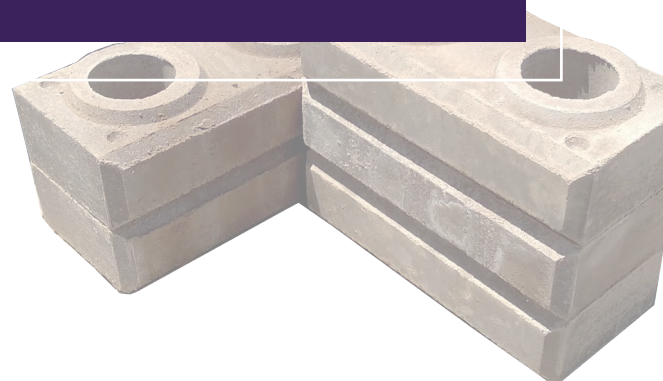




REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EDIFICACIONES DE VIVIENDAS MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN DE MATERIALES CONVENCIONALES POR ALTERNATIVOS, SECTOR LA Y, QUITO, 2022.

Alexandra Astudillo Hidalgo





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

**REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EDIFICACIONES DE
VIVIENDAS MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN DE MATERIALES CON-
VENCIONALES POR ALTERNATIVOS, SECTOR LA Y, QUITO, 2022.**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Arquitecto

Autor(a)

Astudillo Hidalgo Alexandra Jeanneth

Tutor(a)

Msc.Ing. Jorge Ponce Tamayo

QUITO - ECUADOR
2023

Astudillo, H. Alexandra, J. (2023).
Reducción del impacto ambiental en edificaciones de viviendas mediante la sustitución de materiales convencionales por alternativos, sector la Y, Quito, 2022.

Universidad Indoamérica - Quito

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

Yo, ASTUDILLO HIDALGO ALEXANDRA JEANNETH, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EDIFICACIONES DE VIVIENDAS MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN DE MATERIALES CONVENCIONALES POR ALTERNATIVOS, SECTOR LA Y, QUITO, 2022.”. como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorizo al sistema de Biblioteca de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital institucional (RDI-UTI).

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

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad 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 deberá firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Quito, a los 02 días de Marzo de 2023, firmo conforme:



.....
ALEXANDRA JEANNETH ASTUDILLO HIDALGO
C.I. 1719752261
Dirección: Av. América y Abelardo Moncayo
Correo Electrónico: alex.astudillo2011@gmail.com

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, 02 de Marzo de 2023



ASTUDILLO HIDALGO ALEXANDRA JEANNETH
C.I. 1719752261

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EDIFICACIONES DE VIVIENDAS MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN DE MATERIALES CONVENCIONALES POR ALTERNATIVOS, SECTOR LA Y, QUITO, 2022.” presentado por ASTUDILLO HIDALGO ALEXANDRA JEANNETH 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, 02 de Marzo de 2023



Firmado electrónicamente por:
JORGE PONCE TAMAYO

MSC. ING. JORGE PONCE TAMAYO
C.I. 1757008436

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado sobre el Tema: REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EDIFICACIONES DE VIVIENDAS MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN DE MATERIALES CONVENCIONALES POR ALTERNATIVOS, SECTOR LA Y, QUITO, 2022. , 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, 02 de Marzo de 2023



Firmado electrónicamente por:
FRANK YLIHE BERNAL
TURINO

Arq. Frank Bernal
TUTOR
C.I. 17568951716



Firmado electrónicamente por:
DANIELA ORTIZ
GUACHAMIN

Arq. Daniela Ortiz
TUTOR
C.I. 1718785676

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a Dios, por haberme llenado de sabiduría y fortaleza necesaria para culminar con éxito esta etapa de mi vida. A mi familia que gracias a su apoyo, consejos y palabras de aliento crecí como persona. A mi padre que desde el cielo me ilumina para seguir adelante. A mi madre por ser el pilar fundamental, por su ejemplo, confianza y apoyo incondicional. A mi hermano por estar siempre presente en todo momento, ayudándome y apoyándome. A mis sobrinos Sofía y Joaquín por el amor incondicional. Todo esto no lo hubiera logrado sin estas personas que me han apoyado.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres por haberme forjado como persona, por darme la oportunidad de estudiar esta linda carrera. También quiero agradecer a mis profesores de facultad por la enseñanza que impartieron durante el transcurso de mi carrera Universitaria. A mi tutor de tesis por su tiempo, paciencia y guía brindada día a día. A toda mi familia que han sido un soporte clave. Por ultimo quiero agradecer a mis amigos Paula, Carolina, Karla y Christian, que son y han sido pieza fundamental para mi superación personal y académica.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento de investigación se analiza el impacto ambiental que causan los materiales convencionales y alternativos desde su proceso de elaboración, hasta su puesta en obra, ya que a nivel mundial estos materiales son los responsables de entre el 30 y 40 % de la emisión de CO₂ y del consumo energético, daños que son por causa de la industria de la construcción.

El propósito de esta investigación es la comparación de materiales convencionales y materiales alternativos con la implementación de ambos sistemas en un proyecto arquitectónico, buscando así minimizar el impacto ambiental de dicho edificio. Para esto se analizó previamente los efectos contaminantes de diferentes materiales de la industria de la construcción y del impacto que generan en la actualidad.

Para comprobar los resultados de la investigación se desarrolla un proyecto arquitectónico en el cual se aplica materiales alternativos y materiales convencionales, para poder realizar una comparación de un mismo proyecto arquitectónico, y de esta manera darnos cuenta el porcentaje de consumo de energía y emisión de CO₂ que produce cada uno con diferentes materiales.

Los usos de materiales alternativos son de gran importancia para la reducción del impacto ambiental que genera la industria de la construcción, ya que tienen un alto porcentaje de contaminación desde su fabricación hasta la puesta en obra. Para que los materiales alternativos sean factibles es fundamental que las autoridades a cargo mantengan una competencia de precios para ambos materiales ya que de esta manera permitiremos que más personas construyan con materiales que ayuden al mejoramiento del medio ambiente.

DESCRIPTORES: Consumo de Energía, Emisión de CO₂, Impacto ambiental, Materiales Alternativos, Materiales Convencionales.

ABSTRACT

This research document analyzes the environmental impact caused by conventional and alternative materials from their manufacturing process to their implementation, since worldwide these materials are responsible for between 30 and 40% of the emission of CO₂ and energy consumption, damages that are caused by the construction industry.

The purpose of this research is the comparison of conventional materials and alternative materials with the implementation of both systems in an architectural project, thus seeking to minimize the environmental impact of said building. For this, the polluting effects of different materials in the construction industry and the impact they generate today were previously analyzed.

To verify the results of the investigation, an architectural project is developed in which alternative materials and conventional materials are applied, in order to make a comparison of the same architectural project, and in this way realize the percentage of energy consumption and Co₂ emission. that produces each one with different materials.

The uses of alternative materials are of great importance for the reduction of the environmental impact generated by the construction industry, since they have a high percentage of contamination from their manufacture to their commissioning. For alternative materials to be feasible, it is essential that the authorities in charge maintain price competition for both materials, since in this way we will allow more people to build with materials that help improve the environment.

KEYWORDS: Energy Consumption, CO₂ Emission, Environmental Impact, Alternative Materials, Conventional Materials.

ÍNDICE CONTENIDOS

1. ETAPA 1 • CONOCIMIENTO PREVIO.....	25
1.1. Introducción al problema de estudio.....	27
1.1.1. Impacto ambiental a nivel mundial.....	27
1.1.2. Impacto ambiental a nivel Latinoamérica y el Caribe.....	27
1.1.3. Impacto ambiental en el Ecuador.....	28
1.1.4. Impacto ambiental en Quito.....	29
1.1.5. Impacto ambiental en el sector la “Y”.....	29
1.1.6. Justificación.....	30
1.2. Objetivos.....	31
1.2.1. Objetivo general.....	31
1.2.2. Objetivos específicos.....	31
1.3. Fundamentación teórica.....	32
1.3.1. Edificaciones en altura y su impacto ambiental.....	32
1.3.2. Materiales convencionales en la arquitectura.....	33
1.3.3. Materiales alternativos en la arquitectura.....	38
1.3.4. Edificios con materiales convencionales. Estudio de caso.....	44
1.3.5. Edificios con materiales alternativos. Estudio de caso.....	45
2. ETAPA 2 • APLICACIÓN METODOLÓGICA	49
2.1. Información general.....	51

2.1. Introducción a la metodología	51
2.2. Materiales y Metodos	53
2.2.1. Fase 1 Revisión bibliográfica	53
2.2.2. Fase 2 Sistemática	53
2.2.3. Fase 3 Eploratoria	53
2.2.4. Fase 4 Demostrativa	53
2.2.5. Índice de contaminación ambiental de los materiales	54
2.3. Levantamiento de Datos	54
2.3.1. Análisis Etnográfico	55
2.3.2. Análisis de Flujos	56
2.3.3. Análisis de Uso de Suelo	58
2.3.4. Análisis de Equipamientos	59
2.3.5. Análisis ambiental del sector la “Y”	60
2.3.6. Cuadro comparativo de materiales según variables	61
2.4. Conclusiones	63
3. ETAPA 3 • DIFUSIÓN DE RESULTADOS	65
3.1. Introducción	67
3.2. Justificación del Sitio	67
3.3. Proceso Constructivo.	68
3.4. Reducción del Impacto Ambiental que generan las edificaciones	69
3.4.1. Cuantificación Emisión de CO2	69
3.4.2. Cuantificación Consumo de Energía	70
3.5. Estrategias de Investigación	72
3.6. Planos Estructurales	74
3.6.1. Planos Estructurales y Detalles Materiales Convencionales	74
3.6.2. Planos Estructurales y Detalles Materiales Alternativos	77

3.6.3. Planta de Entrepiso Materiales Convencionales	80
3.6.4. Planta de Entrepiso Materiales Alternativos	82
3.6.5. Detalles de Entrepiso	84
3.8. Visualizaciones	85
3.9. Reflexiones Finales.....	99
3.10. Conclusiones y Recomendaciones.....	100
3.10.1. Conclusiones.....	100
3.10.2. Recomendaciones.....	101
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
4.1. Bibliografía	105
5. ANEXOS.....	107
5.1. Anexos	109

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Impacto ambiental en la construcción	27
Imagen 2. Ciclo de vida de una edificación	28
Imagen 3. Incremento anual de residuos en el DMQ	29
Imagen 4. Promedio Anual de Residuos Sector Jipijapa	30
Imagen 5. Flujos de entrada y salida de una construcción	32
Imagen 6. Cemento	33
Imagen 7. Hormigón fresco	33
Imagen 8. Perfil de Acero	34
Imagen 9. Ladrillo	35
Imagen 10. Vidrio	35
Imagen 11. Aluminio	36
Imagen 12. Cerámica	37
Imagen 13. Bloque de Hormigón	37
Imagen 14. Tubos de PVC	38
Imagen 15. Madera Aserrada	39
Imagen 16. Madera Laminada	39
Imagen 17. Fabricación de Adobe	40
Imagen 18. Construcción de Tapial	41
Imagen 19. Construcción de Bahareque	41
Imagen 20. Bambú	42
Imagen 21. Arcilla	42
Imagen 22. Ladrillo Ecológico	43

Imagen 23. ByBlocks	43
Imagen 24. Edificio A1	44
Imagen 25. Casa X	45
Imagen 26. Brock Commons	45
Imagen 27. Casa Lasso	46
Imagen 28. Casa Patch	46
Imagen 29. Casa Cotacachi	47
Imagen 30. Tipo de Investigación por Fase	51
Imagen 31. Cuadro de Metodología de Investigación	52
Imagen 32. Energía de fabricación de materiales para 1m2 de construcción estandar	54
Imagen 33. Emisiones de CO2 en la fabricación de materiales para 1m2 de construcción estandar	54
Imagen 34. Análisis de Sitio	54
Imagen 35. Resultados Emisión de CO2	70
Imagen 36. Resultados Consumo de Energía	71
Imagen 37. Estrategias de Investigación	72
Imagen 38. Tipología de Vivienda	73

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Proceso de fabricación del Cemento	33
Diagrama 2. Proceso de fabricación del Hormigón	34
Diagrama 3. Proceso de fabricación del Acero	35
Diagrama 4. Proceso de fabricación del Ladrillo	35
Diagrama 5. Proceso de fabricación del Vidrio	36
Diagrama 6. Proceso de fabricación del Aluminio	36
Diagrama 7. Proceso de fabricación de la Cerámica	37
Diagrama 8. Proceso de fabricación del Bloque	38
Diagrama 9. Proceso de fabricación del PVC	38
Diagrama 10. Proceso de fabricación de la Madera Aserrada	39
Diagrama 11. Proceso de fabricación de la Madera Laminada	40
Diagrama 12. Proceso de fabricación del Adobe	40
Diagrama 13. Proceso de fabricación del Tapial	41
Diagrama 14. Proceso de fabricación del Bahareque	42
Diagrama 15. Proceso de fabricación del Bambú	42
Diagrama 16. Proceso de fabricación de la Arcilla	43
Diagrama 17. Proceso de fabricación del Ladrillo Ecológico	43
Diagrama 18. Proceso de fabricación del ByBlocks	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación impacto ambiental de materiales convencionales	38
Tabla 2. Comparación impacto ambiental de materiales alternativos	44
Tabla 3. Matriz comparativa de Referentes	48
Tabla 4. Tipo de proyecto	51
Tabla 5. Límites máximos de ruido permitido en el sector según uso de suelo	60
Tabla 6. Desechos Sólidos Sector la Y	60
Tabla 7. Emisión de Gases Sector la Y	61
Tabla 8. Cuadro Comparativo Según Variables	62
Tabla 9. Materiales para el Proceso de Construcción (Cimentación)	68
Tabla 10. Materiales para el Proceso de Construcción (Estructura)	68
Tabla 11. Materiales para el Proceso de Construcción (Mampostería)	69
Tabla 12. Emisión de CO2 en Materiales	70
Tabla 13. Resultado Emisión de CO2 en Materiales Convencionales	70
Tabla 14. Resultado Emisión de CO2 en Materiales Alternativos	70
Tabla 15. Consumo de Energía en Materiales	71
Tabla 16. Resultado Consumo de Energía en Materiales Convencionales	71
Tabla 17. Resultado Consumo de Energía en Materiales Alternativos	71
Tabla 18. Cuantificación de Impacto Ambiental Materiales Convencionales	75
Tabla 19. Cuantificación de Impacto Ambiental Materiales Alternativos	79

ETAPA 1
CONOCIMIENTO PREVIO

Introducción al problema de estudio

1.1.1. Impacto ambiental a nivel mundial

El proceso de construcción de una edificación representa un alto nivel de impacto que los seres humanos realizan al medio ambiente, usando la mayor cantidad de materiales para llevar a cabo una construcción.

Para muchos la construcción es la principal fuente de contaminación ambiental en comparación a otras industrias, ya que para su ejecución es necesario de diversas maquinarias, recursos naturales que generan un alto porcentaje de contaminación. (Johan et al., 2020).

