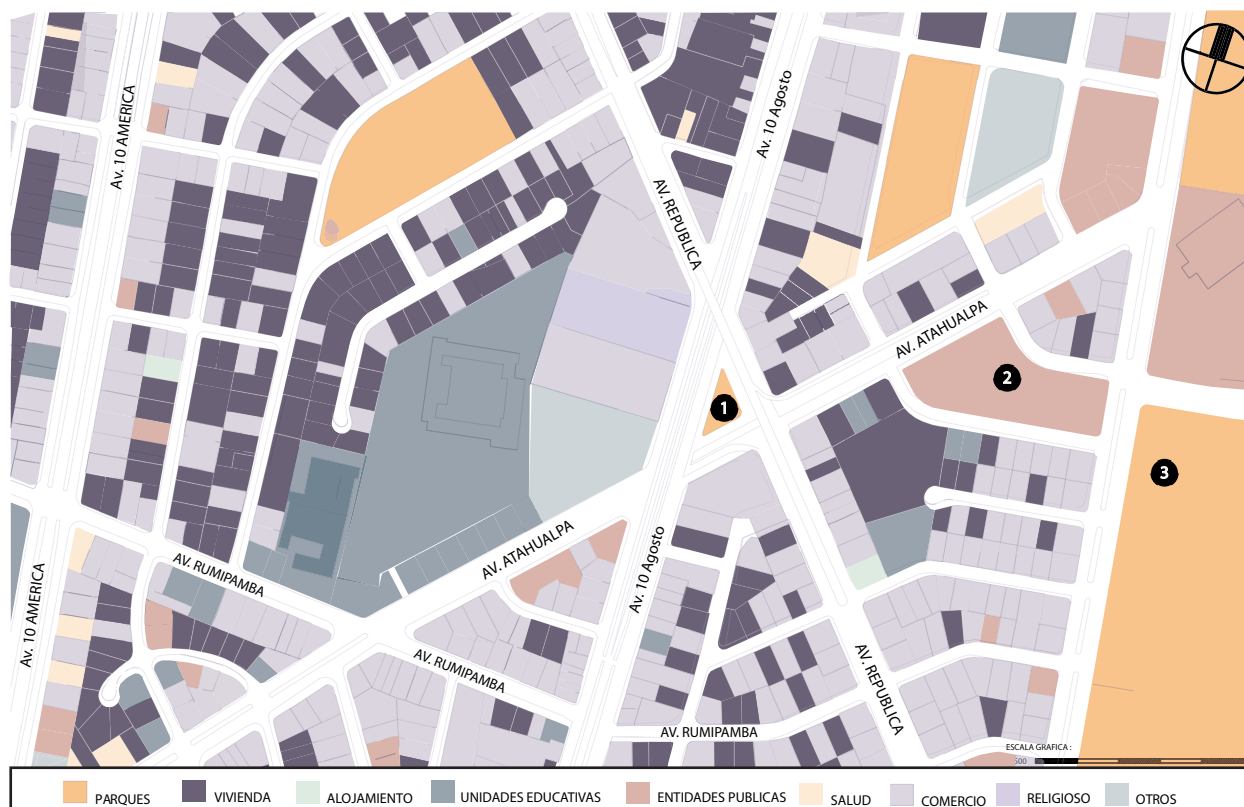
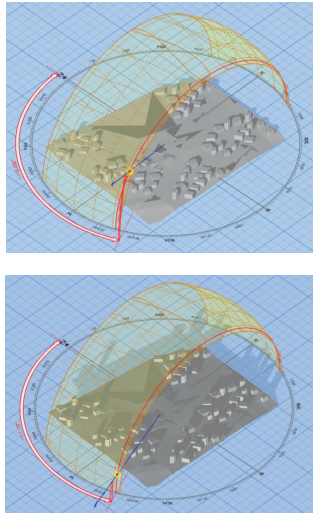


Figura 22. Fenómenos urbanos  
Fuentes: Elaboración propia (2023)



## 10.5 Análisis sensorial



La zona de estudio se encuentra en un terreno con pendientes bajas y un tejido urbano consolidado, con variadas alturas de edificaciones. Estas características dificultan el ingreso directo de luz a ciertas horas, como a las 9 de la mañana, en contraste con el mediodía, cuando la luz solar llega plenamente, y a las 4 de la tarde, generando sombra de oeste a este. Como resultado, la temperatura en el sector oscila entre 5°C y 10°C.

Figura 23. Cartas solares  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

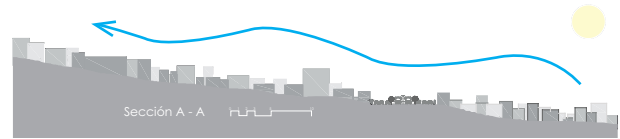
### TEXTURA Y COLORES



Fachadas con estilos variados y colores diversos en las avenidas estudiadas: lisas, pulidas, rugosas, transparentes y colores neutros o vivos, incluyendo inspiración en la naturaleza, con gran presencia de hormigón.

Figura 24. Texturas y colores  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

### TEMPERATURA Y VIENTOS



Quito tiene leves variaciones estacionales en la velocidad promedio del viento. La fase más ventosa va de junio a septiembre (3.1 meses) con más de 7.2 km/h. Julio es el mes más ventoso (5.3 mph), mientras que el periodo calmado es de septiembre a junio (8.9 meses), siendo abril el más tranquilo (2.9 mph). Estos datos son útiles para meteorología, energía eólica y planificación urbana (WeatherSpark, 2022).

Clima con más lluvias en abril y días secos en agosto debido a cambios climáticos y contaminación. Noches con vientos descendentes y ambiente templado por el calor acumulado, pero temperaturas mínimas pueden llegar a -2°C. Entorno nocturno desolado y poco seguro. Considerar factores para planificación y seguridad en la región.

### Conclusiones

la importancia de considerar estrategias de diseño arquitectónico y urbano en relación con la orientación solar para lograr eficiencia energética del proyecto. Además, menciona que se está teniendo en cuenta la topografía del área para reducir el uso de energías y las emisiones de CO2 provenientes de combustibles.

El análisis urbano para comprender la configuración de la ciudad. Uno de los factores clave que se identificó en este análisis fue la altitud, ya que la ubicación es frecuentemente visitada por diversos usuarios. La construcción en altura se ha considerado beneficiosa debido a ciertos factores.

Estás haciendo hincapié en la importancia de una redacción clara y una sintaxis precisa para transmitir efectivamente tus ideas. Si tienes más información o preguntas específicas, estaré encantado de ayudarte.

# **ETAPA 3**

## **Resultados**



## 11.Introducción

El proyecto es un edificio residencial de seis plantas con viviendas de uso residencial, diseñado con materiales de bajo impacto ambiental. Ofrece seis tipologías diferentes de unidades habitacionales, incluyendo una suite y cuatro tipologías para dos personas, con tamaños entre 50, 70 y 80 metros cuadrados.

En la planta baja, se encuentran áreas comunes y espacios de recreación para los residentes, junto con áreas exteriores privadas para cada vivienda. El objetivo principal es crear un entorno sostenible y armonioso, promoviendo la eficiencia energética y el respeto por el medio ambiente.

El proyecto busca brindar a sus habitantes un estilo de vida cómodo y moderno, mientras se integra de manera adecuada con su entorno y fomenta prácticas de construcción ecológicas para una alta calidad de vida.

### 11.1 Justificación del sitio

El proyecto se encuentra en el sector de Ñaquito, conocido por sus construcciones mayormente en hormigón que afectan negativamente al medio ambiente. Por esta razón, el proyecto busca destacar utilizando técnicas y materiales de bajo impacto ambiental, convirtiéndose en un referente para la zona. Al optar por materiales sostenibles y prácticas amigables con el entorno, se busca reducir la huella ambiental del edificio y promover un enfoque más responsable en la industria de la construcción en Ñaquito.

## 12. Consumo de huella de carbono aplicado al proyecto

En este estudio, se llevaron a cabo meticulosas selecciones de materiales, teniendo en cuenta su resistencia, durabilidad, maleabilidad y disponibilidad local. No obstante, el factor más relevante que influyó en nuestras decisiones fue asegurar que los materiales elegidos tuvieran un bajo impacto en las emisiones de CO<sub>2</sub>, buscando una construcción respetuosa con el medio ambiente.

En términos de estructuras y revestimientos, optamos por utilizar madera laminada debido a su resistencia y capacidad para soportar cargas estructurales significativas. Esta elección se fundamenta en su sostenibilidad y capacidad de ser renovable, convirtiéndola en una opción amigable con el entorno.

Para las paredes internas, decidimos emplear cement board, un material duradero y resistente al fuego, que minimiza las emisiones de CO<sub>2</sub> durante su producción. Esto nos permite crear espacios interiores confiables con un impacto ambiental reducido.

En áreas específicas, como la caja de gradas y las bases de cimentaciones, hemos seleccionado madera necesaria en combinación con hormigón. Si bien el hormigón es ampliamente utilizado, puede generar altas emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo que utilizarlo junto con madera necesaria nos permite disminuir su impacto ambiental, optando por una alternativa más ecológica.

Cabe destacar que estas elecciones también se alinean con los estándares de construcción en Ecuador, garantizando que el proyecto cumpla con los requisitos locales y, al mismo tiempo, promoviendo la protección del medio ambiente.