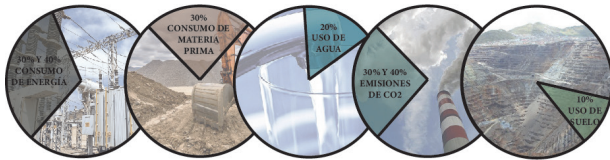


Imagen 1. Impacto ambiental en la construcción
Fuente: Elaboración Propia (2022)

El impacto ambiental en la construcción es responsable de entre el 30% y el 40% de uso de la energía a nivel mundial, el 30% del consumo de materias primas, el 20% del uso del agua, el 30% al 40% de las emisiones de CO₂ y de la producción de desperdicios sólidos, el 20% del uso de efluentes y un 10% del uso del suelo en el mismo contexto. (Huedo, 2014).

Estos datos demuestran el porcentaje de daños que causa la construcción al medio ambiente y son indicadores

que el sector de la construcción son motivos de investigación para poder lograr una disminución al impacto ambiental. (Huedo, 2014).

Los procesos constructivos generan muchos desperdicios. En un estudio realizado el 2019 La Unión Europea, en particular el Reino Unido (actualmente retirada de la Unión Europea) era el país que presentaba un 50% total de desechos, además se estima un alrededor de 70 millones de toneladas anuales, en relación con los escombros, Reino Unido 3manaba 250.3 millones de toneladas de CO₂. (Bazalar & Cadenillas, 2019).

1.1.2. Impacto ambiental a nivel Latinoamérica y el Caribe

La situación ambiental en América Latina y el Caribe cada día es más preocupante. Latinoamérica es una de las regiones más ricas en recursos naturales y en biodiversidad, de acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) la sostenibilidad ambiental es cada día más compleja, ya que, sus características y procesos de deterioro ambiental se suman al cambio climático. (CEPAL, 2021).

Desde 1970 se comienza a reflexionar sobre el medio ambiente y los recursos disponibles que tenemos, sin embargo, estas reflexiones toman lugar en la siguiente década donde surge el concepto de Desarrollo Sostenible, este concepto es estudiado por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en

1987. (Flores, 2021).

En los países Latinoamericanos se ve la falta de interés para desarrollar arquitectura sustentable, hay una falta de atención de los Gobiernos para hacer que se cumplan las normas, a pesar de que cada país cuenta con un marco legal de sostenibilidad.

En México existe la Estrategia Nacional para la Vivienda Sustentable (2013), o la Ley de Vivienda (2006), sin embargo, no existe una sanción o control para el constructor que lleva a cabo el proyecto. En Colombia también existen normas y documentos relacionados con la sustentabilidad de las obras civiles, como el Macroproyecto de Vivienda de Interés Social y Prioritario (2010), estos documentos solo se han limitado en la emisión de normativas y regularización, pero no existe quien las pueda corroborar y controlar. (Flores, 2021).

En el caso de Chile también existen normas y leyes para la mejora del medio ambiente en la construcción, teniendo éxito en proyectos públicos y privados. Esto pone a Chile como un país referente ante las otras regiones. Sin embargo, este logro no contó con una política pública adaptada a una normativa local. (Flores, 2021).

1.1.3. Impacto ambiental en Ecuador

En Ecuador, la principal fuente de contaminación al medio ambiente es la construcción en comparación con los sectores económicos, sin profundizar el sector de la minería. Estos procesos constructivos requieren de gran cantidad de recursos naturales como de maquinaria, lo que genera una gran emisión de contaminación al medio ambiente.

De acuerdo con las legislaciones en el Ecuador, es indispensable hacer un estudio del impacto ambiental a los

proyectos de gran magnitud o que puedan generar un riesgo ambiental, lo que permitiría evaluar el proyecto desde un punto de vista ambiental. (Morales, 2018).

En Ecuador no existe un control riguroso sobre el medio ambiente en la construcción, existe la Ley de Gestión Ambiental la cual sanciona a los constructores, pero esto no da un hecho de que se cumplan las leyes. En las construcciones se evidencian los escombros, restos de materiales y basura mal manejada que luego termina en los botaderos de las ciudades de todo el país. ("Impacto Ambiental de La Construcción - Diario El Mercurio," 2021).

Los GAD de cada provincia son los encargados de dirigir los desechos de la construcción, sin embargo, se ha podido apreciar que no existe un control exhaustivo para dichos lugares. Como ejemplo de la cantidad de desechos que genera en Ecuador tenemos a la ciudad de Cuenca que genero 190.449 m3 de desechos de obras de construcción por año. (Silva, 2017).



Imagen 2. Ciclo de vida de una edificación
Fuente: (MONROY, 2018)

1.1.4. Impacto ambiental en Quito

Quito es la ciudad con mayor contaminación del país, esto debido a su posición geográfica debido a que está rodeada por montañas que le impiden la fluidez del aire, la ciudad no tiene una buena planificación urbana ya que su aumento en la población ha ido incrementando. (Constante, 2017).

La construcción en Quito afecta de una manera directa a los habitantes, puesto que el sector de la construcción causa el 39% de la emisión de dióxido de carbono hacia la atmosfera, este porcentaje se da a causa de las acciones que se tienen tanto en el proceso de industrialización de los materiales, como en el transporte, y en el proceso constructivo. (DOBROWOLSKA, 2021).

En la última década Quito ha tenido un incremento elevado de población esto incide que la periferia urbana este en constante crecimiento, según el Censo de Población y Vivienda la urbe urbana ha crecido un 76% (INEC, 2010).

Este elevado crecimiento de población y por ende de economía también nos da un crecimiento de residuos. El brindar viviendas e infraestructuras adecuadas para la población implica mayores riesgos medioambientales. (MONROY, 2018).

La industria de la construcción es la responsable de reproducir una tonelada de residuos por habitante al año, los residuos de los procesos constructivos tienen diferentes orígenes; la puesta en obra, el transporte interno, almacenamientos inadecuados, residuos propios de las obras, la manipulación, los recortes entre otros. (Constante, 2017).

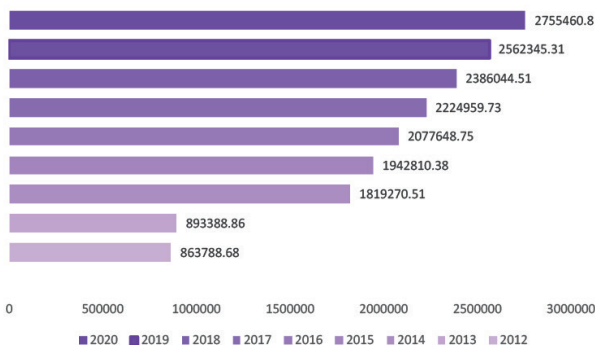


Imagen 3. Incremento anual de residuos en el DMQ

Fuente: (Tinajero, 2014)

1.1.5. Impacto ambiental en el sector de la Y

La Y es un sector ubicado al norte de Quito, el cual está bien servido de equipamientos, mismos que nos permiten generar una relación entre las diferentes zonas aledañas a ella, gracias a esto lo podemos tomar en cuenta como un lugar de conexión. (Jaramillo, 2000).

En las edificaciones que se han construido durante los últimos cinco años se ha visto un alto porcentaje de residuos, debido a que no se ha cumplido con las normativas ambientales, puesto que el ente rector no presiona para su correcto funcionamiento. (Cabezas, 2018).

El proceso de recolección de escombros lo hace directamente la constructora que está realizando el proyecto arquitectónico, misma que se encarga de depositar los residuos de la construcción en el centro de transferencia de Zambiza, en este lugar se deposita estos desechos ya que es un relleno sanitario, antes de descargar los camiones, estos son pesados para saber la cantidad de escom-

bros que traen. ("Impacto Ambiental de La Construcción - Diario El Mercurio," 2021).

En la actualidad se han puesto en marcha diferentes planes de acción para combatir la contaminación al medio ambiente, mismos que serán realizados por el Municipio Metropolitano de Quito y la dirección de Medio Ambiente, la cual beneficiara tanto a la comunidad y al medio ambiente. (Jaramillo, 2000).

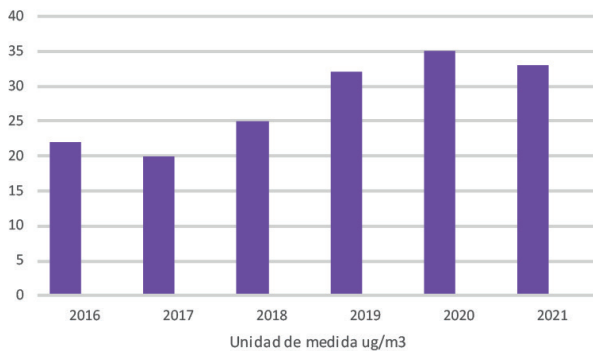


Imagen 4. Promedio Anual de Residuos Sector Jipijapa
Fuente: Diagnostico de Salud DMQ (2021)

Justificación

La presente investigación se enfoca en el análisis y la aplicación de procesos y materiales constructivos de bajo impacto que nos ayuden a bajar el porcentaje de contaminación en el transcurso de la industrialización de los materiales como en el proceso constructivo.

En la actualidad la industria de la construcción se usa en su mayoría procesos constructivos convencionales, las cuales aportan en gran medida al crecimiento del impacto ambiental, esto debido al uso descontrolado de la explotación de recursos naturales. La industrialización de estos materiales son la causa principal de este impacto, su elaboración y la cantidad de desechos que produce.

Por esto es importante hacer un estudio de los Impactos ambientales producidos por los materiales de construcción, pero también es importante la combinación entre los materiales que se va a usar en los proyectos y la determinación del sistema constructivo de dicho proyecto, y así poder relacionar los impactos que se producen en la industrialización de los materiales, el traslado, la ejecución y la vida útil del edificio. (Ruá, 2011)

Está investigación nos permitirá observar cual es la realidad que enfrenta el sector de la construcción en términos medio ambientales, lo que nos permitirá tomar frente a las medidas de control a través de recomendaciones y conclusiones que se citaran en este proyecto.



Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Analizar los diferentes materiales alternativos para la disminución del impacto ambiental de las construcciones, mediante la aplicación de un proyecto arquitectónico de una vivienda multifamiliar en el sector La Y, Quito 2022.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Analizar los materiales más utilizados para viviendas en altura.
- Comparar los materiales tradicionales vs los alternativos con la finalidad de disminuir el impacto ambiental.
- Evaluar el impacto ambiental que generan las edificaciones mediante la sustitución de materiales alternativos.



Fundamentación Teórica

1.3.1. Edificaciones en altura y su impacto ambiental

Las edificaciones en altura es una nueva manera de aprovechar la superficie del suelo urbano, permitiendo de esta manera incorporar las últimas tecnologías y a su vez sistemas de seguridad. En la actualidad el crecimiento urbano no es casualidad, ya que la población urbana alcanza un 56% de la población total y se estima que en el 2050 este porcentaje aumente al 70% (Banco Mundial, 2020), este impacto ha llevado a que las ciudades reorganicen sus modelos urbanos y los compacte para su máximo aprovechamiento. (Bustamante, 2019).

El impacto ambiental es una alteración favorable o desfavorable en el medio ambiente, en el sector de la construcción se aprecia un gran impacto ambiental generando una contaminación atmosférica del 23%, a su vez el 40% de la contaminación del agua potable y por último con el tema de desechos genera un 50% de escombros, otro de sus problemas principales es el sobrante de material o llamado mermas, las cuales producen una gran cantidad de desperdicios que generan contaminación. (DOBROWOLSKA, 2021),(MONROY, 2018).

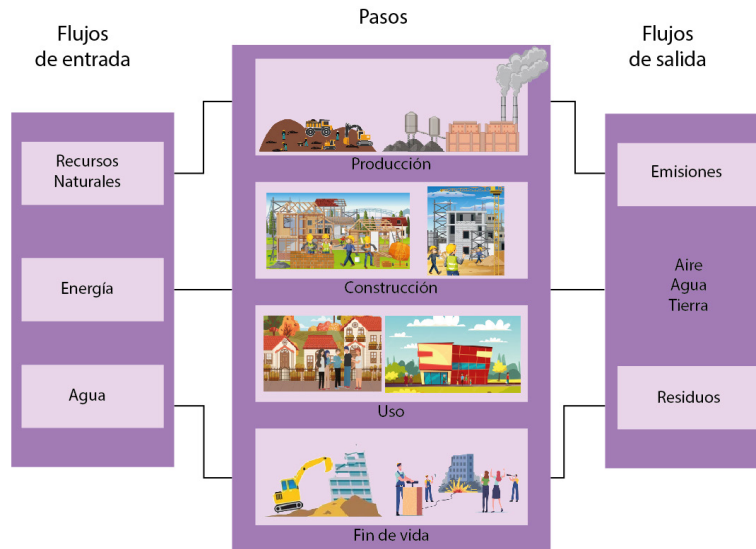


Imagen 5. Flujos de entrada y salida de una construcción
Fuente: (MONROY, 2018)

1.3.2. Materiales convencionales en la arquitectura

Los materiales convencionales son aquellos que tenemos de fácil acceso, estos materiales son producidos a nivel doméstico e industrial para la fabricación de diferentes edificaciones convencionales. Estos materiales son los que más impacto ambiental tienen entre el uso de energía y la emisión de CO_2 , debido al consumo en grandes cantidades de materia prima y energía que emplea en su producción.

Entre los materiales más usados en Ecuador son: a) Cemento, b) Hormigón, c) Acero, d) Ladrillo, e) Vidrio, f) Aluminio, g) Cerámica, h) Bloque y j) PVC. (Liroja, 2020).

1.3.2.1. Cemento



Imagen 6. Cemento
Fuente: (Arqhys, 2022)

El cemento es un conglomerante que, con la mezcla de caliza y arcilla, esta mezcla primero pasa por el fuego y luego se la tritura, tiene la propiedad de endurecerse al contacto del agua. Al cemento se lo conoce como un material muy importante en la construcción ya que con la unión de agregados y arena obtenemos hormigón. (Morales, 2015).

Existen diferentes tipos de cemento, esto debido a una composición química que se realiza para hacer diferentes tipos de cemento, entre los que destacan; Cementos arcillosos (su principal componente la arcilla); Cemento puzolánicos (su principal componente son las cenizas volcánicas). El cemento tiene muchos usos dentro de la construcción, es usado en la construcción de un simple muro como en edificios, puentes, etc. (Morales, 2015) La producción del cemento es uno de los materiales que crea un alto impacto ambiental por lo que estudios consideran que la producción de una tonelada al año genera 3.191,95 MJ de energía y genera una emisión de 510.57 kg CO_2 . (León & Guillén, 2020)

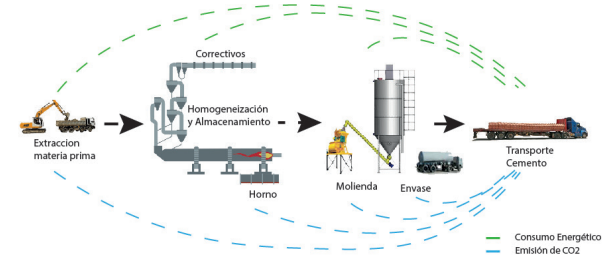


Diagrama 1. Proceso de fabricación del Cemento
Fuente: Elaboración Propia

1.3.2.2. Hormigón

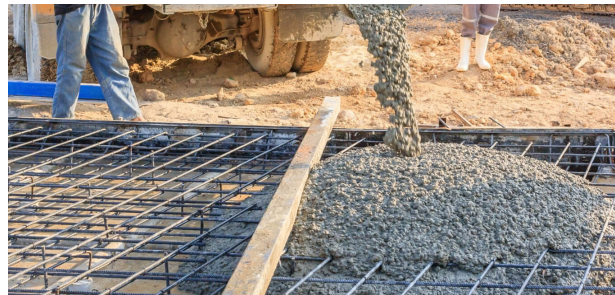


Imagen 7. Hormigón fresco
Fuente: (Euroinnova, 2022)

El hormigón es un material compuesto por cemento, arena y piedras, por lo general se lo complementa con acero, este compuesto es muy usual en la Ingeniería Civil. Este material hoy en día es uno de los más usados en obras civiles ya que deja mejores acabados gracias a su maleabilidad y su rápido secado. (Chryso, 2020).