Tabla 11. Emisiones de CO<sub>2</sub>: Materiales convencionales

MATERIALES CONVENCIONALES				
N°	Subsistemas	Material	Volumen	Emisión de CO <sub>2</sub>
			m <sup>3</sup>	Total kg de CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
1	Cimentación	Hormigón	245.83	202,69
2	Estructura total	Madera laminada	1,496.90	899.69
3	Paredes y entrepiso	Cement board	4471.39	1974,01
Total				2176,7

Fuentes: Elaboración propia (2023)

En el desarrollo de este proyecto, hemos empleado extensamente madera laminada tanto en el sistema estructural como en los revestimientos, alcanzando un total de 1496,90 m<sup>3</sup> de construcción. Con el propósito de determinar las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por este material, llevamos a cabo los cálculos necesarios.

Para realizar dichos cálculos, hemos tomado en cuenta el volumen de madera laminada utilizado y hemos considerado su grosor específico, un factor crucial en la determinación de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Al combinar estas cifras con la información proporcionada en la tabla 3 de Consumo de materiales en construcción, hemos obtenido el total de emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el uso de madera laminada en el proyecto.

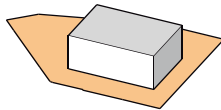
Asimismo, hemos llevado a cabo la conversión pertinente para expresar las emisiones en kg de CO<sub>2</sub> por metro cuadrado, con el fin de obtener una visión clara y precisa del impacto ambiental causado por este material en el área de construcción.

Es fundamental tener en cuenta todos estos aspectos para obtener una evaluación precisa de las emisiones de

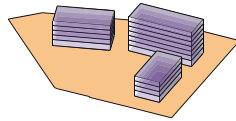
CO2 y su impacto en el medio ambiente. Como arquitecto estructural comprometido con la sostenibilidad, hemos realizado estos cálculos con el objetivo de garantizar que nuestras decisiones de materiales sean respetuosas con el entorno y promuevan prácticas amigables con el medio ambiente.

### 13. Resultados

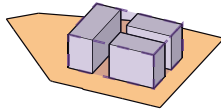
#### ● Diagramas funcionales



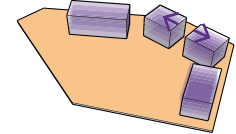
Se inicia con una forma cuadrada ya que tiene semejanza con el terreno de estudio



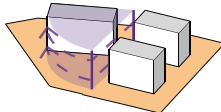
Cada módulo se secciona al número de pisos que se desea llegar tomando en cuenta el ím del predio



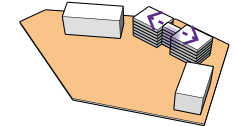
Los módulos se dividen en tres partes tomando en cuenta la forma del terreno



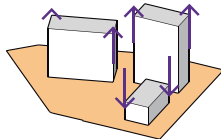
Estos se dividen hacia los costados para generar más circulación



Los módulos giran según las vías principales para generar un espacio abierto al usuario



Se genera una conexión entre los módulos, y eso puede ayudar a obtener ingreso de iluminación y el centro costado de los módulos



Los módulos cambian la altura para que genere diferentes proyecciones de sombras e iluminación del lugar

Figura 25. Diagramas funcionales  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

#### ● Estrategias de diseño

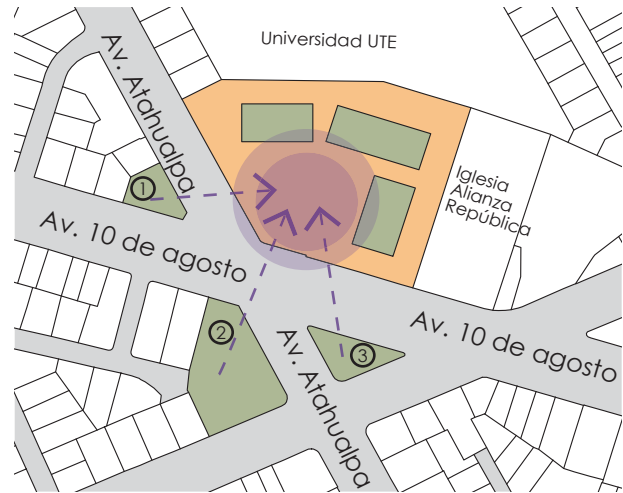


Figura 26. Estrategias de diseño

Fuentes: Elaboración propia (2023)

Como área de intervención tenemos tres zonas que se denominan "1", "2" y "3" y que son alledañas al terreno de estudio, de esta manera se crea un espacio central para generar conexión y crear espacios activos.

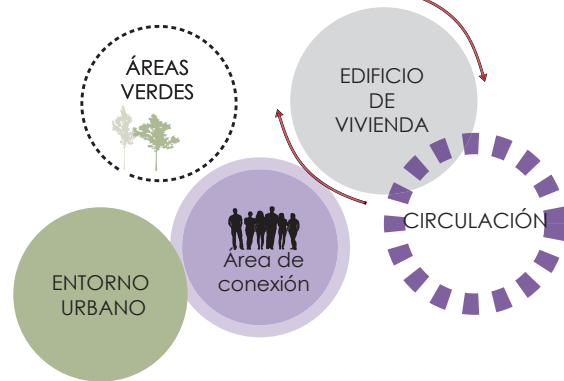
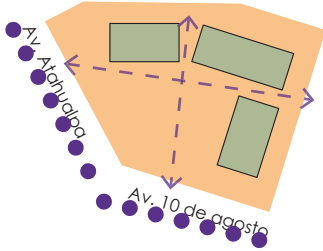
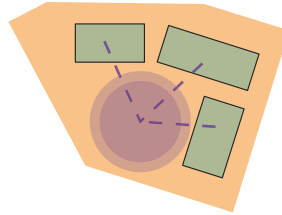


Figura 27. Estrategias de diseño  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

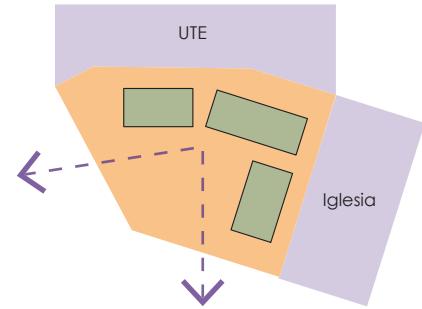
## ● Conexión exteriores



La división de los módulos genera circulación desde las vías principales (Av. 10 de agosto y Av. Atahualpa) que recorren todo el volumen



Al generar una zona central el acceso a los tres módulos es más dinámico y la circulación del usuario es más corta



Las vistas principales van hacia las avenidas 10 de agosto y Atahualpa y que en los laterales se encuentra la universidad UTE y la Iglesia Alianza Republicana

Figura 28. Conexión exteriores  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Entorno



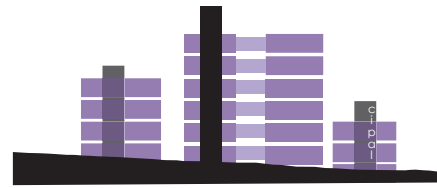
El terreno cuenta con una topografía en meseta, que se quiere aprovechar al máximo sin tener que desbanquear.



El sector cuenta con fuertes vientos que se controlan con la presencia de paredes verdes y que suavizan así su entrada a los módulos



Al generar módulos con diferentes alturas se puede interactuar con la entrada de luz y sombra que se proyecta en el terreno



Los módulos tienen una conexión entre sí para que al desplazarse se vaya desde la torre principal hacia las secundarias

Figura 29. Entorno  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Diagramas generativos

El edificio de viviendas cuenta con tres módulos de pérdida, cada uno destinado a diferentes zonas de actividades, con un enfoque destacado en la vivienda y a oficinas.

El módulo central es el edificio de viviendas en sí mismo, y es donde se concentran las principales funciones habitacionales. Los otros dos módulos se distribuyen para actividades específicas, y uno de ellos está destinado a zonas de oficinas. De esta manera, obtenemos un análisis detallado de cómo se va a desarrollar cada módulo y qué áreas serán destinadas para el uso de los materiales que han sido estudiados específicamente para la construcción del edificio. Al tener esta visión más amplia, podemos identificar con precisión dónde y en qué se van a utilizar los materiales seleccionados, asegurando una óptima planificación y eficiencia en su distribución.

Este enfoque nos permite optimizar los recursos y garantizar que cada parte del edificio de viviendas esté adecuadamente diseñada y construida, cumpliendo con los estándares de calidad y funcionalidad requeridos. Además, facilita la identificación de posibles mejoras y alternativas para maximizar el rendimiento y sostenibilidad del proyecto.