El hormigón presenta una buena resistencia a los esfuerzos de compresión, aunque no reacciona muy bien a esfuerzos de flexión o tracción, por lo que en muchas ocasiones se le agrega acero para que pueda ser más resistente. (Chryso, 2020).

La producción del hormigón premezclado tiene un alto impacto ambiental por lo que estudios consideran que la producción en m³ consume una energía total de 568,69 MJ/m³ y una emisión de CO₂ de 45,83 kg de CO₂/m³. (Alvarado, 2021)



Diagrama 2. Proceso de fabricación del Hormigón
Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.2.3. Acero

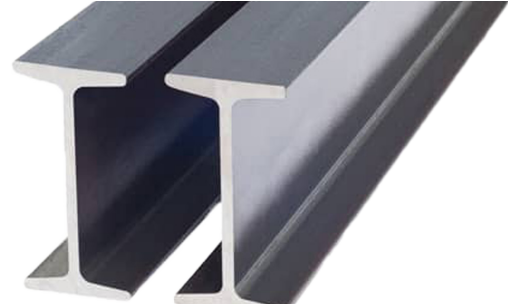


Imagen 8. Perfil de Acero
Fuente: (Arcelormittal, 2020)

El acero es un metal derivado de una aleación de Hierro altamente refinado más del 98% y Carbono, siempre y cuando el carbono no sea inferior al 2%, algunas veces se suele incorporar otros materiales como el Cromo, Níquel y Magnesio, Silicio, etc., con el fin de conseguir determinadas propiedades. El acero se caracteriza por su dureza, su resistencia y por qué se lo trabaja en caliente, ya que al endurecerse es imposible trabajarlo. (Maldonado, 1996).

El acero como material estructural es muy resistente, tiene dos grandes propiedades, mecánicas y físicas; gran durabilidad, uniformidad y ductilidad, tiene la capacidad de soportar grandes deformaciones, fácil de soldar, gran capacidad de laminarse es muy posible si reutilización, etc. Tiene dos grandes propiedades, mecánicas y físicas. (Maldonado, 1996).

El proceso de fabricación del acero tiene un consumo energético bastante alto ya que llega a 35.00 MJ/kg y un consumo de CO₂ de 2.80 kg de CO₂/kg, ya que por la utilización de maquinarias pesadas y varios tipos de herramientas o maquinas eléctricas su demanda de energía es mucho más alta. (Alvarado, 2021).

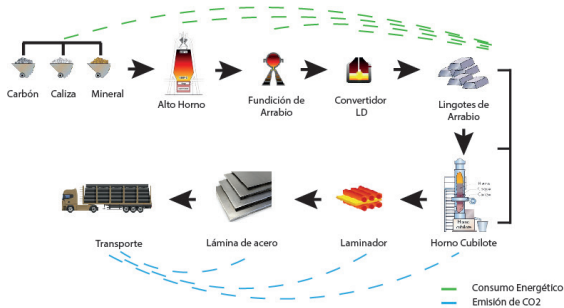


Diagrama 3. Proceso de fabricación del Acero
Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.2.4. Ladrillo



Imagen 9. Ladrillo
Fuente: (Arquiplus,2022)

El ladrillo es uno de los materiales más antiguos, se lo conoce como un material de construcción, está generalmente es hecha de barro cocido, que tiene forma rectangular, pueden ser compuestos de tierra con arcilla, arena y cal o materiales de concreto. Es usado para hacer paredes y otras estructuras. Los ladrillos se producen en diferentes tipos, materiales y tamaños que pueden variar según su origen, son fabricados en grandes cantidades. (Averardo, 2009).

Las principales causas de impacto ambiental en el proceso de fabricación del ladrillo es el transporte de materia

prima de puerta a puerta como la cocción del material para que este sea un material de uso constructivo, como resultado una unidad de ladrillo consume 9.33 Mj y emite 1.041 Kg de CO₂. (Venegas, 2018).

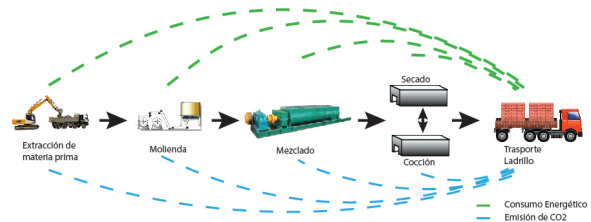


Diagrama 4. Proceso de fabricación del Ladrillo
Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.2.5. Vidrio

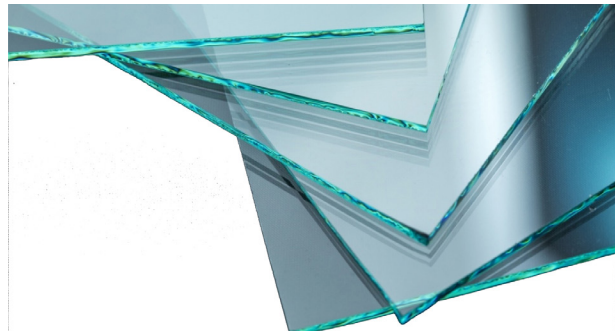


Imagen 10. Vidrio
Fuente: (Fierros,2020)

El vidrio es un material inorgánico, es un material duro, pero al mismo tiempo muy frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza, pero es fabricado por el hombre. El vidrio es utilizado en las construcciones para las ventanas, pero también es usado para hacer lentes, botellas y una gran cantidad de productos. (Ortega, 2017).

El vidrio se lo obtiene de arena de sílice, carbonato de sodio y caliza, esta mezcla es cocida a unos 1500°C. En el mercado existen vidrios que se los conocen como cristales, esto genera una alta confusión, ya que, hay cristales que se les incorpora al menos 24% de óxido de plomo, aunque a estos también se los conoce como vidrio, pero en el mercado se los conoce como cristal. (Ortega, 2017).

Entre las fuentes de emisión de CO2 y el consumo energético del proceso de fabricación del vidrio se encuentran la extracción de materias primas como el empleo de combustible en el horno, lo que causa un alto impacto ambiental, esto lleva a 15.90 Mj/kg de consumo energético y 0.94 kg de CO2/kg. (Canciano et al., 2020)

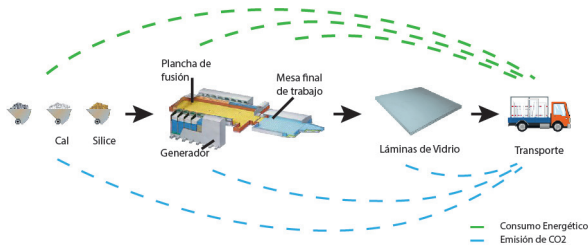


Diagrama 5. Proceso de fabricación del Vidrio
Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.2.6. Aluminio



Imagen 11. Aluminio
Fuente: (Mining, 2022)

El aluminio es un metal no ferromagnético, este elemento químico constituye el 8% de la corteza terrestre y lo encontramos en rocas, diversas vegetaciones y en animales. Este material es muy utilizado gracias a su baja densidad y alta resistencia a la corrosión, permitiendo de esta manera ser un material blando en estado duro. (Weerg, 2020).

Este elemento químico cuando se fusiona con otros metales se obtendrá una resistencia similar a la del acero, permitiendo de esta manera ser utilizado principalmente en la fabricación de espejos, ventanas, cubiertas y puertas, tanto domésticos como industriales, una de las ventajas que obtenemos con este material es que tiene una tasa de reciclaje muy alta el 85% en la construcción. (Weerg, 2020).

Las láminas de aluminio son fabricadas en hornos con una alta temperatura, esta fabricación contiene un alto consumo energético de 205.00 MJ/kg y 30.14 kg de CO2/kg, este resultado equivale para todas las etapas del proceso de fabricación del aluminio.

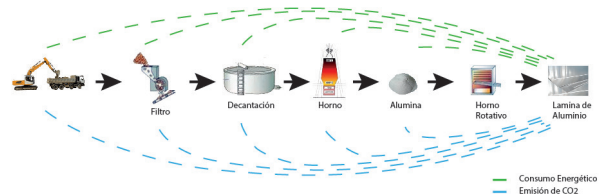


Diagrama 6. Proceso de fabricación del Aluminio
Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.2.7. Cerámica

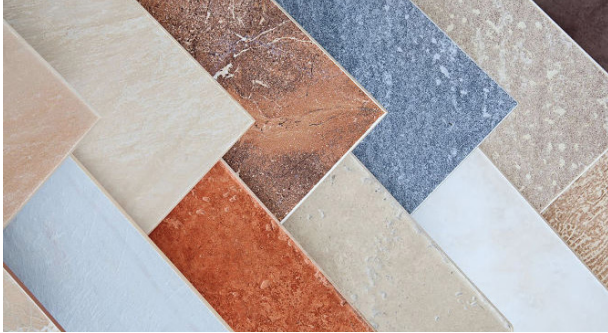


Imagen 12. Cerámica
Fuente: (BigMat, 2021)

La cerámica es un material que se lo utiliza desde la antigüedad, mismo que ha ido evolucionando con el paso de los años y la necesidad que tiene el ser humano de este material, este producto tiene como base la arcilla que con el debido tratamiento se forma la pieza versátil y funcional que la vamos a ver terminada puede ser en pisos, paredes y diferentes acabados que se los hace en el diseño interior o exterior de la vivienda. (Promateriales, 2016).

La composición del material tiene: arcilla y agua como material base, ya que en la actualidad se han implementado diferentes elementos como (óxido de hierro, carbonato de calcio, feldespato y otros) que nos permiten mejorar la fabricación del material, a su vez nos da diferentes beneficios como, optimizar el material, reducir el consumo de energía y agua, de igual manera en la emisión de dióxido de carbono nos ayuda a minimizar ya que no emite tanto CO₂ hacia la atmosfera. (Promateriales, 2016).

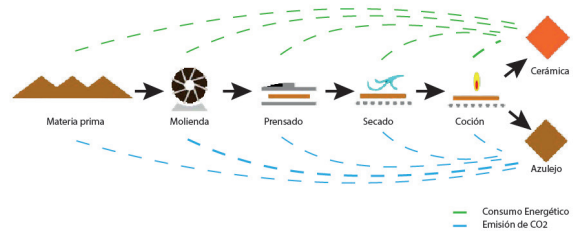


Diagrama 7. Proceso de fabricación de la Cerámica
Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.2.8. Bloque



Imagen 13. Bloque de Hormigón
Fuente: (Hormiglass, 2022)

El bloque es una pieza prefabricada con hormigón fino, o cemento, utilizado para la construcción de muros y paredes. Los bloques tienen una forma prismática que por lo general suelen ser huecos, tienen algunas dimensiones entre las más habituales son de 15x20x40, 10x20x40, 20x20x40. (ANDECE, 2019).

Los bloques estándar que existen en el mercado es prácticamente ilimitado, por lo que cada fabricante juega con las dimensiones, porcentaje de huecos, formas, materiales, acabados o presentación. El proceso de cada bloque equivale a 1.33 MJ/kg de consumo energético y 0.15 kg

de CO₂/ kg de emisión total de CO₂. (ANDECE, 2019).

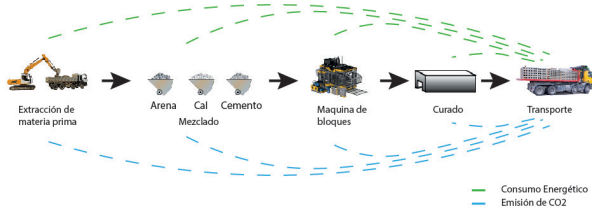


Diagrama 8. Proceso de fabricación del Bloque

Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.2.9. PVC

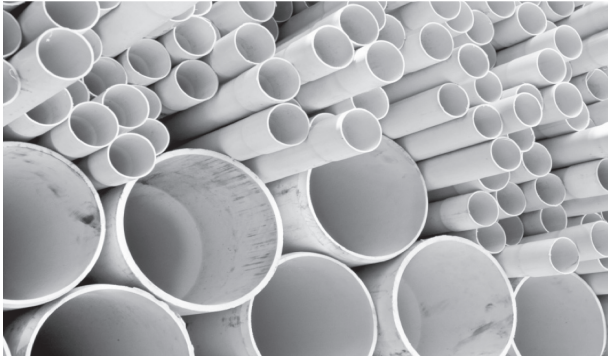


Imagen 14. Tubos de PVC
Fuente: (SilverPlastic, 2022)

El PVC es un material combinado química mente de carbono, hidrógeno y cloro. Es un material plástico por lo que es muy flexible y fácil de trabajar, por lo que es muy utilizado en las construcciones por ser un producto durable su uso principal es para tuberías de agua potable. (Rehau, 2022).

El PVC poli cloruro de vinilo a pesar de que es reciclado y sus residuos no se desperdician su fabricación tiene un gran impacto ambiental ya que el consumo energético del mismo es de 0.06 Mj/kg y su emisión de CO₂ es 0.8

kg de CO₂/kg.

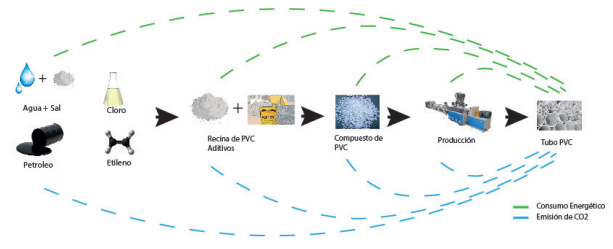


Diagrama 9. Proceso de fabricación del PVC

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 1

Material de construcción	Consumo energético total	Emisión de CO ₂ total
Convencionales	(Mj/kg)	(kg de Co ₂ /kg)
Cemento	1.4	0.20
Hormigón	1.6	0.18
Acero	0.76	2.80
Ladrillo	2.7	0.22
Vidrio	1.152	0.15
Aluminio	0.21	0.22
Cerámica	3.5	0.35
Bloque de hormigón	0.52	0.125
PVC	0.06	0.8

Título: Comparación impacto ambiental de materiales convencionales

Fuente: Elaboración Propia

1.3.3. Materiales alternativos en la arquitectura

Los materiales alternativos son aquellos que forman parte de la arquitectura sostenibles, estos materiales hacen que su construcción sustentable que garantizan un buen resultado a largo plazo. Muchos de estos materiales provienen de la naturaleza y no tienen una previa fabricación que dañe al medio ambiente.

También existen materiales para la construcción que provienen del reciclaje, esto permite dar una vida útil a

muchos objetos que por lo general son desperdicios. La construcción en los últimos tiempos aprovechado estos elementos de desecho para así fabricar viviendas funcionales. (Liroja, 2020).