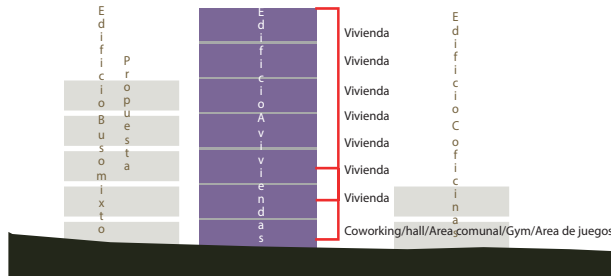


Figura 30. Diagramas generativos  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ANÁLISIS DE MATERIALES

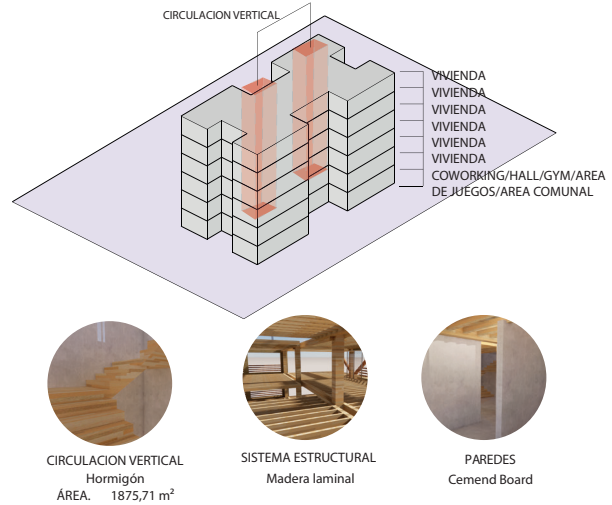


Figura 31. Análisis de materialidad  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## CARACTERÍSTICAS: AHORRO DE ENERGIA/EFICIENCIA

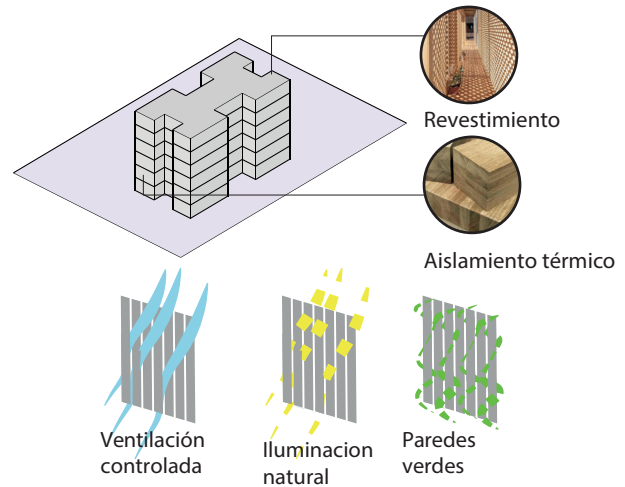


Figura 32. Características de ahorro y eficiencia  
Fuentes: Elaboración propia (2023)



## ● Ciclo de vida

Este proyecto tiene como objetivo la implementación de un ciclo de vida innovador que promueva el reciclaje tanto en el inicio como en la conclusión de la construcción. La propuesta plantea un enfoque donde las edificaciones sean concebidas con un proceso de desmantelamiento planificado, permitiendo que al momento en que los residentes abandonen sus unidades residenciales, la estructura sea desmontada de manera gradual hasta su completa eliminación o su reutilización mediante reciclaje.

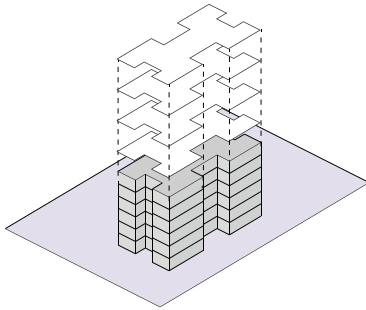


Figura 33. Inicios de una edificación  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

Este enfoque aborda de manera efectiva el desafío de las edificaciones en altura que quedan en desuso y deshabitadas, lo cual no solo es una cuestión de espacio urbano desperdiciado, sino también una oportunidad para reducir la demanda de nuevos recursos de construcción. Al permitir que las edificaciones lleguen a su fin de vida útil de manera planificada, se evita que permanezcan como estructuras desocupadas y se eliminan los costos y la complejidad asociados con la renovación de estos espacios.

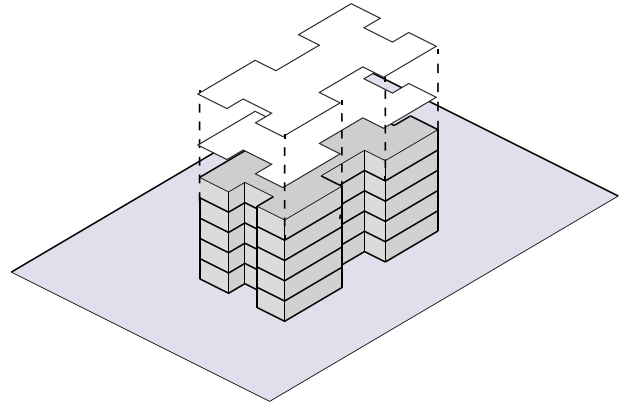


Figura 34. Desmontaje de niveles  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

En lugar de dejar que las edificaciones deshabitadas se conviertan en una carga para la comunidad y el entorno urbano, esta estrategia busca transformar el ciclo de vida de las construcciones en un proceso más sostenible y eficiente. La planificación cuidadosa del desmantelamiento y el enfoque en la reutilización y el reciclaje permiten maximizar el valor de los materiales y minimizar el desperdicio, contribuyendo así a la conservación de recursos y la reducción del impacto ambiental.

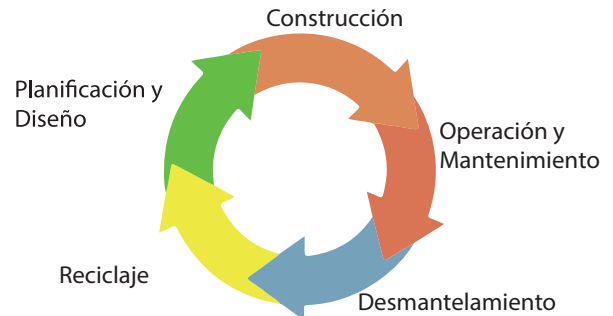


Figura 35. Ciclo de vida de una construcción  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Implantación



Implantación Arquitectónica

Figura 36. Implantación

Fuentes: Elaboración propia (2023)

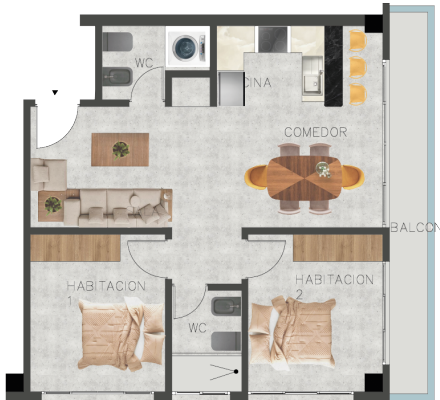
● Tipologías



Tipología 1  
Area 70



Tipología 2  
Area 80



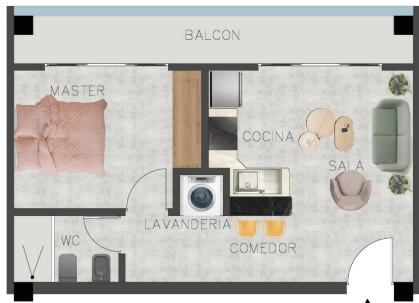
Tipología 1 A  
Area 76



Tipología 2 B  
Area 70

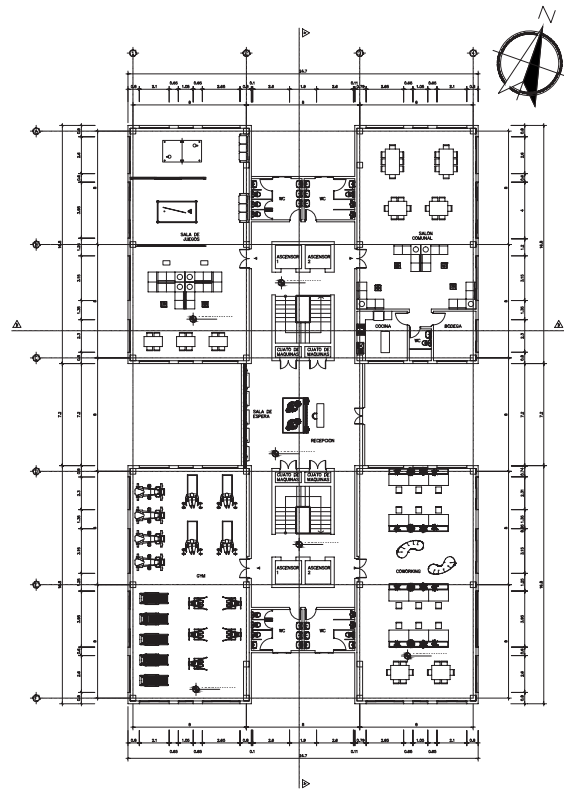
Figura 37. Tipologías  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Plantas Arquitectónicas



Tipología 3  
area 52

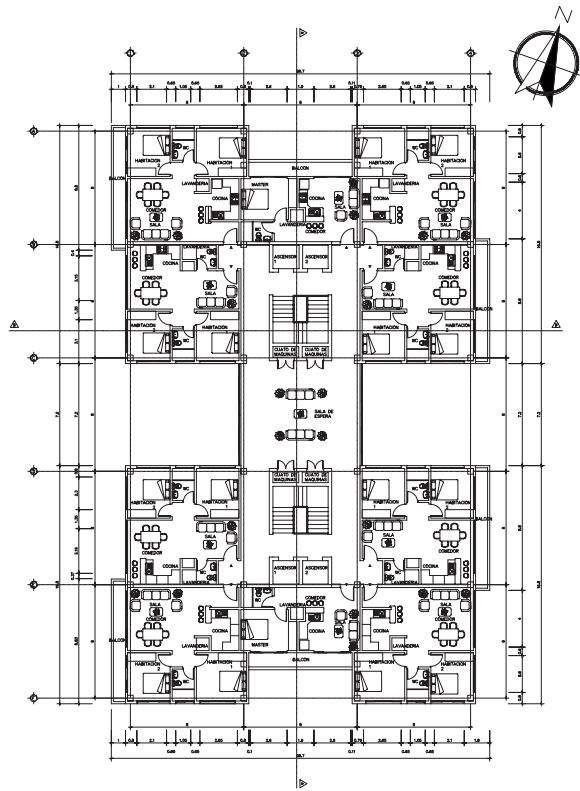
Figura 38. Tipologías  
Fuentes: Elaboración propia (2023)



Planta Arquitectónica  
Primera Planta Baja  
N+- 5.18

Figura 39. Plantas Arquitectónicas  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

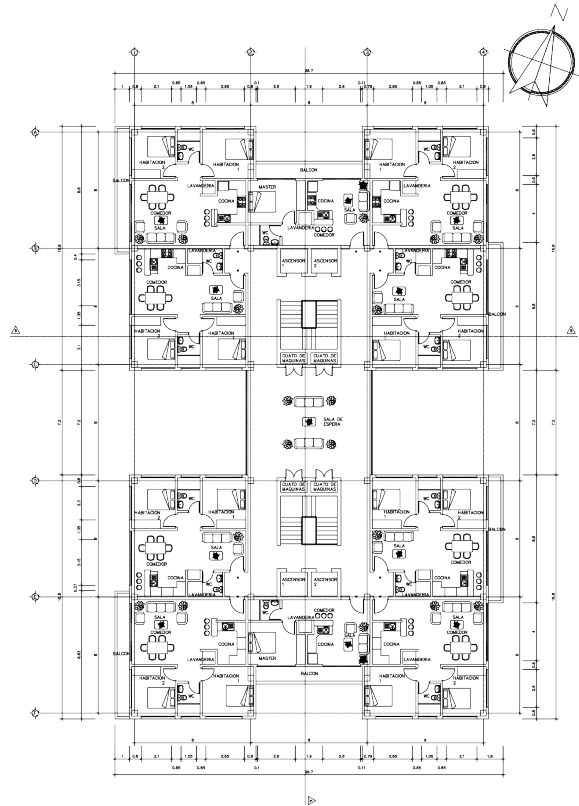
## ● Plantas Arquitectónicas



Planta Arquitectónica  
Primera Planta Alta  
N+ 8.53

Figura 40. Plantas Arquitectónicas  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

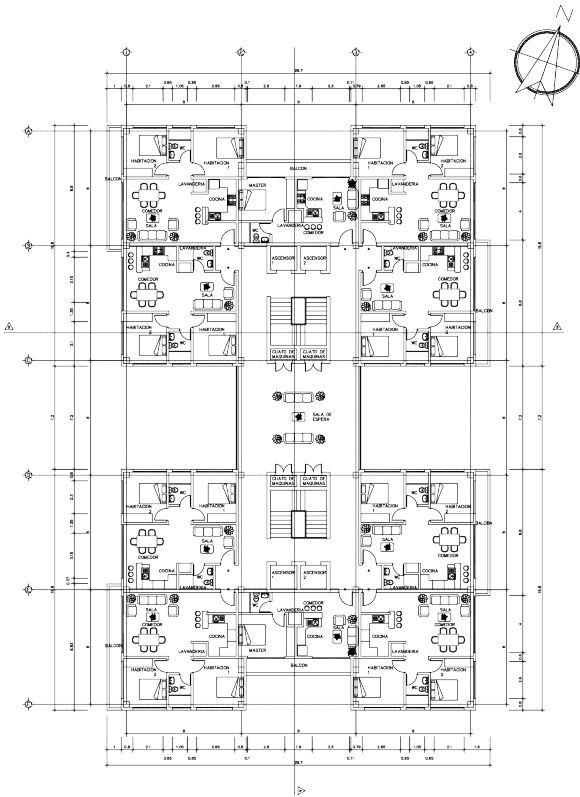
## ● Plantas Arquitectónicas



Planta Arquitectónica  
Segunda Planta Alta  
N+ 11.88

Figura 41. Plantas Arquitectónicas  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

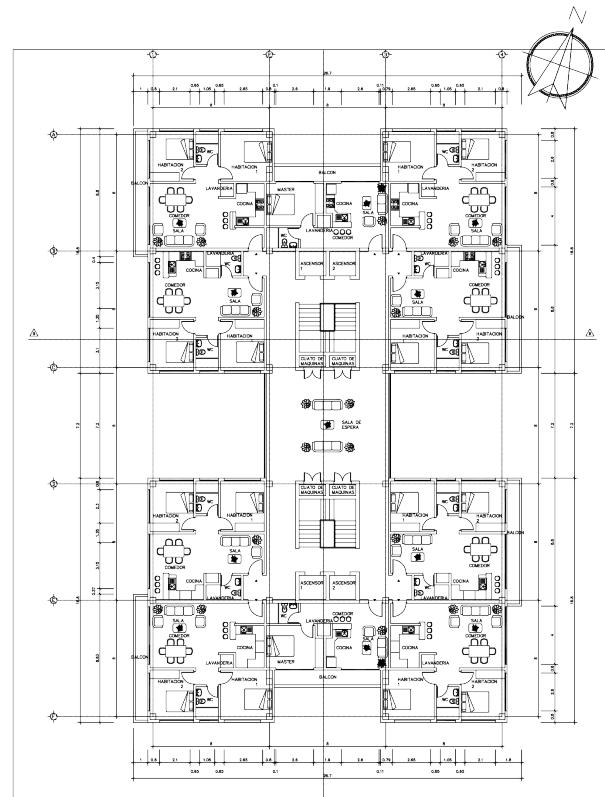
● Plantas Arquitectónicas



Planta Arquitectónica  
Tercera Planta Alta  
N+ 15.23

Figura 42. Plantas Arquitectónicas  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Plantas Arquitectónicas



Planta Arquitectónica  
Cuarta Planta Alta  
N+ 18.22

Figura 43. Plantas Arquitectónicas  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Plantas Arquitectónicas

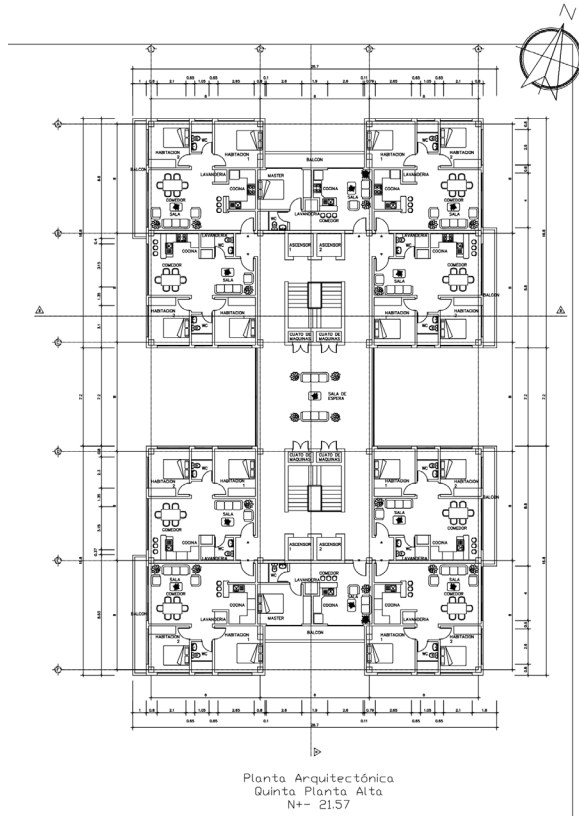


Figura 44. Plantas Arquitectónicas  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Plantas Arquitectónicas



Figura 45. Plantas Arquitectónicas  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Plantas Arquitectónicas

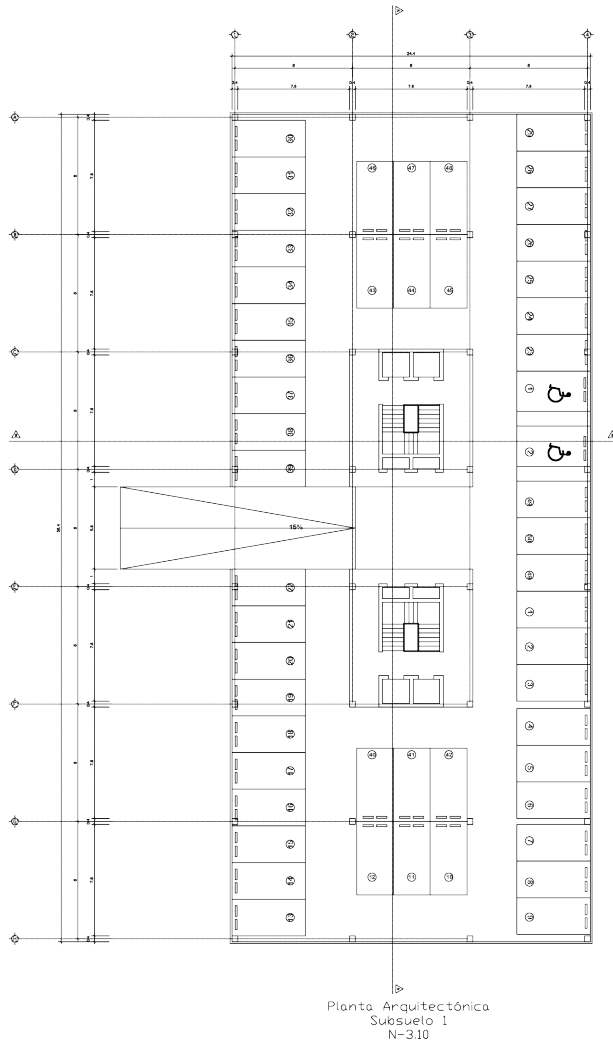


Figura 46. Subsuelo  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Detalles estructurales