Entre los materiales más usados en Ecuador son: a) Madera Aserrada, b) Madera Laminada, c) Adobe, d) Tapial, e) Bahareque, f) Arcilla, g) Ladrillo Ecológico, h) Bambú y i) ByBlock. (Liroja, 2020).

1.3.3.1 Madera Aserrada



Imagen 15. Madera Aserrada
Fuente: (Romero, 2022)

La madera es uno de los materiales naturales más antiguo desde que el ser humano empezó hacer edificios. La edificación de viviendas es más común de lo que pareciera, en Japón, Estados Unidos o Escocia son líderes en construcciones en madera, la proporción de viviendas en madera supera el 50% en Japón el 60%, en Estados Unidos 85% y en Escocia 70%. (Gysling et al., 2021).

Desde el punto ecológico la madera no necesita energía para su fabricación ya que el árbol utiliza energía solar, y la energía para su proceso es mínima a comparación

de otros materiales. Las propiedades de la madera son variables, esto va a depender de las características y del tipo de la madera. (Gysling et al., 2021).

En una producción de anual una empresa fabrica alrededor de 5915.3m³ de tableros por lo que consume 0.14 MWh de electricidad, 2.56 MWh de energía térmica y se emite 1.55 ton de CO₂ por cada m³ de tableros producidos. (Gysling et al., 2021).

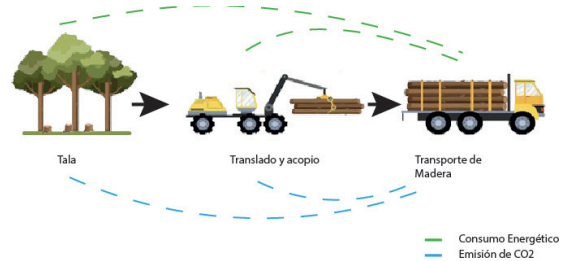


Diagrama 10. Proceso de fabricación de la Madera Aserrada
Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.3.2. Madera Laminada



Imagen 16. Madera Laminada
Fuente: (Archdaily, 2022)

La madera laminada consiste en la unión de un determinado número de tablas o láminas de madera en la misma

misma dirección, esto quiere decir que se deben unir en forma que sus fibras sean paralelas al eje del elemento. Esta unión se la realiza con adhesivos a base de urea. (Maderea, 2016).

Para la fabricación de madera laminada no se deben mezclar especies de madera para no reducir su resistencia, de esta forma se consigue un elemento sólido el cual puede alcanzar longitudes y alturas ilimitadas que funcionan estructuralmente como el acero. (Maderea, 2016).

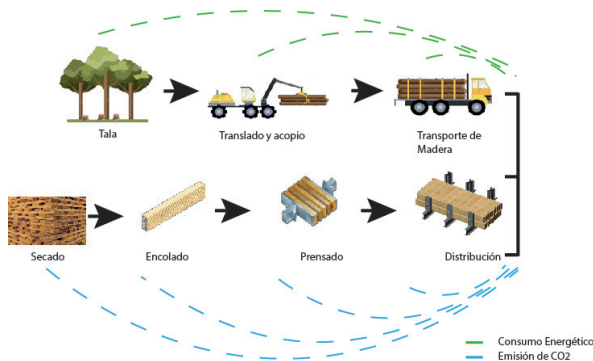


Diagrama 11. Proceso de fabricación de la Madera Laminada
Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.3.3. Adobe



Imagen 17. Fabricación de Adobe
Fuente: (Archdaily, 2022)

El adobe es un material que se utilizó en la antigüedad, especialmente en construcciones de bajo nivel como viviendas, el adobe lo encontramos como ladrillos mismos que se fabrican de manera artesanal, su principal material para que se fabrique el adobe es la arcilla, paja y la arena. (Quishpe, 2019).

La fabricación de este material es la mezcla de arena y arcilla, a esto le añadimos una fibra para que permita el mejor agarre y mezcla del material, en este caso sería la paja, una vez realizada esta mezcla se lo colocara en moldes mismos que pasaran a secarse no con sol directo, previo a su secado se lo desmonta y está listo para utilizar los bloques. (Quishpe, 2019).

El proceso de fabricación del adobe tiene un bajo nivel de impacto ambiental ya que el consumo energético al mes que se obtiene es de 0.05 MJ/kg y un consumo de CO2 de 0.03 kg de CO2/kg. (Alvarado, 2021).

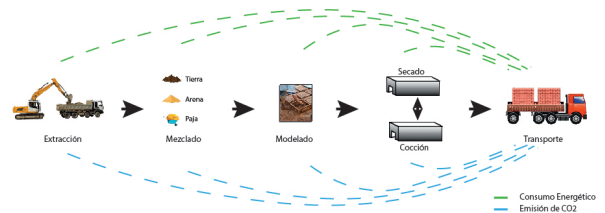


Diagrama 12. Proceso de fabricación del Adobe
Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.3.4. Tapial



Imagen 13. Construcción de Tapial

Fuente: (Archdaily, 2022)

El tapial o también conocido como tierra pisada, este material es un método de construcción que data hace 200 años aproximadamente, este método de construcción consiste en hacer muros de tierra arcillosa, misma que se compacta a golpes con un pisón, mismo que se realiza un tipo de encofrado con diferentes capas. (Piedrafita, 2020).

El encofrado que se utiliza para la elaboración de este material usualmente es de madera, en el proceso que se lo va colocando el encofrado y posterior a eso se coloca el material que sería la tierra arcillosa de 10 a 15 cm, luego de esto se saca el encofrado y quedaría hecha la pared de tapial. (Piedrafita, 2020).

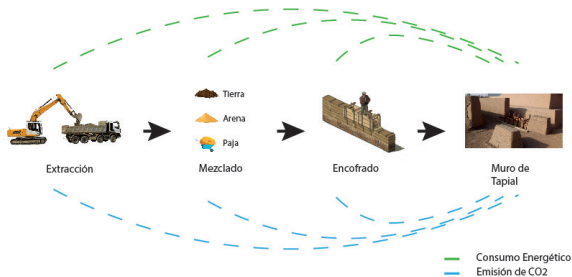


Diagrama 13. Proceso de fabricación del Tapial

Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.3.5. Bahareque



Imagen 19. Construcción de Bahareque

Fuente: (Archdaily, 2022)

El bahareque fue una de las primeras técnicas de la construcción que fue creada aproximadamente en el siglo XIX en Sudamérica principalmente, su principal característica es su sismo resistencia, rapidez y bajo costo de fabricación, por esta razón se puede apreciar que las casas en la antigüedad todas eran de este material. (Liroja, 2020).

Este material consiste en crear una estructura de palos o cañas que se las entre teje para permitir una mejor unión y resistencia entre ellas, luego de crear esta estructura se procede a recubrir con barro toda la edificación, y por último esperar que se seque, este proceso constructivo nos permitirá construir de 3 a 4 pisos como máximo. (Liroja, 2020).

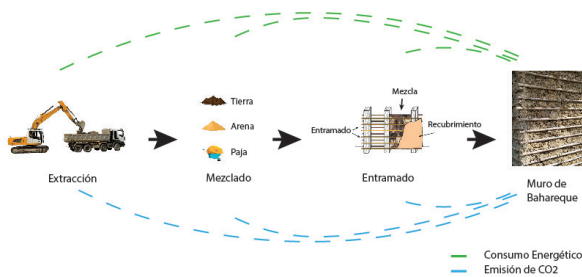


Diagrama 13. Proceso de fabricación del Tapial

Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.3.6. Bambú



Imagen 20. Bambú

Fuente: (Stéphane, 2016)

El bambú es uno de los materiales más versátiles, es usado para comida, ropa, celulosa para papel, material de construcción y para elaboración de medicamentos, al ser un material hueco es liviano y elástico, pero representa una relación fuerza peso mayor que el acero, posee una resistencia a la compresión y a la tracción un poco más baja que el acero. (Stéphane, 2016).

El bambú en la construcción es un material usado desde más remota antigüedad para aumentar su bienestar. Se lo usa para la construcción de cualquier tipo de edificio, mobiliario, en China se lo ha usado en puentes y carre-

teras. En la construcción de casas se ha visto al bambú como material estructural, sin embargo, se lo combina con otros materiales como madera, cal, cemento, arcilla, entre otros. (Stéphane, 2016).

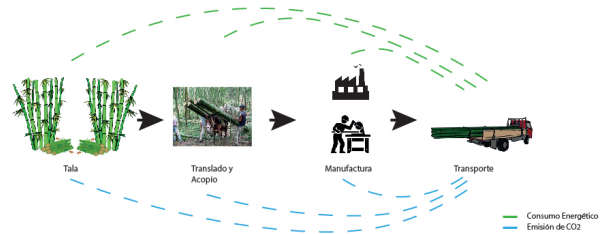


Diagrama 15. Proceso de fabricación del Bambú

Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.3.7. Arcilla



Imagen 21. Arcilla

Fuente: (De Sá, 2022)

La arcilla es una roca natural compuesta por agregados de silicatos de aluminio, proviene de la descomposición de las rocas feldespato. Es caracterizada por adquirir una gran plasticidad al mezclarse con agua, pero también se caracteriza por su dureza al ser llevada a hornos por encima de los 800°C. (Pedrola, 2022).

Los ladrillos y tejas son uno de los materiales más antiguos usados por el hombre a nivel mundial ya que gracias a su versatilidad, dureza y propiedades de aislamientos son muy populares. La producción de la arcilla tiene un

bajo impacto ambiental ya que causa 0.01 kg de CO₂/kg y un consumo de energía de 0.10 Mj/kg. (Pedrola, 2022).

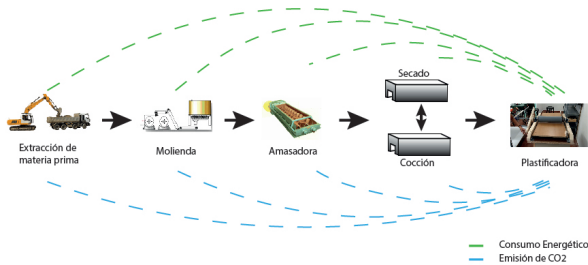


Diagrama 16. Proceso de fabricación de la Arcilla

Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.3.8. Ladrillo Ecológico



Imagen 22. Ladrillo Ecológico
Fuente: (Gonzalez, 2017)

Los ladrillos ecológicos varían según su utilización, materiales y lugar de fabricación, por lo que existen algunos tipos, su fabricación y composición busca reducir el impacto ambiental, por lo que hay muchas opciones entre ellas los ladrillos de ceniza, botellas recicladas, de papel de contenido, de barro entre otros. Los ladrillos que estudiaremos están elaborados de una denominación suelo cemento, lo que consiste en la unión de cemento, suelo

y agua que al ser mezcladas pasan por un proceso de compresión. (Gonzalez, 2017)

La ventaja de estos ladrillos es el tiempo de construcción con un 30% en relación a los ladrillos convencionales, son mucho más económicos, llegan hasta un 40% menos de los ladrillos normales y los bloques de hormigón, estos ladrillos al no pasar por un horno contribuyen positivamente a la deforestación y a las emisiones de CO₂. (Gonzalez, 2017)

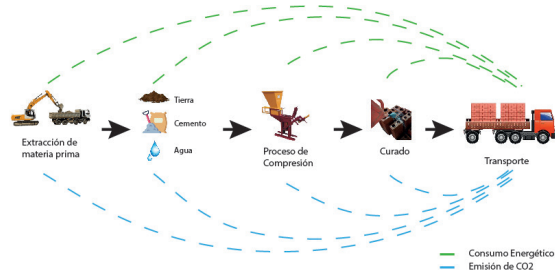


Diagrama 17. Proceso de fabricación del Ladrillo Ecológico

Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.3.9. ByBlocks



Imagen 23. ByBlocks
Fuente: (Escudero, 2022)

Estos bloques eco amigables con el medioambiente se producen mediante la combinación de vapor y compresión del plástico reciclado, mediante la maquina llamada ByFusion, misma que comprime a todo el plástico que entra sin necesidad de clasificar ni limpiar, ya que la misma se encarga de ello, de esta manera ahorra tiempo y recursos. (Escudero, 2022).

Estos bloques se los puede usar en cualquier tipo de construcción, desde el diseño de pequeños proyectos hasta grandes edificaciones. El proceso que tiene la fabricación de los bloques no usa productos químicos, ni otros aditivos y logra disminuir el 41% de la emisión de CO2 a comparación lo que contaminaría un bloque de hormigón. (Escudero, 2022).

Los bloques tienen una medida estándar de 40 cm x 20 cm x 20 cm, pesan 10 kg cada uno. La compañía recolecta y procesa un promedio de 450 toneladas de plástico al año, pero se planea que para el 2030 se logre llegar a los 100 millones de toneladas de esta manera lograr ayudar al medio ambiente. (Escudero, 2022).

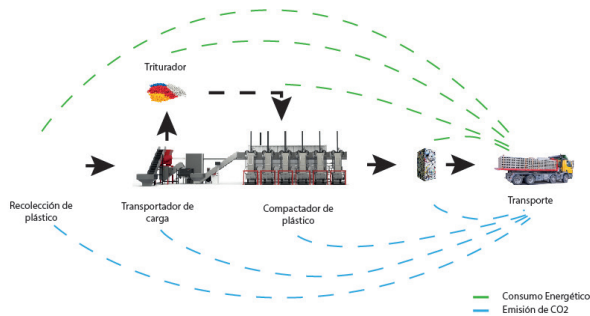


Diagrama 18. Proceso de fabricación del ByBlocks
Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 2

Material de construcción	Consumo energético total (Mj/kg)	Emisión de CO2 total (kg de Co2/kg)
Madera Aserrada	0.1	0.018
Madera Laminada	0.1	0.076
Adobe	0.05	0.1
Tapial	0.05	0.1
Bahareque	0.08	0.4
Bambú	1.9	0.14
Arcilla	0.05	0.1
Ladrillo Ecológico	0.08	0.1
ByBlock	0.08	0.061

Título: Comparación impacto ambiental de materiales alternativos
Fuente: Elaboración Propia (2022)

1.3.4 Edificaciones con materiales convencionales. Estudio de caso

1.3.4.1. Edificio A01 / Federico Mariano Arquitecto



Imagen 24. Edificio A1
Fuente: (ArchDaily, 2021a)

El proyecto se encuentra ubicado en Rosario, Argentina, diseñado por el grupo Federico Mariano Arquitectos, El edificio tiene un área de 847 m², su estructura se basa en su totalidad de acero. Esta propuesta es la descripción de un modelo específico y local en el que la economía y los recursos son un aspecto de industrialización que se constituyó como una manera básica de trabajo en ciertos proyectos en ejecución como en el Edificio A1. (ArchDaily, 2021a)

El diseño de edificio está basado en 4 referentes que comparten aspectos en particularidad que es la Arquitectura Industrial, operan de abajo hacia arriba, trabajan con la realidad del espacio, son ajenos a los modelos abstractos. Estas aproximaciones dan como resultado un aprovechamiento estratégico y productivo, el edificio no está inspirado en arquitecturas ordinarias y genéricas, sino, en la utilización de sistemas industriales para sacar beneficio al espacio y el diseño intenta moverse en una línea fina entre lo ordinario y lo extraordinario. (ArchDaily, 2021a)

1.3.4.2. X House / Cadaval & Sola Morales



Imagen 25. Casa X
Fuente: (Baan, 2021)

Este proyecto se encuentra en Cabrils, España, La casa X tiene un área de 300m² y su diseño y construcción estuvieron a cargo de Cadaval & Solà-Morales. Los arquitectos buscaron resolver el problema que mayormente era el terreno a través de sus lenguaje y forma, esto ayudo en el diseño a que el proyecto tenga visuales impactantes a las montañas y al mar.(Baan, 2021).