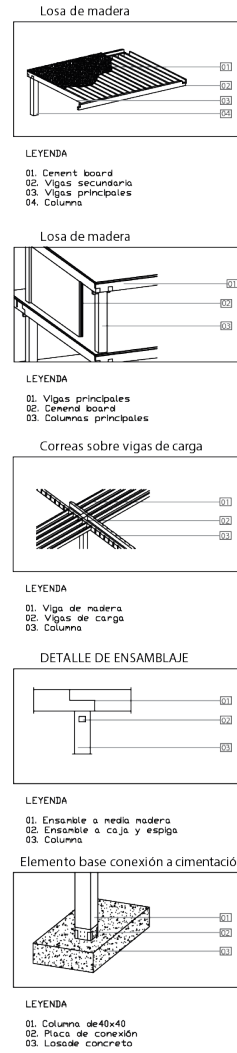


Figura 47. Detalles estructurales  
Fuentes: Elaboración propia (2023)



## ● Corte escandillón

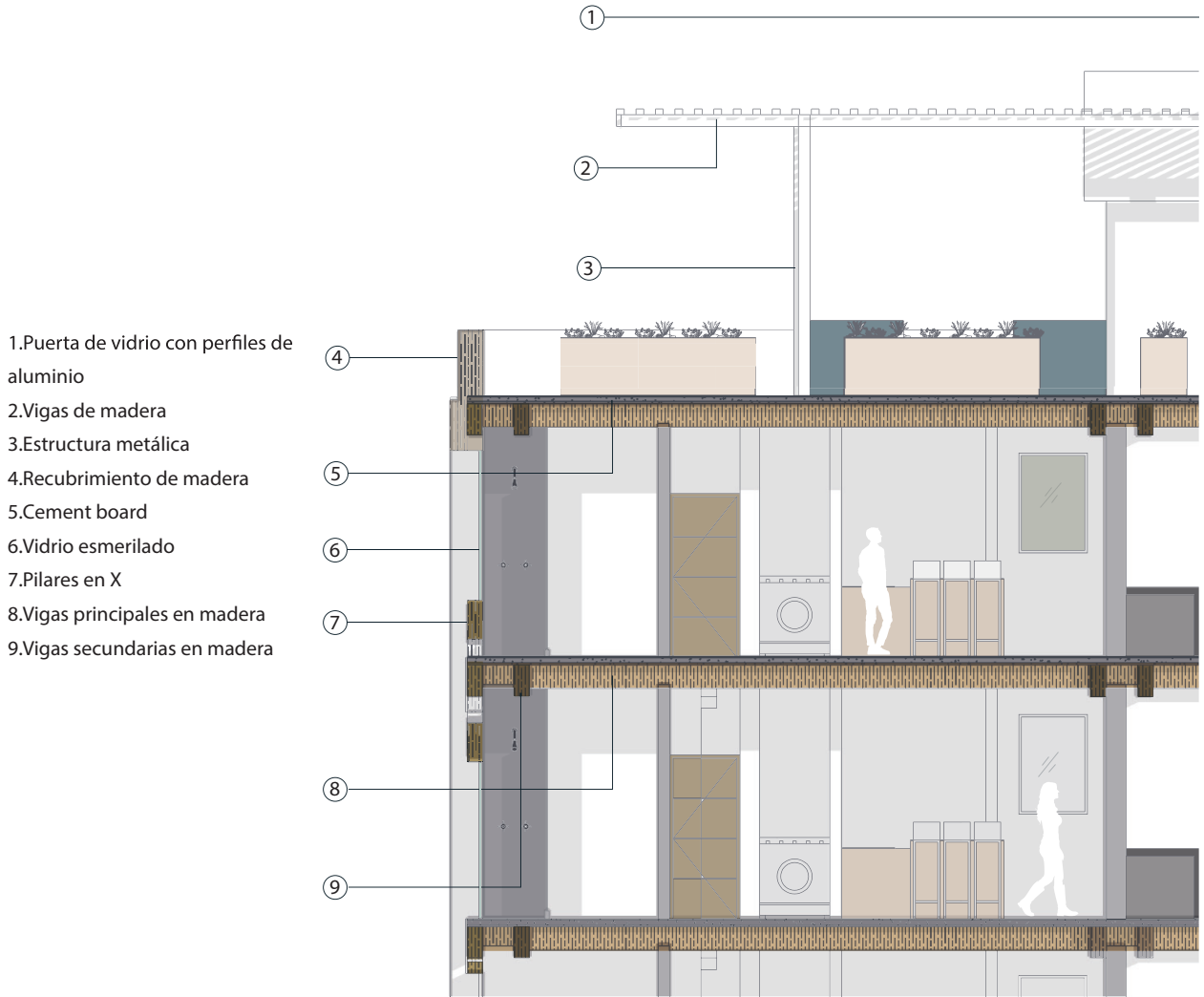
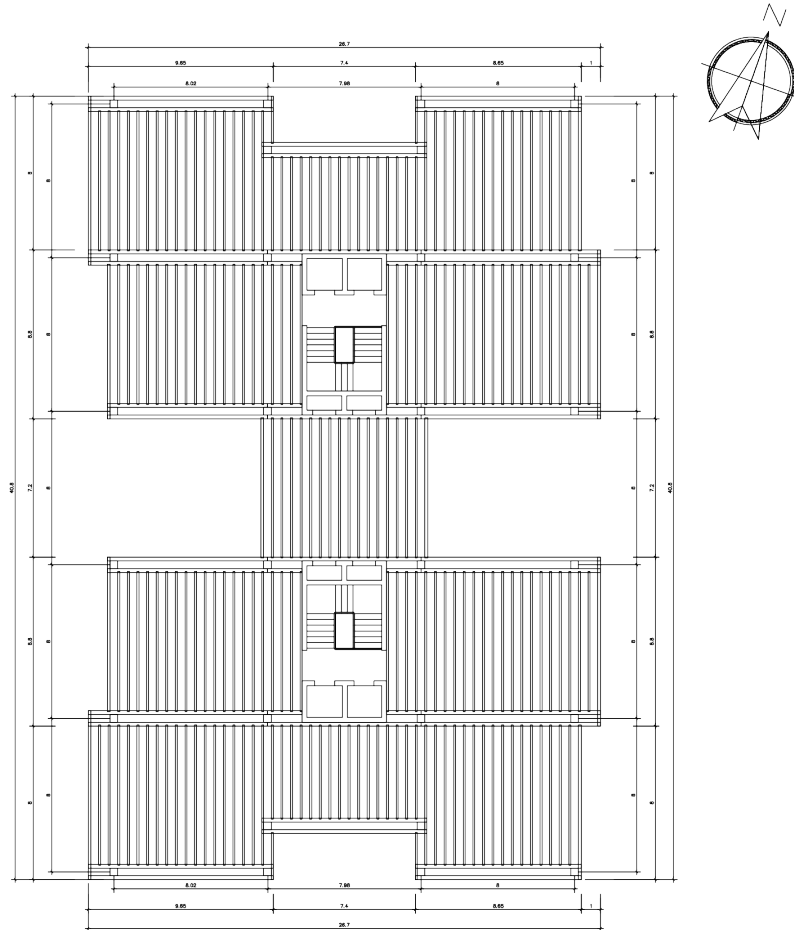


Figura 48. Corte escandillón  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Planta estructural (Madera)



Planta De Instalaciones especiales  
Estructura En Madera

Figura 49. Planta estructural (Madera)  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Planta estructural (Subsuelo)

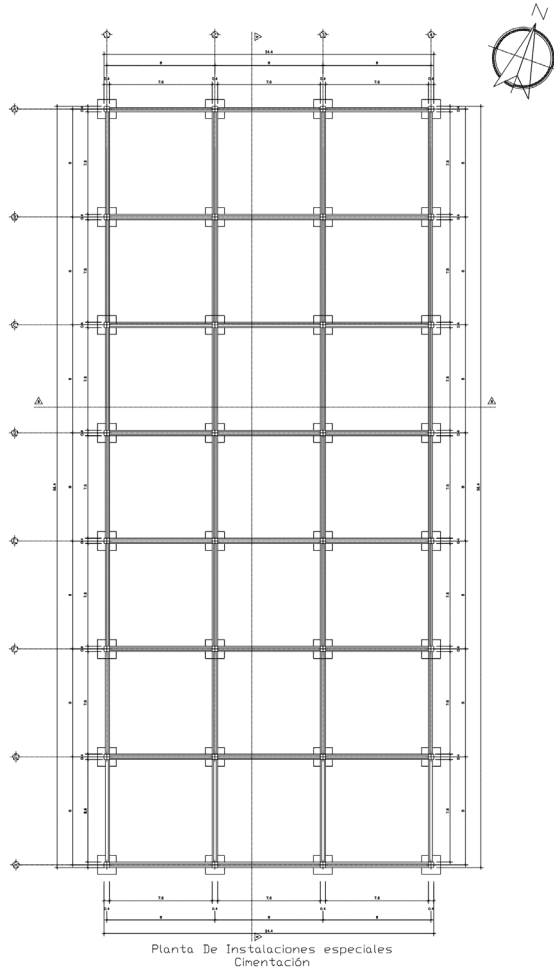


Figura 50. Planta estructural (Subsuelo)  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

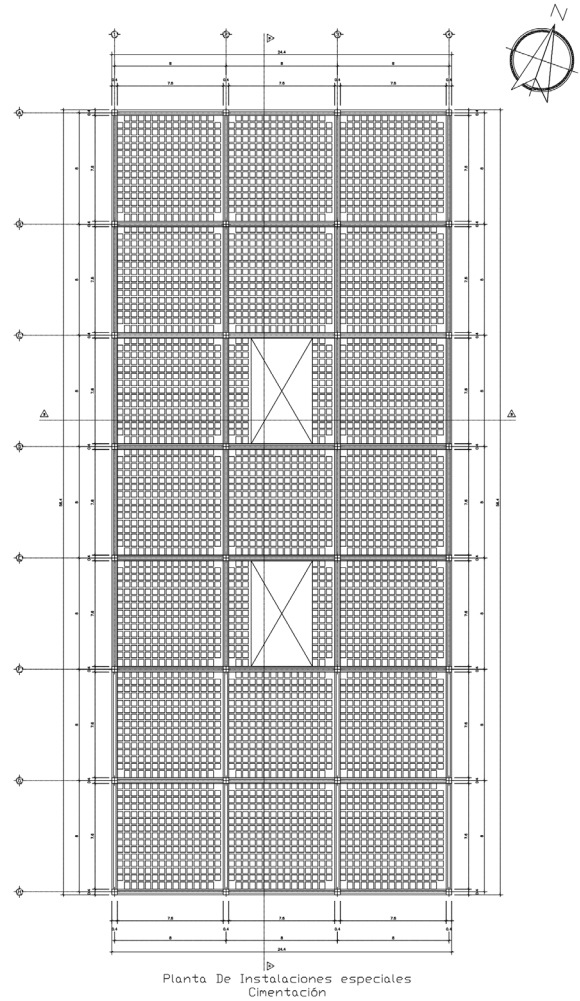


Figura 51. Planta estructural (Subsuelo)  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Fachada frontal



Figura 52. Fachada frontal  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Fachada posterior



Figura 53. Fachada posterior  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Fachada lateral derecha



Figura 54. Fachada lateral derecha  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Fachada lateral izquierda



Figura 55. Fachada lateral izquierda  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Corte A-A



Figura 56. Corte A-A  
Fuentes: Elaboración propia (2023)



● Corte B-B



Figura 57. Corte B-B  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Estructura explotada

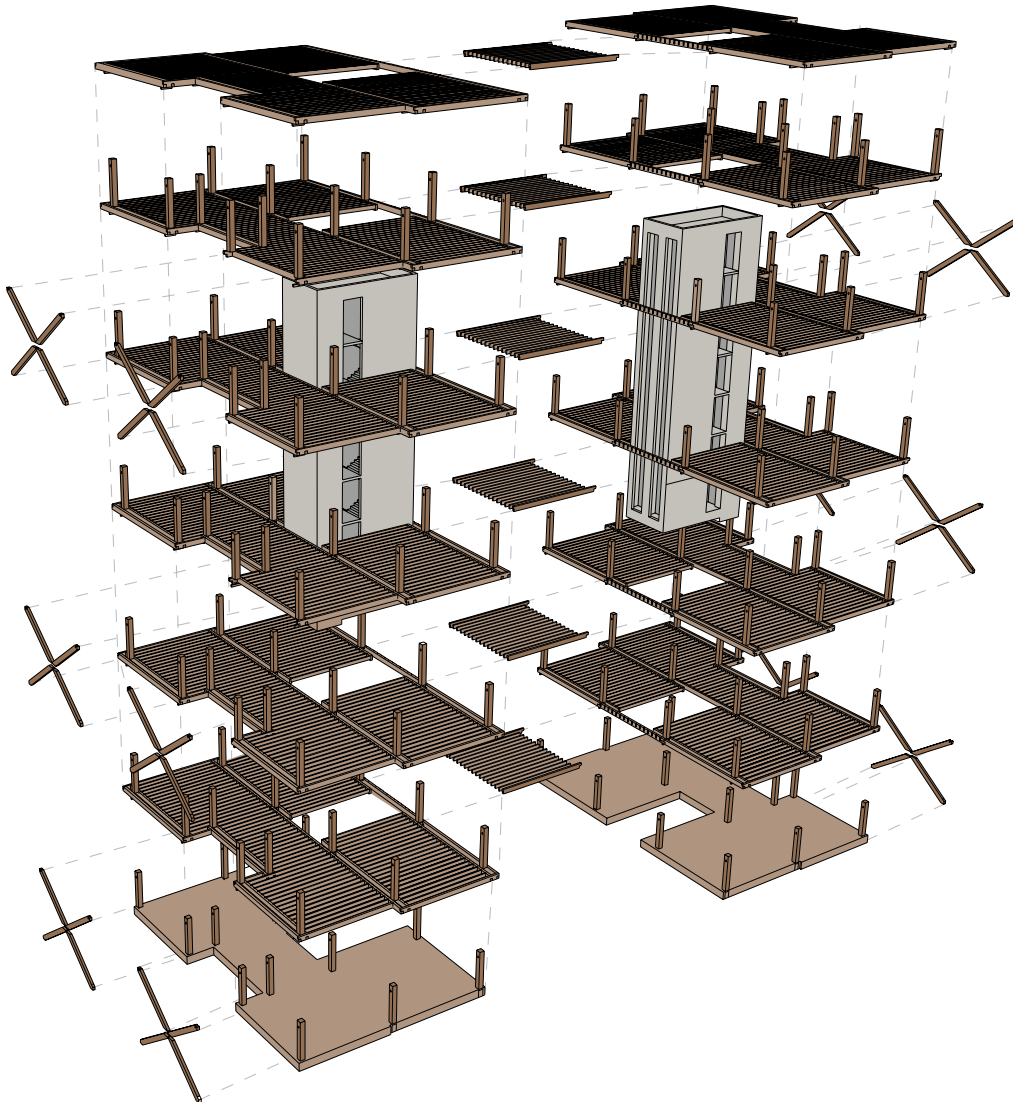


Figura 58. Estructura explotada  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Render exterior



Figura 59. Render exterior  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Render exterior



Figura 60. Render exterior  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Render exterior



Figura 61. Render exterior  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Render exterior



Figura 62. Render exterior  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Render exterior



Figura 63. Render exterior  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

● Render exterior



Figura 64. Render exterior  
Fuentes: Elaboración propia (2023)



● Render exterior



Figura 65. Render exterior  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Render interiores



Figura 66. Render interiores  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Render interiores



Figura 67. Render interiores  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Render interiores



Figura 68. Render interiores  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Render interiores



Figura 69. Render interiores  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Render interiores



Figura 70. Render interiores  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## ● Render interiores



Figura 71. Render interiores  
Fuentes: Elaboración propia (2023)

## Resultados

Este trabajo de tesis se centró en el desarrollo de un proyecto de viviendas en altura en el área de Rumipamba, Quito. Este proyecto se caracterizó por su enfoque en la sostenibilidad y la minimización del impacto ambiental. A lo largo del proceso, se utilizó de manera extensiva madera laminada tanto en el sistema estructural como en los revestimientos, lo que resultó en un total de 1496,90 m<sup>2</sup> de este material empleado en la construcción. Esta elección de emplear madera laminada no solo permitió una construcción eficiente y resistente, gracias a estrategias sísmicas como las cruces de San Andrés, sino que también garantizó que el sistema estructural pueda ser desmantelado y reutilizado en el futuro.

Adicionalmente, se incorporó el uso de cement board, un material que contribuye a la eficiencia medioambiental del sistema, su peso, capacidad de absorción de sonido y su base orgánica se combinaron para lograr una notable reducción en las emisiones de carbono.

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que es completamente factible reducir de manera significativa el impacto ambiental asociado a la construcción a través de decisiones conscientes en la elección de materiales y un enfoque hacia alternativas más sostenibles. La evaluación de la huella de carbono de los materiales y la búsqueda activa de opciones amigables con el medio ambiente resultan fundamentales para fomentar prácticas constructivas que sean respetuosas con nuestro entorno.

## Reflexiones finales

La investigación realizada ha sido exhaustiva, ya que al tratarse de un material poco utilizado en comparación con su contraparte, el cemento, surgieron dudas e inquietudes. Sin embargo, gracias al significativo crecimiento de la industria maderera, se busca reducir el consumo de cemento o incluso eliminar su uso, dado que muchos de los residuos terminan afectando áreas verdes o desembocando en quebradas. Además, gran parte de las construcciones de cemento permanecen deshabitadas, mientras que con la implementación de estructuras de madera, se pueden ajustar y adaptar a las necesidades de las personas.