La casa X tiene la peculiaridad de que su construcción fue aplicada en pequeña escala con la técnica que usualmente usan los ingenieros civiles en construcciones de puentes y túneles, esto lo realizaron con el objetivo de disminuir costos y aportar otro tipo de construcción. La utilización de una técnica mixta que en su totalidad tiene hormigón de alta densidad permite que el material a presión sobre el encofrado adquiera grandes resistencias en un corto plazo. (Baan, 2021).

1.3.5 Edificaciones con materiales alternativos. Estudio de caso

1.3.5.1. Brock Commons / Acton Ostry Architects Inc



Imagen 26. Brock Commons
Fuente: (Hasan, 2022)

Este proyecto se encuentra en Vancouver, Canadá, es una edificación para residencia estudiantil para la universidad de Columbia Británica, esta edificación es considerada dentro de la arquitectura como una de la más importantes por ser el edificio en madera más alto del mundo. (Hasan, 2022).

El proyecto se destaca por que casi en su totalidad es de madera, esto ayudo a los diseñadores al montaje de la estructura sea mucho más rápida. El edificio tiene una altura de 53m y está diseñado para albergar 404 estudiantes que abarca una combinación de estudio y descanso en las plantas altas, su planta baja es de estancia y ocio. (Hasan, 2022).

El proceso de prefabricación de estructura, muros y mobiliario detallado ayudaron a que el proceso construcción sea mucho más rápido, el ensamblaje duro 70 días después de que los componentes prefabricados estuvieron listos para el ensamblaje. En tanto al tiempo el ensamblaje del Brock Commons llevo menos tiempo que en comparación a un edificio de hormigón del mismo tamaño. (Hasan, 2022).

1.3.5.2. Casa Lasso / Rama Estudio



Imagen 27. Casa Lasso
Fuente: (Ott, 2019)

La vivienda está ubicada en San José provincia de Cotopaxi, Ecuador, con un área de 350 m² en el año 2019. Estos terrenos son parte del Rancho San José. El proyecto está planteado para una vivienda de descanso y con una arquitectura pasiva pensando en una arquitectura tradicional alternativa, por lo que se planteó un sistema vernáculo en Cotopaxi, en este caso Tapial. (Ott, 2019).

La vivienda está pensada desde la materialidad, los muros de Tapial son los encargados de sostener la cubierta que están compuestos por 5 muros portantes de Tapial ubicados de manera longitudinal cerrando completamente el proyecto lo que nos ayuda como muros portantes. Los muros tienen 0.40m de ancho con contrafuertes de 0.80m que sirven como estructura y mobiliario. (Ott, 2019).

1.3.5.3. Casa Patch / ESEcolectivo Arquitectos



Imagen 28. Casa Patch
Fuente: (Darquea, 2019)

Esta vivienda se encuentra ubicada en Guayllabamba, Ecuador, construida en 2016 con un área de 230m². La filosofía de los clientes era el reciclar todo lo que puede y que la vivienda sea de una sola planta por motivos de comodidad. Estas condicionantes hace que los arquitectos

tomen como opción un sistema constructivo vernáculo, por lo que el desalojo de tierra considerable hace que los constructores reciclen esta tierra y la hagan parte de la estructura y mampostería de la vivienda. (Darquea, 2019).

El terreno estaba constituido por una edificación por lo que la casa antigua sirvió para reciclar mobiliario interior y ventanales en la nueva propuesta, todo se reusa en manera de parche y lo que no se puede adaptar a simple vista se unen a través de diferentes sistemas. Las ventanas se unen entre sí y son adaptadas a las columnas de madera y a la mampostería de adobe, la cimentación se realizó con hormigón debido a la carga sísmica del sector. (Darquea, 2019).

1.3.5.4. Casa Cotacachi / Arquitectura X



Imagen 29. Casa Cotacachi
Fuente: (Pintos, 2018)

Se encuentra ubicada en Los Andes del norte del Ecuador, esta vivienda fue un pedido de una pareja proveniente del Caribe, la vivienda tiene un área de 378 m² en un valle formado entre montañas. Las condicionantes

para este proyecto es la topografía, el clima el uso y la función, por lo que los arquitectos buscaron una arquitectura específica, construir con materiales y técnicas locales lo que determinaría su forma y función. (Pintos, 2018).

Por ser una zona altamente sísmica se prefiere hacer una construcción con tierra, los diseñadores realizaron un estudio donde prefieren usarse el sistema constructivo con bahareque. Una casa con patio tradicional, construida con muros portantes en planta baja y madera en la segunda planta como en la cubierta. (Pintos, 2018).

Tabla 3

REFERENTES	IMAGEN	NOMBRE	MATERIAL	FORMA	FUNCIÓN	TIPOLOGÍA
		Edificio A1 / Federico Mariano Arquitecto	Su estructura se basa en su totalidad de acero - Edificación con materiales convencionales	El diseño de la edificación se basa en la Arquitectura Industrial, las estructuras portuarias y naves industriales.	La utilización de sistemas industriales nos permiten entender como la obra intenta moverse en esta línea fina entre lo ordinario y lo extraordinario de la arquitectura.	Oficinas y Vivienda
		X House / Cadaval & Sola Morales	Técnica mixta, en su totalidad predomina el hormigón - Edificación con materiales convencionales	Su construcción fue aplicada con la técnica que usualmente usan los ingenieros civiles en construcciones de puentes y túneles	La función principal es otorgar un carácter unico a cada uno de sus espacios y el aprovechamiento de los paisajes anturales que cuenta.	Vivienda
		Brock Commons / Acton Ostry Architects Inc	Destaca por que casi en su totalidad es de madera - Edificación con materiales no convencionales	El diseño del proyecto se basa en crear una edificación total mente echa de madera, la cual nos permita dejar de lado los materiales convencionales.	El proyecto arquitectonico brindara diferentes espacios de descanso y estudio para los estudiantes	Residencia Estudiantil
		Casa Lasso / Rama Estudio	Su material predominante es el Tapial - Edificación con materiales no convencionales	El proyecto está planteado para una vivienda de descanso, pensando en una arquitectura tradicional alternativa	El proyecto se centra en crear un ambiente familiar y de descanso, permitiendo tener diferentes áreas de interaccion entre si	Vivienda
		Casa Patch / ESEcolectivo Arquitectos	Su material predominante es el Adobe - Edificación con materiales no convencionales	Su forma es muy conveccional, una vivienda de un solo andar se trato de distribuir todos los espacios para crear una conexión, de la misma manera se trato de reciclar lo que mas se puede.	La union entre El patchwork y el quilting sera su princial funcion, debido que la vivienda se unira con la filosofia de vida del cliente.	Vivienda
		Casa Cotacachi / Arquitectura X	Su material predominante es el Tapial - Edificación con materiales no convencionales	La forma lo delimitará las dos montañas que sabemos dominan el valle, la casa de cristal abstracta sera el punto de partida .	El aprovechamiento de las visuales será el predominante de esta vivienda debido a que se encuentra entre montañas.	Vivienda

Título: Matriz comparativa de Referentes

Fuente: elaboración Propia (2022)

ETAPA 2
APLICACIÓN METODOLÓGICA



Información General

Tabla 4

Tipo de Proyecto	Propuesta Innovadora
Línea de Investigación	Diseño, Técnica y Sostenibilidad DITES
Área de Investigación	Arquitectura y Sostenibilidad
	Esta investigación trata de buscar respuestas a problemáticas planteadas previamente, relacionadas con los materiales tradicionales y alternativos, el impacto ambiental de la producción de los materiales, los residuos, su construcción, arquitectura bioclimática, la construcción susmo resistente y la infraestructura.
Delimitación Temporal	Periodo Académico B22

Título: Tipo de proyecto
 Fuente: Elaboración Propia (2022)

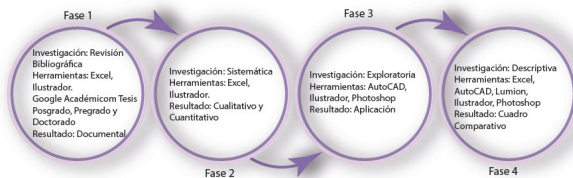


Imagen 30. Tipo de Investigación por Fase
 Fuente: Elaboración Propia (2022)

2.1. Introducción a la metodología

La metodología de investigación que se utilizará es mixta, lo que representa procesos empíricos, sistemáticos, recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, lo que nos permite una integración y discusión conjunta. Este enfoque nos permitirá tener toda la información recabada y poder lograr una mejor comprensión y entendimiento del problema de investigación. (Sampieri, 2018).

La metodología desde la cual se desarrolla el proyecto se desenvuelve en cuatro fases, las cuales permitirán resolver el proyecto correctamente. La primera fase abordaremos conceptos y datos específicos de los materiales se van a intervenir, en la fase dos recolectaremos los datos obtenidos de la fase uno y se elaborara un cuadro que nos permitiría crear variables de los materiales, la fase tres tendrá como objetivo la aplicación de estos materiales en el elemento arquitectónico que se planteó para la siguiente tesis, y por último la fase cuatro se enfocara en comparar la edificación con dos tipos de materiales uno alternativo y el otro tradicional.

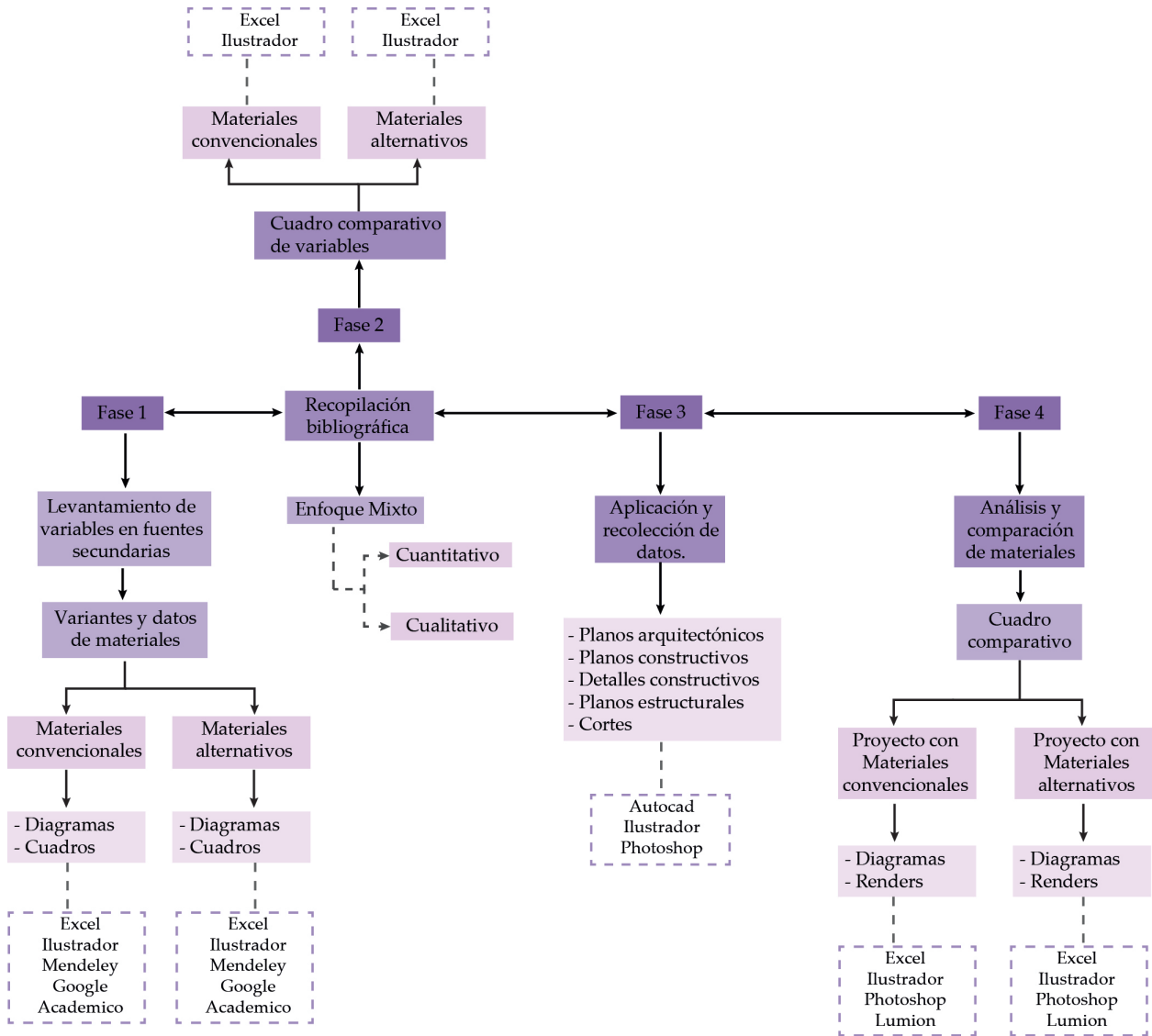


Imagen 31. Cuadro de Metodología de Investigación
Fuente: elaboración Propia (2022)

2.2. Materiales y Métodos

2.2.1. Fase 1 Revisión Bibliográfica

La metodología que usaremos para esta fase será una investigación mixta por lo que se analizará datos cualitativos y cuantitativos de los datos y procesos obtenidos de cada material, esto nos ayudará a comparar variables y categorías cuantitativas y categorías cualitativas para establecer múltiples contrastes. (Sampieri, 2018).

En la primera fase tendremos una investigación bibliográfica misma que se encargara de recolectar información de artículos científicos, tesis de pregrado, posgrado y doctorado, lo que nos ayudaran con conceptos, datos específicos y procesos de fabricación de cada material, los cuales los describiremos mediante diagramas elaborados en ilustrador. Esta información nos ayudara a encontrar las variables de cada material mediante un cuadro explicativo elaborado en Excel y de igual manera nos especificara cuál es el impacto ambiental que causa la fabricación de cada uno de los materiales estudiados.

2.2.2. Fase 2 Sistemática

La metodología que usaremos en esta fase será una investigación sistemática que consiste en la reunión de varios elementos dispersos recolectados de diferentes bibliografías y sintetizar la información obtenida para establecer variables en común. (Chen, 2006).

Esta fase se enfocará en la integración sistemática de la información recolectada, la cual nos ayudará analizar cada variable de los materiales a estudiar mediante un cuadro donde se especificará las diferentes variables y se lo elaborará en Excel. Posterior a esto se dará resultados del análisis de las variables de cada uno de los materiales, permitiendo de esta manera tener un enfoque glo-

bal de cómo está funcionando la producción y uso de los materiales convencionales y alternativos.

2.2.3. Fase 3 Exploratoria

La investigación exploratoria será el tipo de investigación que ocuparemos para esta fase ya que con los conceptos obtenidos en fases anteriores se nos facilitará analizar los materiales para así determinar con lo que trabajaremos en el proyecto. (Sampieri, 2018).

En esta fase tendremos una investigación exploratoria, mediante los análisis previos se tomará dos materiales, uno convencional y otro alternativo, dependiendo del análisis de variables y a las necesidades de la edificación de vivienda, en base a planos arquitectónicos, planos y detalles constructivos, que se los elaborara en la aplicación de AutoCAD, mismos que nos permitirán tener una vista general de todo el elemento arquitectónico.

2.2.4. Fase 4 Aplicada

En esta fase la metodología a usarse será una investigación aplicada, ya que, se demostrará los resultados obtenidos en la aplicación y la comparación de los materiales escogidos con el fin de obtener como resultado un bajo impacto ambiental. (Sampieri, 2018).

La fase final se enfocará en una investigación cuantitativa y descriptiva mediante el análisis y la comparación de los datos obtenidos de la fase 3, con estos datos se realizará una comparación de dos materiales uno alternativo y otro tradicional, que nos ayudara a entender cuál es el beneficio y daño al medio ambiente, mediante un cuadro y las visualizaciones (renders) se utilizara dos aplicaciones la primera Excel y la segunda Lumion. Luego se buscará dar una conclusión y recomendaciones de cual material es el más apto y menos perjudicial.

2.2.5. Índice de contaminación ambiental de los materiales constructivos

La producción de la mayoría de los materiales de la construcción contribuye al incremento de contaminación a nivel mundial, según estudios el sector de la construcción consume alrededor del 40% del uso de piedras, grava y arena, un 25% de madera virgen por año. En términos estadísticos se puede decir que el sector de la construcción es responsable del 50% de los recursos naturales, el 50% del total de residuos y el 40% de la energía consumida. (Dobrowolska, 2021).

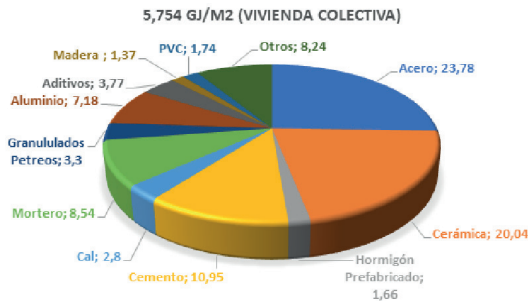


Imagen 32. Energía de fabricación de materiales para 1m2 de construcción estándar

Fuente: (Guzenski, 2012)

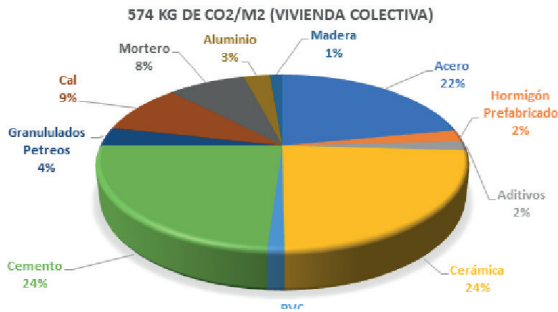


Imagen 33. Emisiones de CO2 en la fabricación de materiales para 1m2 de construcción estándar

Fuente: (Guzenski, 2012)

En el caso de la fabricación de los materiales, en la matriz energética podemos ver que el acero, la cerámica y el cemento son los materiales que tienen mayor energía incorporada en su fabricación y son los mayores responsables de la emisión de CO2, por otro lado, el cemento es una de las industrias con mayor emisión de efecto invernadero, por el uso de combustibles fósiles y por sus altas temperaturas, la cerámica también genera una alta emisión principalmente por el uso elevado de consumo de gas natural durante su cocción. (Guzenski, 2012).

2.3. Levantamiento de Dato

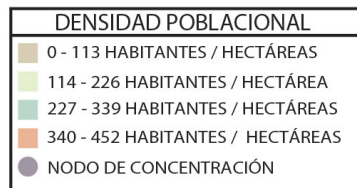
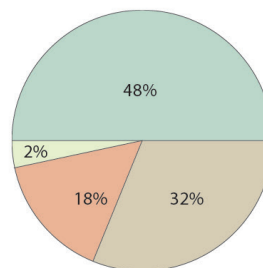
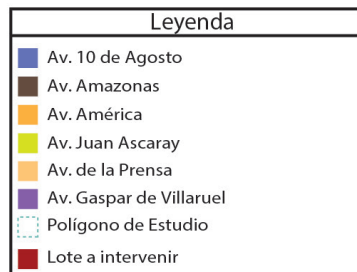
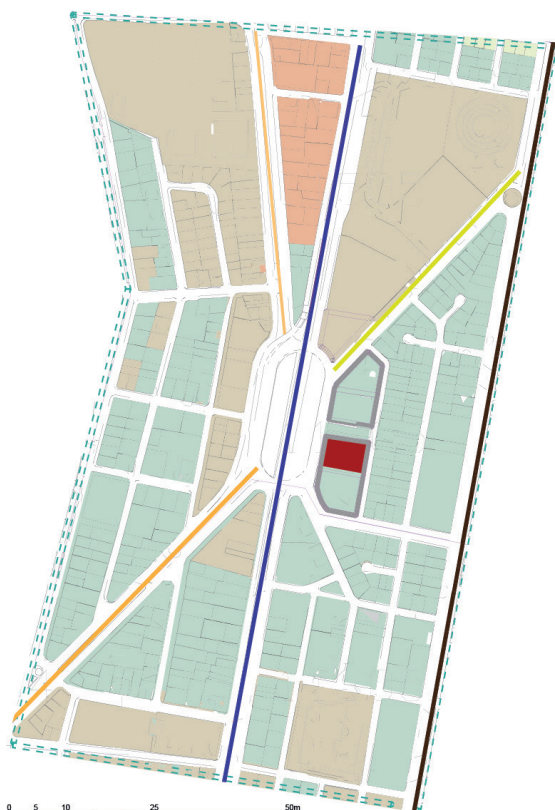


Imagen 34. Análisis de Sitio

Fuente: Elaboración Propia (2022)

El proyecto se plantea realizar en la parroquia Jipijapa sector la Y, esta se encuentra rodeada por varias vías arteriales como la Av. 10 de Agosto, Av. América y Av. Amazonas, con delimitación al norte con la parroquia Kennedy, al sur con la parroquia Rumipamba y al oeste con la parroquia Iñaquito.

2.3.1. Análisis Etnográfico



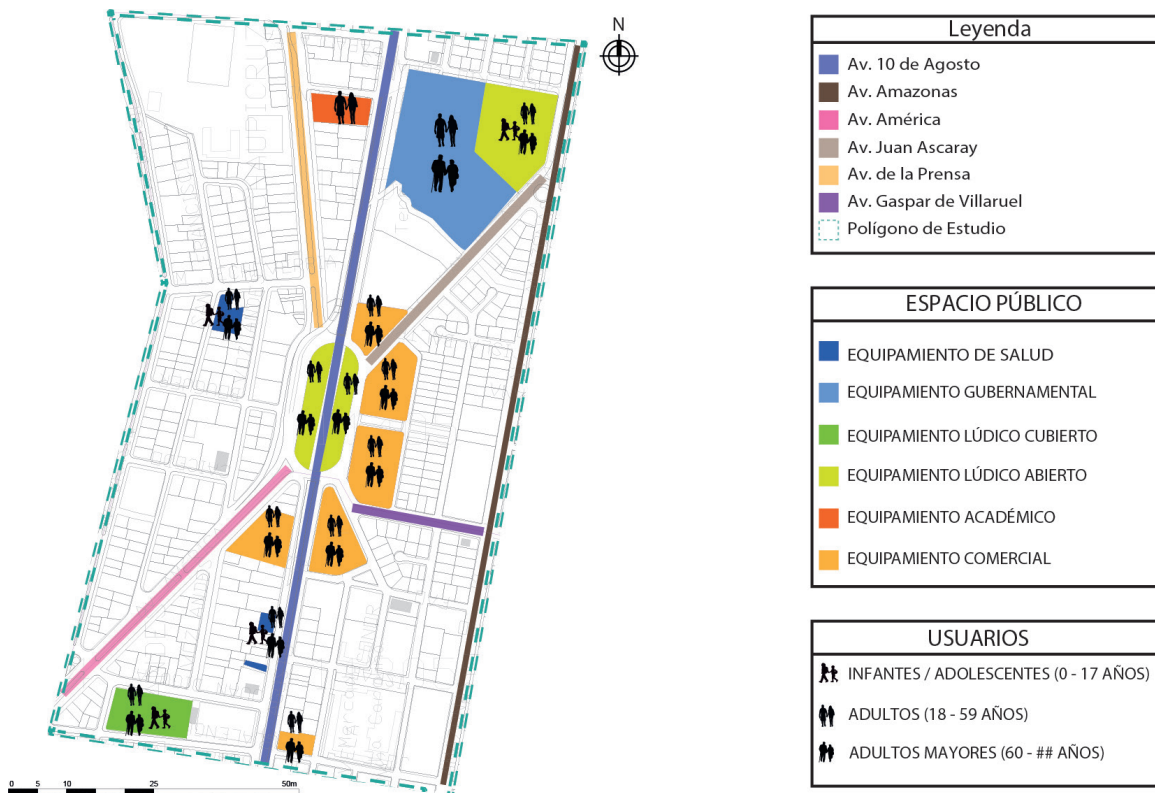
Fuente: Taller de aplicación avanzando (2022)

El sector de la Y al ser parte del hiper centro de la ciudad, cuenta con una gran cantidad de edificaciones, lo cual hace que la densidad por hectárea en el sector sea relativamente alta, las zonas que están cercas a las vías principales cuenta con edificaciones de comercio por lo que la estancia y permanecía tiende a bajar.

Conclusión

El sector de la Y prioriza el tránsito vehicular, debido a que cuenta con vías principales donde conecta diferentes puntos de ña ciudad de quito, de esta manera al disminuir las zonas de estancia y permanencia en ciertos horarios estas zonas son desoladas y peligrosas.

2.3.2.1. Análisis Flujo Peatonal



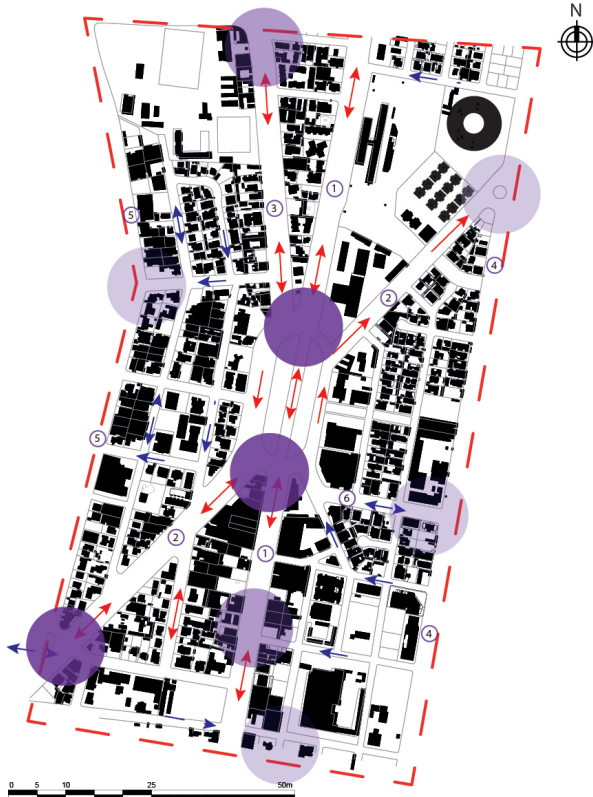
Fuente: Taller de aplicación avanzando (2022)

El sector al ser muy visitado cuenta con una gran variedad de equipamientos públicos, los cuales, pueden ser utilizados por toda clase de usuario presente en el sector a intervenir, sin embargo, al tener grandes avenidas los equipamientos comerciales van dirigidos hacia adultos y adultos mayores.

Conclusión

Es importante recalcar que la zona cuenta con vías exclusivas para los peatones las cuales en diferentes puntos se encortan en buen estado, a su vez cuenta con diferentes equipamientos que son puntos de reunión para los que viven y transitan la zona.

2.3.2.2. Análisis Flujo Vehicular



Fuente: Taller de aplicación avanzando (2022)

El sector la Y consta con 3 vías principales las cuales conectan a la ciudad Quito de norte a sur, estas al ser granadas vías causan aglomeramiento durante casi todo el día, más en las horas pico.

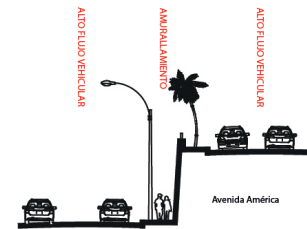
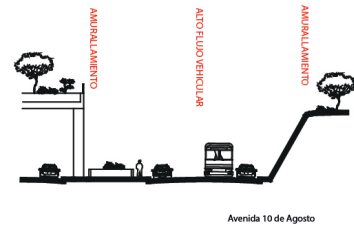
Legenda

Flujo vehicular

- UNA VÍA / PRINCIPAL
- DOBLE VÍA / PRINCIPAL
- UNA VÍA / PRINCIPAL
- DOBLE VÍA / PRINCIPAL
- CONGESTIÓN ALTA
- CONGESTIÓN MEDIA
- CONGESTIÓN BAJA

Calles

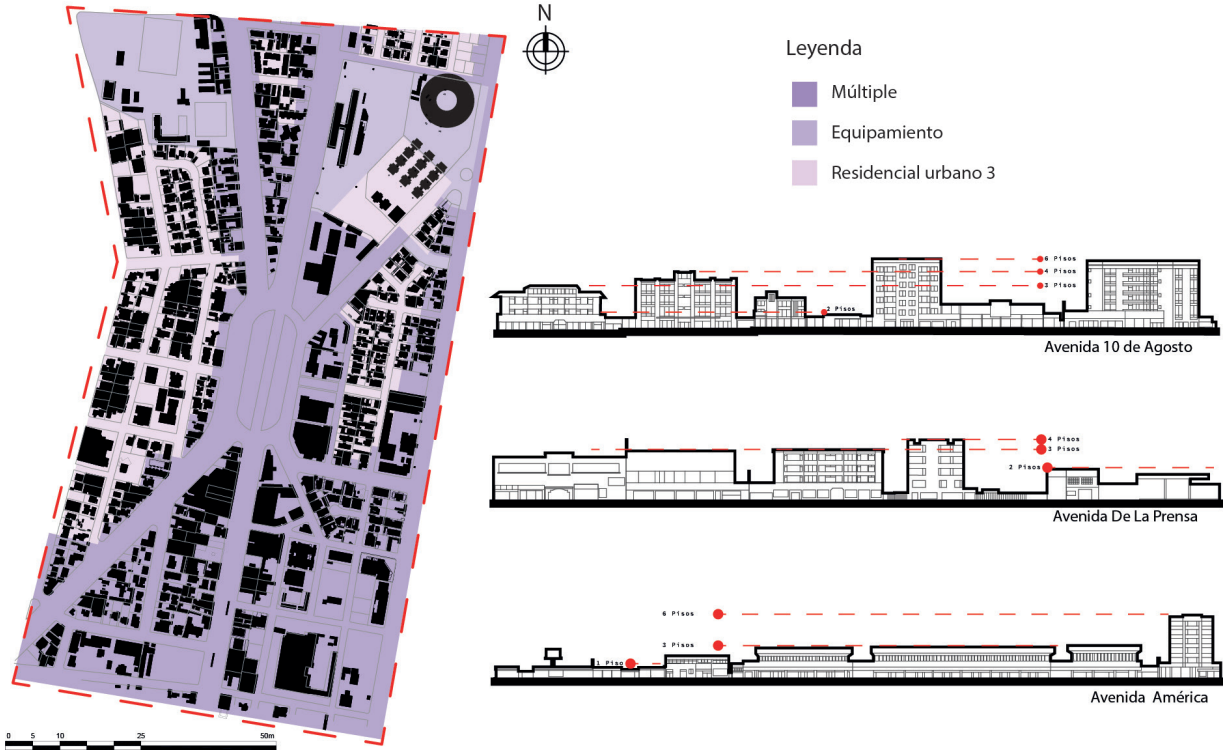
- 1 Av. 10 de Agosto
- 2 Av. América
- 3 Av. de la Prensa
- 4 Av. Río Amazonas
- 5 Av. Brasil
- 6 Av. Gaspar de Villaruel



Conclusión

Las diferentes vías principales como son la Av. 10 de Agosto, Av. América y Av. Amazonas son las principales vías que conectan todo el sector de la Y, esto es beneficioso y perjudicial para esta zona debido a que tienen diversas vías que los conectan a sus diferentes destinos, pero a su vez perjudicial por el caos vehicular que generan.