Considero que sería fundamental llevar a cabo un estudio a fondo de estas técnicas, ya que en muchos casos, como en el mío, fue una experiencia nueva manejar este tipo de estructuras y utilizar el material de madera. La promoción e investigación de estas alternativas constructivas pueden marcar un impacto positivo en el medio ambiente y mejorar la sostenibilidad de las edificaciones. Concluiría diciendo que este trabajo de titulación me ha dejado con una valiosa perspectiva sobre cómo la madera puede ser una opción prometedora y ecológica en el futuro de la construcción.



## Recomendaciones

Investigar sobre materiales nuevos en el mercado de la construcción que ofrecen características y beneficios renovables y eficientes. Los materiales de construcción circulares y sostenibles son clave para reducir el impacto ambiental y crear estructuras de ciclo de vida sustentable. Estos materiales pueden incluir la madera laminada cruzada, con bajo impacto de carbono, y el concreto de alta resistencia con menor contenido de cemento, lo que disminuye las emisiones de CO<sub>2</sub>. Además, los sistemas de aislamiento térmico ecológico y paneles solares integrados también se están volviendo populares para aumentar la eficiencia energética en las construcciones. Integrar estos materiales y enfoques en la construcción puede reducir costos a largo plazo para los usuarios y contribuir a la eliminación de construcciones fantasmas, promoviendo un ciclo de vida sostenible para las edificaciones.

## Referencias Bibliográficas



Alireza Ashori, T. T. (2011). Wood–wool cement board using mixture of eucalypt and poplar. En Wood–wool cement board using mixture of eucalypt and poplar. Elsevier.

archdaily. (2018). archdaily. Obtenido de archdaily: <https://www.archdaily.cl/cl/956848/edificio-de-apartamentos-qvilestaden-bornstein-lyckefors>

Arquitectura verde. (2020). Obtenido de Arquitectura verde: <https://www.arquitecturaverde.es/arquitectura-sustentable-verde-o-sostenible/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20arquitectura%20verde,cuenta%20variables%20de%20impacto%20medioambiental>.

Beltrán, D. (2022). REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EDIFICACIÓN DE . quito.

Bosque, H. C. (1988). Un criterio de selección y consideraciones de uso de la madera en construcción. revistas.uach.cl, uach.cl.

C. Asasutjarit, J. H. (2007). Development of coconut coir-based lightweight cement board. En Development of coconut coir-based lightweight cement board. Elsevier.

construirconmadera. (14 de septiembre de 2022). construir con madera. Obtenido de construir con madera: <https://www.construirconmadera.es/madera-laminada/>

cotopaxi, A. (2020). cotopaxi. Obtenido de <https://www.cotopaxi.com.ec/productos>

David Darwin, C. W. (2015). Design of Concrete Structures. New York: McGraw-Hill.

G.C.bye. (1999). Portland Cement. Londres: Thomas Telford Publishing.

González Jorge Humberto Laguna Copca, S. A. (2022). Materiales alternativos en la arquitectura: hacia una construcción sostenible. Revista Académica Digital Voces y Saberes. .

iea. (septiembre de 2022). iea. Obtenido de iea: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>

IEA. (2022). iea. Obtenido de iea: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>

Jaguaco Canchig, S. d. (2007). <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1979>. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1979>

Jorge Humberto Laguna Copca, S. A. (2022). Materiales alternativos en la arquitectura: hacia una construcción sostenible. revista Académica Digital Voces y Saberes, <http://vocesysaberes.aragon.unam.mx/index.php/RAVS/article/view/33/33>.

M. P. Mercader, J. A. (2021). Modelo de cuantificación de las emisiones de CO2 producidas en edificación derivadas de los recursos materiales consumidos en su ejecución. En J. A. M. P. Mercader, modelos de cuantificación de co2. madera21. (24 de febrero de 2021). Obtenido de [www.madera21.cl/blog/2021/02/24/el-futuro-de-la-construccion-la-madera-como-material-para-edificios-en-altura-alrededor-del-mundo/](http://www.madera21.cl/blog/2021/02/24/el-futuro-de-la-construccion-la-madera-como-material-para-edificios-en-altura-alrededor-del-mundo/)

novopan. (2017). novopan. Obtenido de <http://www.novopan.com.ec/>

Provind. (2022). Provind. Obtenido de <https://www.provind.com.ec/placas-especiales>

Roblero, A. G. (23 de mayo de 2023). behance. Obtenido de behance: [https://www.behance.net/gallery/158078483/Torre-Veta-Gerdau-Corsa?tracking\\_source=search\\_projects%7Cedificio+en+madera](https://www.behance.net/gallery/158078483/Torre-Veta-Gerdau-Corsa?tracking_source=search_projects%7Cedificio+en+madera)

Ruiz, M. P. (2015). “COMPARACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE HORMIGÓN ARMADO Y MADERA SÓLIDA CONTRALAMIENDA”. chile.

UN-HABITAT. (2008). naciones unidas. Obtenido de <https://digitallibrary.un.org/record/781412?ln=es>

whitearkitekter. (2021). Obtenido de whitearkitekter: <https://whitearkitekter.com/project/sara-cultural-centre/>

Zepeda1, R. F. (2008). Construcción sostenible y madera:. En Construcción sostenible y madera: realidades, mitos y oportunidades (pág. 97).

PortlandCement (2.ª ed., p. <https://books.google.com.ec/books?id=W8oYW15gH18C&printsec=frontcover#v=one-page&q&f=false>). (1999). (2.ª ed.). ESPAÑA: Published by Thomas Telford Publishing, Thomas Telford Limited. 1 Heron Quay, London E14 4JD. ESPAÑA: Published by Thomas Telford Publishing, Thomas Telford Limited. 1 Heron Quay, London E14 4JD.

Almeida, C., Almeida, M., & Estrella, R. (2020). Estudio del impacto ambiental de los materiales de construcción en Ecuador. *Revista INVI*, 35(100), 103-118.

Ministerio del Ambiente. (2016). Primer inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2020). Plan Nacional de Vivienda y Hábitat. Quito, Ecuador: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Castello, Cueva Ortiz (2012). Lotización irregular en Quito: Impunidad y conflictividad social. *FLACSO Ecuador, Instituto de la Ciudad, CLACSO*,1(1),

Herrera, E.R., (2008) “Industria cementera, sólida a pesar de la crisis”, *Construcción Panamericana, Sirviendo al Mercado Latinoamericano desde 1972, Bogotá*.

World Business Council for Sustainable development. (2009). Cement industry energy and CO2 performance.

Habert, G., Billard, C., Rossi, P., & C. Chen, N.R. (2010) Mejora la tecnología de producción de cemento en comparación con los objetivos de factor 4. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884609003408?via%3Dihub>

Global Witness (2015). “How many more? 2014’s deadly environment: the killing and intimidation of environmental and land activists, with a spotlight on Honduras”, *Global Witness, Londres, Reino Unido*, <https://www.globalwitness.org/en/campaigns/environmental-activists/how-many-more/>

MCDONOUGH, W., & BRAUNGART, M. (2005). CRADLE TO CRADLE = DE LA CUNA A LA CUNA: REDISEÑANDO LA FORMA EN QUE HACEMOS LAS COSAS (p. <https://www.casadellibro.com/libro-cradle-to-cradle—de-la-cuna-a-la-cuna-redisenando-la-forma-en-que-hacemos-las-cosas/9788448142957/1008100>). ESPAÑA: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA. ESPAÑA: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA.

MEADOWS, D. H., MEADOWS, D. L., RANDERS, J., & BEHRENS III, W. W. (1972). *Los límites del crecimiento* (1.ª ed., p. <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Los-Limites-Del-Crecimiento.pdf>). Mexico: COLECCION POPULAR. Mexico: COLECCION POPULAR.

Lovins, A. (2010). “Una estrategia de sostenibilidad es una de las inversiones con menos riesgo y más rentabilidad” (p. <https://es.scribd.com/doc/241920073/Amory-Lovin-v1234-pdf>). MIT Sloan Management Review. MIT Sloan Management Review.

Racusin, J. D., & McArleton, A. (2012). *The Natural Building Companion: A Comprehensive Guide to Integrative Design and Construction* (p. [https://www.amazon.com/Natural-Building-Companion-Comprehensive-Construction/dp/1603583394#detailBullets\\_feature\\_div](https://www.amazon.com/Natural-Building-Companion-Comprehensive-Construction/dp/1603583394#detailBullets_feature_div)). Chelsea Green Publishing; Edición Pap/DVD . Chelsea Green Publishing; Edición Pap/DVD .

Camacho, M., & Cano, D. (2016). *LA ARQUITECTURA DE COOPERACIÓN DE ANNA HERINGER* (p. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/95307/CAMACHO%20-%20CPA-F0084%20La%20arquitectura%20de%20cooperaci%C3%B3n%20de%20Anna%20Heringer.pdf?sequence=1>).

españa: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA. españa: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA.