2.3.3. Análisis Uso de Suelo



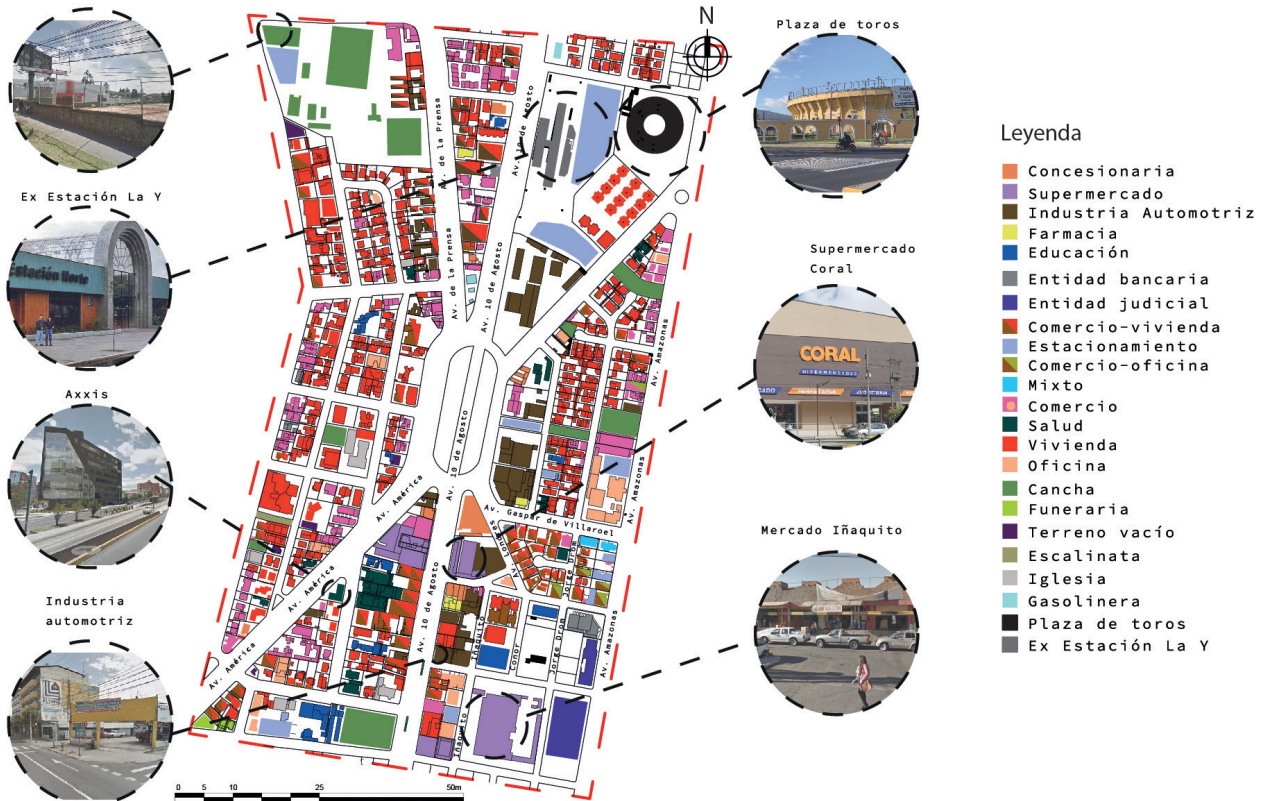
Fuente: Taller de aplicación avanzando (2022)

El sector de la Y debido a su ubicación cuenta con una gran variedad de tipologías de ocupación de suelo, lo que permite satisfacer las necesidades del usuario. Sin embargo, lo que predomina es el uso de suelo mixto (residencial-comercial), industria automotriz y salud.

Conclusión

El sector de la Y tiene un alto porcentaje de usos múltiples y residencial, debido a que es un sector altamente comercial y bien servido por diferentes equipamientos y residencias.

2.3.4. Análisis de Equipamiento



Fuente: Taller de aplicación avanzando (2022)

El sector de la Y cuenta con algunos equipamientos los cuales resaltan gasolineras, distintos concesionarios, industrias automotrices, centros médicos, supermercados, y viviendas de usos múltiples. Hitos importantes como la Plaza de Toros y la antigua estación de buses se encuentran en abandono, por lo tanto, están en deterioro.

Conclusión

Al ser un lugar céntrico el sector de la Y, vamos a contar con varios equipamientos, que permiten que el área de estudio se un punto importante para la ciudad de Quito, debido a que nos ayuda a generar comercio y a su vez una interacción del sector con todo su entorno.

2.3.5. Análisis ambiental del sector la Y

En el siguiente apartado se tocará el tema de diferentes tipos de contaminación que encontramos en el sector de la Y, como los son: contaminación por ruido, residuos, emisión de gases, debido a que estos análisis no permitirán entender cómo será el funcionamiento de la zona y como lo tenemos que aplicar en el proyecto previamente planteado para la presente investigación.

2.3.5.1. Análisis de Ruido

Tabla 5

Límites máximos de ruido permitido en el sector según uso de suelo		
TIPO DE ZONAS SEGÚN USO DE SUELO	LÍMITES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE dBA	
	De 06:00 a 20:00	De 20:00 a 06:00
Hospitalaria y Educativa	55	45
Residencial	60	50
Residencial mixta	65	55
Comercial	65	55
Comercial mixta	70	60
Industrial	75	65
Prevención de hábitad	60	50

Título: Límites máximos de ruido permitido en el sector según uso de suelo

Fuente: (Vásconez, 2018)

La contaminación por ruido realizado nos permite medir en decibeles (dB) la cantidad de ruido, permitiendo de esta manera tener un enfoque general de cuánta contaminación auditiva genera el sector de la Y. podemos observar que la Industria es la que genera mayor cantidad de ruido en el sector.

2.3.5.2. Análisis de Residuos

Tabla 6

Mes	Peso (kg)	Hora
Enero	9854	10:30 a. m.
	9625	14:00 pm
Febrero	6050	10:30 a. m.
	5330	14:00 pm
Marzo	3380	10:30 a. m.
	2520	14:00 pm
Abril	3380	10:30 a. m.
	4170	14:00 pm
Mayo	5800	10:30 a. m.
	6380	14:00 pm
Junio	7370	10:30 a. m.
	4940	14:00 pm
Julio	8450	10:30 a. m.
	7150	14:00 pm
Agosto	7589	10:30 a. m.
	5180	14:00 pm
Septiembre	6440	10:30 a. m.
	4640	14:00 pm
Octubre	7650	10:30 a. m.
	4950	14:00 pm
Noviembre	8100	10:30 a. m.
	8180	14:00 pm
Diciembre	8360	10:30 a. m.
	7220	14:00 pm

Título: Desechos Sólidos Sector la Y

Fuente: (EMASEO, 2018)

En el análisis de residuos nos da como dato principal la cantidad de basura que desechan las personas que viven y transitan en el sector en (Kg), misma que nos da como resultado cuanta contaminación genera un solo sector en todo el año, tomando en cuenta que los meses de noviembre, diciembre y enero son los que más desechos generan en el sector la Y.

2.3.5.3. Análisis de Emisión de Gas

Tabla 7

Hora	O2 %	CO2 %	SO 2
8:20	20,9	0	20
9:15	20,9	0	25
10:40	20,9	0,1	18
12:15	20,9	0,1	28
13:55	20,9	0,1	31
15:40	20,9	0	18

Título: Emisión de Gases Sector la Y

Fuente: (Secretaría del Ambiente, 2018)

En el presente análisis se enfocará en la cantidad de smog que emiten los vehículos en la zona de estudio, a su vez se analizará cuando CO₂, O₂ y SO₂ tiene el sector de la Y, debido a que la zona es altamente concurrida por vehículo, los mismos generan una gran contaminación, a su vez, las personas y sus edificaciones por la emisión de gases que generan.

En la tabla anteriormente se muestra las emisiones a diferentes horas, las cuales se las ha tomado como relevancia para el estudio, lo que nos da como resultado que el O₂ se mantiene en todas las horas, el CO₂ varía entre las 10 am a 14 pm y el SO₂ cambia en todas las horas de estudio tomando como la más alta 13:55.

2.3.6. Cuadro comparativo de materiales según las variables

En la siguiente tabla se explicará a detalle el impacto ambiente que genera los materiales de construcción tanto en obra como en fabricación, exponiendo tanto su consumo energético, emisión de CO₂, el porcentaje de residuos que generan, si es construible o no y el nivel de altura que podrían llegar a tener.

Tabla 8

Materiales	Consumo energético total (Mj/kg)	Emisión de CO2 total (kg de CO2/kg)	Residuos %	Reciclaje de Residuos	Construible	Niveles en altura (pisos)
Cemento	1,4	0,2	4	No	No	0
Hormigón	1,6	0,18	12	Si	Si	2
Acero	0,76	2,8	2,5	Si	Si	60
Ladrillo	2,7	0,22	4	Si	Si	7
Vidrio	1,152	0,15	5	Si	No	0
Aluminio	0,21	0,22	2,5	No	No	0
Cerámica	3,5	0,35	54	Si	No	0
Bloque de hormigón	0,52	0,125	5	No	Si	10
Tubos PVC	0,06	0,8	8	Si	No	0
Madera Aserrada	0,1	0,018	4	Si	Si	2
Madera Laminada	0,1	0,076	4	Si	Si	20
Adobe	0,05	0,1	0,01	Si	Si	2
Tapial	0,05	0,1	0,01	Si	Si	2
Bahareque	0,08	0,4	0,08	Si	Si	2
Bambú	1,9	0,14	0,01	Si	Si	2
Arcilla	0,05	0,1	0,01	Si	No	0
Ladrillo Ecológico	0,08	0,1	0,08	Si	Si	2
ByBlock	0,08	0,061	0,01	Si	Si	2

Título: Cuadro Comparativo Según Variables

Fuente: Elaboración Propia (2022)

De los materiales analizados se apreció diferentes variables, las cuales nos dieron como resultados: En el caso del consumo energético y la emisión de CO2 se apreció que los que generan más contaminación es el acero y el aluminio, debido a que la fabricación de los mismos en su mayoría ocupa maquinarias pesadas para la extracción y utilización de herramientas que generan mayor demanda energética.

En el caso de los residuos la cerámica y el hormigón serán los principales emisores de desperdicios, debido a que el material terminado no se puede reutilizar debido a sus especificaciones.

Conclusiones

- En base al diagnóstico se evidencia la contaminación que existe en el sector la y con el análisis de ruido, residuos y emisión de gas, lo que nos permite ver anualmente como este se incrementa.
- El sector al estar situado en un lugar céntrico cuenta con varios equipamientos al mismo tiempo gracias a su ubicación mantiene un flujo vehicular muy alto ya que lo rodean vías principales como la Av. 10 de Agosto, Av. Amazonas y Av. América.
- El uso de los materiales alternativos es propicio para el objetivo del proyecto debido a que estos son los que cumplen con la reducción del consumo de energía y la emisión de CO2.

ETAPA 3
DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Introducción

En el siguiente proyecto a presentar se plantea comparar dos edificaciones las cuales tendrán diferentes tipos de materiales, uno de los edificios será edificado con el uso de materiales alternativos y el otro será edificado con el uso de materiales tradicionales.

La edificación con materiales alternativos tendrá como cimentación hormigón armado, madera laminada encolada como parte de la estructura y el uso de doble vidrio para la envolvente del proyecto, ladrillo ecológico como parte de la mampostería, con el fin de generar un proyecto cuyos materiales para su elaboración no generen un impacto ambiental desde su producción, ejecución, funcionamiento y demolición.

Por otro lado, el mismo edificio se evaluará mediante materiales convencionales donde la cimentación será de hormigón, la estructura de acero, aluminio como parte del vidrio y la envolvente del proyecto y la mampostería de bloque de hormigón, con el fin de poder comparar los materiales desde su elaboración, construcción, funcionamiento del edificio y demolición del mismo.

Justificación del Sitio

El proyecto se encuentra propuesto en un predio en el sector de la “Y”, el cual se encuentra en la avenida 10 de agosto y Mariano Jimbo, por lo que es necesario un punto de encuentro próximo para generar una convivencia social, esto debido a que en su entorno inmediato se encuentra la zona financiera y los centros comerciales principales de la ciudad de Quito.

También existe la predisposición hacia la privatización de los ambientes, lo que genera un cierto amurallamiento en el sector, esto convierte al lugar inseguro e inactivo en las mañanas como por las noches.

El sector de la “Y” presenta un uso recurrente de materiales como el hormigón armado y el acero en las nuevas edificaciones, por lo que se puede observar una continuación de afectación al medio ambiente. Lo que nos permite mostrar mediante el proyecto que se propone una comparación de los materiales usados en el sector con los materiales alternativos que funcionan físicamente igual y colaboran con el medio ambiente.

3.3 Proceso constructivo

Tabla 9

Cimentación		
	Cemento	Hormigón Armado
Ventajas	Es resistente y duradero. Es muy versátil. No se ve afectada por el fuego	Es un material muy dúctil. Resistencia a la compresión, flexión, corte y tracción.
Desventajas	Alto costo en su demolición. Curado apropiado. Aumenta la rigidez. No se puede acoplar	Es muy pesado y voluminoso. Necesita ser de grandes dimensiones para soportar el peso de grandes edificaciones.
Impacto Ambiental	Alto	Alto
Consumo Energético	1,4 Mj/kg	1,6 Mj/kg
Emisión de CO2	0,2 kg de CO2/kg	0,18 kg de CO2/kg
Maquinaria Implementada	Concreteira, Hornos, Molinos	Hormigonera, Vibrador
Durabilidad	> 50 años	> 100 años
Mantenimiento	Protección contra la humedad	Mantenimiento mínimo. Protección contra la humedad
Costos	Económico	Medio en costo por m2
Reciclaje	Reusable, Reciclable	Reusable, Reciclable

Título: Materiales para el Proceso de Construcción (Cimentación)
Fuente: Elaboración Propia (2022)

De acuerdo a lo analizado para la cimentación se usará hormigón armado debido a que en la actualidad no se ha encontrado otra técnica y otros materiales para poder reemplazarla con otra que ayude al medio ambiente por esta razón la cimentación se mantendrá con los materiales tradicionales.