Estrategia para la gestión de la sostenibilidad en el sistema de las Naciones Unidas, 2020–2030 - Fase I: Sostenibilidad ambiental en el área de gestión. Recuperado el 31 de mayo de 2023, de <http://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N19/156/95/PDF/N1915695.pdf?OpenElement>

Acosta, F., Alfonso, F., Aguirre, I., Barreneche, S. y Bene F. A. (2008). Materiales alternativos. Construcción III. Tierra-paja. [http://construccion3.weebly.com/uploads/5/3/6/3/536327/g06\\_materiales\\_alternativos.pdf](http://construccion3.weebly.com/uploads/5/3/6/3/536327/g06_materiales_alternativos.pdf) (La construcción sostenible). Recuperado el 4 de junio de 2023, de [http://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33803759/La\\_construccion\\_sostenible-libre.pdf?1401189444=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLa\\_construccion\\_sostenible.pdf&Expires=1685925881&Signature=IYeVemdWZoo9Iecov8bzHUtlZYJY95YvL4EzXyzImcbFI~29TPjyHAuFORh~7Ya76u-BuUr8wGW7ikd~PHBIFMoZnXihxg0WI5K3bUE6MDysR71V2abiy4YnCohqCS10mBSqBANzH8LdRnLqWvFDanK4Ic-ZrrnIHuMlk5JPjuldKxFG-DasLB0X8mzJS5Zqfo966CzuyyjdNCMnWjwSVsCg7jxQpk673UrrKWBCmLSvzis2tcjkCRoWS-DUa-t4lBg-yC5iV4qMEuMJBowLOpVoUJFKqraj3LEN8Ndc-Hudeblcwr0szFiHx0TmAx5FNf9rDT5~CvhqVH7BLgM-SA\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](http://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33803759/La_construccion_sostenible-libre.pdf?1401189444=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLa_construccion_sostenible.pdf&Expires=1685925881&Signature=IYeVemdWZoo9Iecov8bzHUtlZYJY95YvL4EzXyzImcbFI~29TPjyHAuFORh~7Ya76u-BuUr8wGW7ikd~PHBIFMoZnXihxg0WI5K3bUE6MDysR71V2abiy4YnCohqCS10mBSqBANzH8LdRnLqWvFDanK4Ic-ZrrnIHuMlk5JPjuldKxFG-DasLB0X8mzJS5Zqfo966CzuyyjdNCMnWjwSVsCg7jxQpk673UrrKWBCmLSvzis2tcjkCRoWS-DUa-t4lBg-yC5iV4qMEuMJBowLOpVoUJFKqraj3LEN8Ndc-Hudeblcwr0szFiHx0TmAx5FNf9rDT5~CvhqVH7BLgM-SA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Jorge Humberto Laguna Copca, S. A. (2022). Materiales alternativos en la arquitectura: hacia una construcción sostenible. revista Académica Digital Voces y Saberes, <http://vocesysaberes.aragon.unam.mx/index.php/RAVS/article/view/33/33>.

(Harvard): Artiningsih, N. K. A., 2012. PEMANFAATAN BAMBUI PADA KONSTRUKSI BANGUNAN BERDAMPAK POSITIF BAGI LINGKUNGAN. METANA,

archdaily. (2018). archdaily. Obtenido de archdaily: <https://www.archdaily.cl/cl/956848/edificio-de-apartamentos-qvillestad-bornstein-lyckefors>

Bosque, H. C. (1988). Un criterio de selección y consideraciones de uso de la madera en construcción. revistas.uach.cl, uach.cl.

David Darwin, C. W. (2015). Design of Concrete Structures. New York: McGraw-Hill.

González Jorge Humberto Laguna Copca, S. A. (2022). Materiales alternativos en la arquitectura: hacia una construcción sostenible. Revista Académica Digital Voces y Saberes. .

Jaguaco Canchig, S. d. (2007). <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1979>. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1979>

Jorge Humberto Laguna Copca, S. A. (2022). Materiales alternativos en la arquitectura: hacia una construcción sostenible. revista Académica Digital Voces y Saberes, <http://vocesysaberes.aragon.unam.mx/index.php/RAVS/article/view/33/33>.

madera21. (24 de febrero de 2021). Obtenido de [www.madera21](http://www.madera21.cl): <https://www.madera21.cl/blog/2021/02/24/el-futuro-de-la-construccion-la-madera-como-material-para-edificios-en-altura-alrededor-del-mundo/>

novopan. (2017). novopan. Obtenido de <http://www.novopan.com.ec/>

Roblero, A. G. (23 de mayo de 2023). behance. Obtenido de behance: [https://www.behance.net/gallery/158078483/Torre-Veta-Gerdau-Corsa?tracking\\_source=search\\_projects%7Cedificio+en+madera](https://www.behance.net/gallery/158078483/Torre-Veta-Gerdau-Corsa?tracking_source=search_projects%7Cedificio+en+madera)

Ruiz, M. P. (2015). "COMPARACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE HOR-

MIGÓN ARMADO Y MADERA SÓLIDA CONTRALAMINDA". Chile.

UN-HABITAT. (2008). Naciones Unidas. Obtenido de <https://digitalibrary.un.org/record/781412?ln=es>

whitearkitekter. (2021). Obtenido de whitearkitekter: <https://whitearkitekter.com/project/sara-cultural-centre/>

Zepeda1, R. F. (2008). Construcción sostenible y madera. En Construcción sostenible y madera: realidades, mitos y oportunidades (pág. 97).

Alireza Ashori, T. T. (2011). Wood–wool cement board using mixture of eucalypt and poplar. En Wood–wool cement board using mixture of eucalypt and poplar. Elsevier.

archdaily. (2018). archdaily. Obtenido de archdaily: <https://www.archdaily.cl/cl/956848/edificio-de-apartamentos-qvillestaden-bornstein-lyckefors>

Arquitectura verde. (2020). Obtenido de Arquitectura verde: <https://www.arquitecturaverde.es/arquitectura-sustentable-verde-o-sostenible/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20arquitectura%20verde,cuenta%20variables%20de%20impacto%20medioambiental.>

Bosque, H. C. (1988). Un criterio de selección y consideraciones de uso de la madera en construcción. revistas.uach.cl, uach.cl.

C. Asasutjarit, J. H. (2007). Development of coconut coir-based lightweight cement board. En Development of coconut coir-based lightweight cement board. Elsevier.

David Darwin, C. W. (2015). Design of Concrete Structures. New York: McGraw-Hill.

González Jorge Humberto Laguna Copca, S. A. (2022). Materiales alternativos en la arquitectura: hacia una construcción sostenible. Revista Académica Digital Voces y Saberes. .

iea. (septiembre de 2022). iea. Obtenido de iea: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>

IEA. (2022). iea. Obtenido de iea: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>

Jaguaco Canchig, S. d. (2007). <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1979>. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1979>

Jorge Humberto Laguna Copca, S. A. (2022). Materiales alternativos en la arquitectura: hacia una construcción sostenible. revista Académica Digital Voces y Saberes, <http://vocesysaberes.aragon.unam.mx/index.php/RAVS/article/view/33/33>.

La construcción en altura presenta numerosos beneficios tanto a corto como a largo plazo. Al optar por este tipo de construcciones, e. I. (2020). La construcción en altura presenta numerosos beneficios tanto a corto como a largo plazo. Al optar por este tipo de construcciones, evitamos la eliminación de espacios verdes debido a la tala de árboles para dar lugar a más viviendas. Los edificios altos . En e. I. La construcción en altura presenta numerosos beneficios tanto a corto como a largo plazo. Al optar por este tipo de construcciones, Edificación en altura con CLT: Soluciones constructivas. Madrid .

M. P. Mercader, J. A. (2021). Modelo de cuantificación de las emisiones de CO2 producidas en edificación derivadas de los recursos materiales consumidos en su ejecución. En J. A. M. P. Mercader, Modelos de cuantificación de CO2.

madera21. (24 de febrero de 2021). Obtenido de [www.madera21: https://www.madera21.cl/blog/2021/02/24/el-futuro-de-la-construccion-la-madera-como-material-para-edificios-en-altura-alrededor-del-mundo/](http://www.madera21.cl/blog/2021/02/24/el-futuro-de-la-construccion-la-madera-como-material-para-edificios-en-altura-alrededor-del-mundo/)

novopan. (2017). novopan. Obtenido de <http://www.novopan.com.ec/>

Roblero, A. G. (23 de mayo de 2023). behance. Obtenido de behance: [https://www.behance.net/gallery/158078483/Torre-Veta-Gerdau-Corsa?tracking\\_source=search\\_projects%7Cedificio+en+madera](https://www.behance.net/gallery/158078483/Torre-Veta-Gerdau-Corsa?tracking_source=search_projects%7Cedificio+en+madera)

Ruiz, M. P. (2015). "COMPARACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE HORMIGÓN ARMADO Y MADERA SÓLIDA CONTRALAMINDA". chile.

UN-HABITAT. (2008). naciones unidas. Obtenido de <https://digitallibrary.un.org/record/781412?ln=es>

whitearkitekter. (2021). Obtenido de whitearkitekter: <https://whitearkitekter.com/project/sara-cultural-centre/>

Zepeda1, R. F. (2008). Construcción sostenible y madera:. En Construcción sostenible y madera: realidades, mitos y oportunidades (pág. 97).







Universidad  
Indoamérica

**Arquitectura**

Quito, 2023