Tabla 10

Estructura			
	Acero	Hormigón Armado	Madera Laminada
Ventaja	Fácil Instalación. Alta Resistencia. Resistente a cualquier tipo de deformación en cualquier tipo de tensión.	Es un material muy dúctil. Resistencia a la compresión, flexión, corte y tracción.	Alta resistencia al calor. Durabilidad y resistencia a la humedad. Ciclo de vida sustentable.
Desventaja	Sensible al deterioro. Pierde su fuerza a temperaturas elevadas. Es sensible a cualquier torcedura.	Es muy pesado y voluminoso. Necesita ser de grandes dimensiones para soportar el peso de grandes edificaciones.	No todos los tipos de madera son apropiados. Se ven las láminas por lo que estéticamente no se ve bien.
Impacto Ambiental	Alto	Alto	Bajo
Consumo Energético	0,76 Mj/kg	1,6 Mj/kg	0,1 Mj/kg
Emisión de CO2	2,8 kg de CO2/kg	0,18 kg de CO2/kg	0,076 kg de CO2/kg
Maquinaria Implementada	Soldaduras,	Hormigonera, Vibrador	Herramientas manuales para carpintería
Durabilidad	> 150 años	> 100 años	> 100 años
Mantenimiento	Protección contra incendios	Mantenimiento mínimo. Protección contra la humedad	Protección contra incendio, insectos y humedad
Costos	Alto en mantenimiento. Medio en costo por m2	Medio en costo por m2	Alto en costo por m2
Reciclaje	Reusable, Reciclable	Reusable, Reciclable	Reusable, Reciclable

Título: Materiales para el Proceso de Construcción (Estructura)
Fuente: Elaboración Propia (2022)

De los materiales analizados para la estructura la madera laminada y colada para nuestro proyecto es el más indicado, debido a sus características ya que esta presenta la misma resistencia y peso que el acero es un material que a pesar del porcentaje de residuos se puede reutilizar y al momento de su fabricación no consume mucha energía por lo que su impacto al medio ambiente es bajo.

Tabla 11

Mampostería						
	Ladrillo	Ladrillo Ecológico	Bloque de Hormigón	Adobe	Tapial	Bahareque
Ventajas	Material estable, duradero y verátil. Resiste altas temperaturas.	Menor peso. Ciclo de vida sostenible.	Diferentes formas y tamaños. Duraderos y ligeros.	Confort térmico. Aislante acústico. Ciclo de vida sostenibles. Fácil obtención de materiales.	Confort térmico. Aislante acústico. Ciclo de vida sostenibles. Fácil obtención de materiales.	Confort térmico y acústico. Uso de materiales naturales. Ciclo de vida Sostenible.
Desventajas	Menor resistencia sísmica. Mayor tiempo de construcción.	Falta de comercialización	Poca aislación contra el agua. Aspecto poco atractivo.	Limitación del diseño arquitectónico. Mano de obra calificada. Limitación en altura.	Limitación del diseño arquitectónico. Mano de obra calificada. Limitación en altura.	
Impacto Ambiental	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Consumo Energético	2,7 Mj/kg	0,08 Mj/kg	0,52 Mj/kg	0,05 Mj/kg	0,05 Mj/kg	0,08 Mj/kg
Emisión de CO2	0,22 kg de CO2/kg	0,1 kg de CO2/kg	0,125 kg de CO2/kg	0,1kg de CO2/kg	0,1kg de CO2/kg	0,4kg de CO2/kg
Maquinaria Implementada	Molinos, Hornos, Mezcladora	Molinos, Mezcladora, Prensadora	Molinos, Concretera	Mano de obra especializada	Mano de obra especializada	Mano de obra especializada
Durabilidad	> 100 años	> 150 años	> 50 años	> 200 años	> 150 años	> 100 años
Mantenimiento	Protección contra humedad	Protección contra incendio y humedad	Protección contra la humedad	Protección contra insectos y humedad	Protección contra insectos y humedad	Protección contra insectos y humedad
Costos	Bajo en costo por m2	Alto en costo por m2	Bajo en costo por m2	Bajo en costo por m2	Bajo en costo por m2	Bajo en costo por m2
Reciclaje	Reusable, Reciclable	Reusable, Reciclable	Reusable, Reciclable	Reusable, Reciclable	Reusable, Reciclable	Reusable, Reciclable

Título: Materiales para el Proceso de Construcción (Mampostería)
Fuente: Elaboración Propia (2022)

En el caso de la mampostería se ha decidido utilizar el ladrillo ecológico debido a que este material no tiene un alto impacto en el medio ambiente como si lo tiene el bloque de hormigón tradicional, de esta manera vamos a reducir considerablemente la contaminación que generaríamos construyendo la edificación de manera tradicional y la ayudaríamos para minorar la emisión de gases nocivos al ecosistema.

3.4 Reducción del Impacto Ambiental que generan las edificaciones

3.4.1. Cuantificación de Emisión de CO2

En base a la Investigación realizada por Quispe, Cuchí, 2016, se logra encontrar una base de datos que nos permitirá realizar el cálculo del impacto ambiental que causarían los materiales convencionales y los materiales alternativos, cuantificándolo en emisión de CO2 tomando en cuenta los datos del autor.

Tabla 12

Materiales	Emisión de CO2	
	kg de CO2/kg	kg de CO2/m3
Hormigón	0,18	0,00018
Acero	2,8	0,0028
Bloque de Hormigón	0,125	0,000125
Madera Laminada	0,076	0,0000076
Ladrillo Ecológico	0,1	0,0001

Título: Emisión de CO2 en Materiales
Fuente: Elaboración Propia (2022)

A partir de los datos mencionados en la tabla 13 se procede a calcular la cantidad de CO2 que produce el proceso constructivo del proyecto.

Tabla 13

MATERIALES CONVENCIONALES					
N°	Subsistemas	Material	Volumen	Emisión de CO2	
			m3	kg de CO2/ m3	Total kg de CO2/ m3
1	Cimentación	Hormigón	9720	0.00018	1.7496
2	Estructura	Acero	51.84	0.0028	0.145152
3	Entrepiso Subsuelo	Hormigón	3037.13	0.00018	0.5466834
4	Entrepiso	Hormigón	3695	0.00018	0.6651
5	Mampostería	Bloque de Hormigón	1801.6	0.000125	0.2252
Total					3.33

Título: Resultado Emisión de CO2 en Materiales Convencionales
Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 14

MATERIALES ALTERNATIVOS					
N°	Subsistemas	Material	Volumen	Emisión de CO2	
			m3	kg de CO2/ m3	Total kg de CO2/ m3
1	Cimentación	Hormigón	9720	0.00018	1.7496
2	Estructura	Madera Laminada	51.84	0.0000076	0.000393984
3	Entrepiso Subsuelo	Madera Laminada	3037.13	0.0000076	0.023082188
4	Entrepiso	Madera Laminada	3695	0.0000076	0.028082
5	Mampostería	Ladrillo Ecológico	1801.6	0.0001	0.18016
Total					1.98

Título: Resultado Emisión de CO2 en Materiales Alternativos
Fuente: Elaboración Propia (2022)

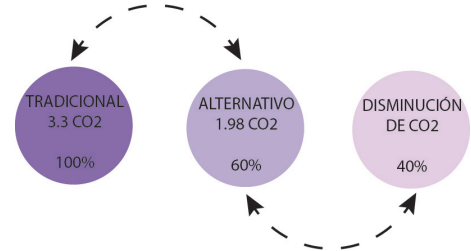


Imagen 35. Resultados Emisión de CO2

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Al implementar materiales alternativos, vamos a tener una disminución de la emisión del CO² del 40% que nos beneficiará para tener un mejor aire para respirar.

3.4.2. Cuantificación Consumo de Energía

En base a la Investigación realizada por Quispe, Cuchi, 2016, se logra encontrar una base de datos que nos permitirá realizar el cálculo del impacto ambiental que causarían los materiales convencionales y los materiales alternativos, cuantificándolo en el consumo de energía, tomando en cuenta los datos del autor.

Tabla 15

Materiales	Consumo de Energía	
	MJ/kg	MJ/m3
Hormigón	1.6	0.0016
Acero	0.76	0.00076
Bloque de Hormigón	0.52	0.00052
Madera Laminada	0.1	0.0001
Ladrillo Ecológico	0.8	0.000008

Título: Consumo de Energía en Materiales
Fuente: Elaboración Propia (2022)

A partir de los datos mencionados en la tabla 16 se procede a calcular la cantidad de consumo energético que produce el proceso constructivo del proyecto a analizarse.

Tabla 16

MATERIALES CONVENCIONALES					
N°	Subsistemas	Material	Volumen	Consumo de Energía	
			m3	MJ/kg	Total MJ/m3
1	Cimentación	Hormigón	9720	0.0016	15.552
2	Estructura	Acero	51.84	0.00076	0.0393984
3	Entrepiso Subsuelo	Hormigón	3037.13	0.0016	4.859408
4	Entrepiso	Hormigón	3695	0.0016	5.912
5	Mampostería	Bloque de Hormigón	1801.6	0.00052	0.936832
Total					27.30

Título: Resultado Consumo de Energía en Materiales Convencionales
Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 17

MATERIALES ALTERNATIVOS					
N°	Subsistemas	Material	Volumen	Consumo de Energía	
			m3	MJ/kg	Total MJ/m3
1	Cimentación	Hormigón	9720	0.0016	15.552
2	Estructura	Madera Laminada	51.84	0.0001	0.005184
3	Entrepiso Subsuelo	Madera Laminada	3037.13	0.0001	0.303713
4	Entrepiso	Madera Laminada	3695	0.0001	0.3695
5	Mampostería	Ladrillo Ecológico	1801.6	0.000008	0.0144128
Total					16.24

Título: Resultado Consumo de Energía en Materiales Alternativos
Fuente: Elaboración Propia (2022)

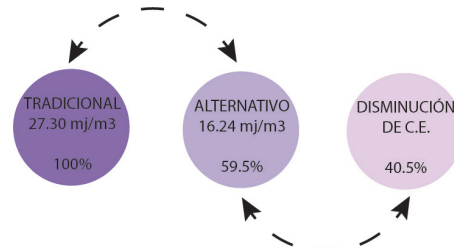


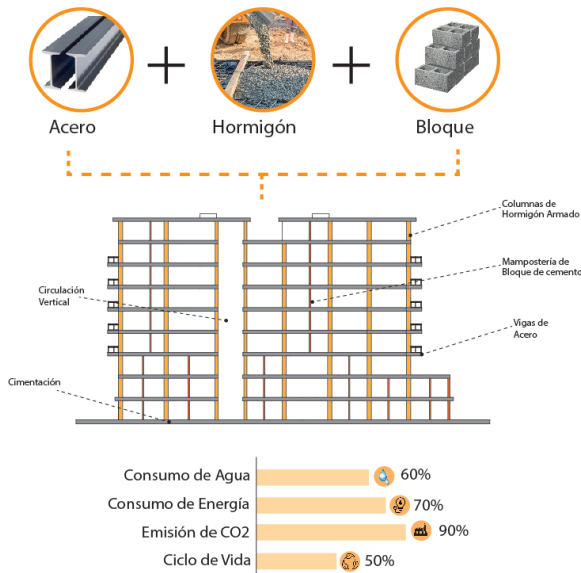
Imagen 36. Resultados Consumo de Energía

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Al implementar materiales alternativos, vamos a tener una disminución de la energía en un 40.5 % misma que nos ayudará a ser más amigables con el medio ambiente.

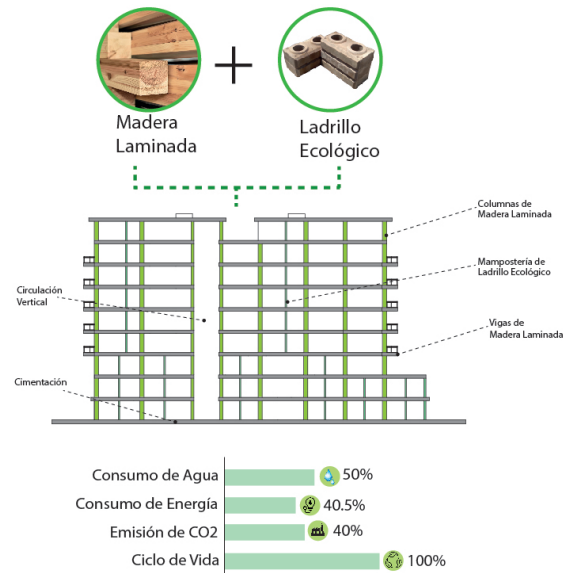
3.5.1. Estrategia de Investigación

MATERIALES CONVENCIONALES



Alto Impacto Ambiental
 Mayor Peso
 Máximo consumo de materia prima
 Máximo consumo de recursos naturales

MATERIALES ALTERNATIVOS



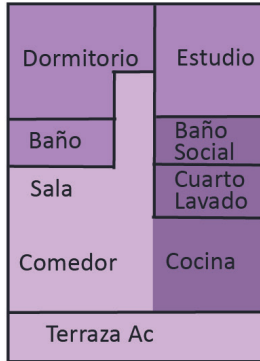
Menos Impacto Ambiental
 Menor Peso
 Mínimo consumo de materia prima
 Mínimo consumo de recursos naturales

Imagen 37. Estrategias de Investigación

Fuente: Elaboración Propia (2022)

3.5.2. Tipología de Vivienda

Departamento Tipo 1

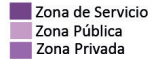
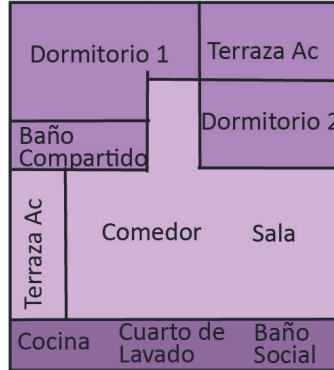


M2 : 77 m2

Espacios: sala, comedor, cocina, ½ baño, cuarto de lavado, 1 baño, 1 dormitorio, estudio
N° de tipologías: 40

En esta planta podemos apreciar como cada área se conecta de manera independiente, tratando de crear un espacio homogéneo para que cada espacio se sienta uno solo, de esta manera crear un departamento de un solo andar, pero con todas las necesidades básicas que necesita.

Departamento Tipo 2

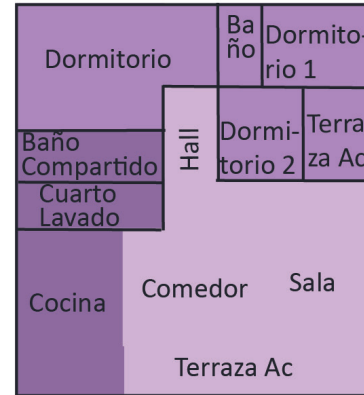


M2 : 88 m2

Espacios: sala, comedor, cocina, ½ baño, cuarto de lavado, 2 terrazas accesibles, 1 baño completo, 2 dormitorios.
N° de tipologías: 10

La siguiente planta se aprecia como los espacios de servicio mantienen un eje, mismo que genera una continuidad y a su vez una armonía al espacio, de esta manera por medio de un pasillo que nos permite conectar hacia los dormitorios, mismos que son independientes amplios y con vistas excelentes hacia las diferentes montañas de nuestro Ecuador.

Departamento Tipo 3



M2 : 150 m2

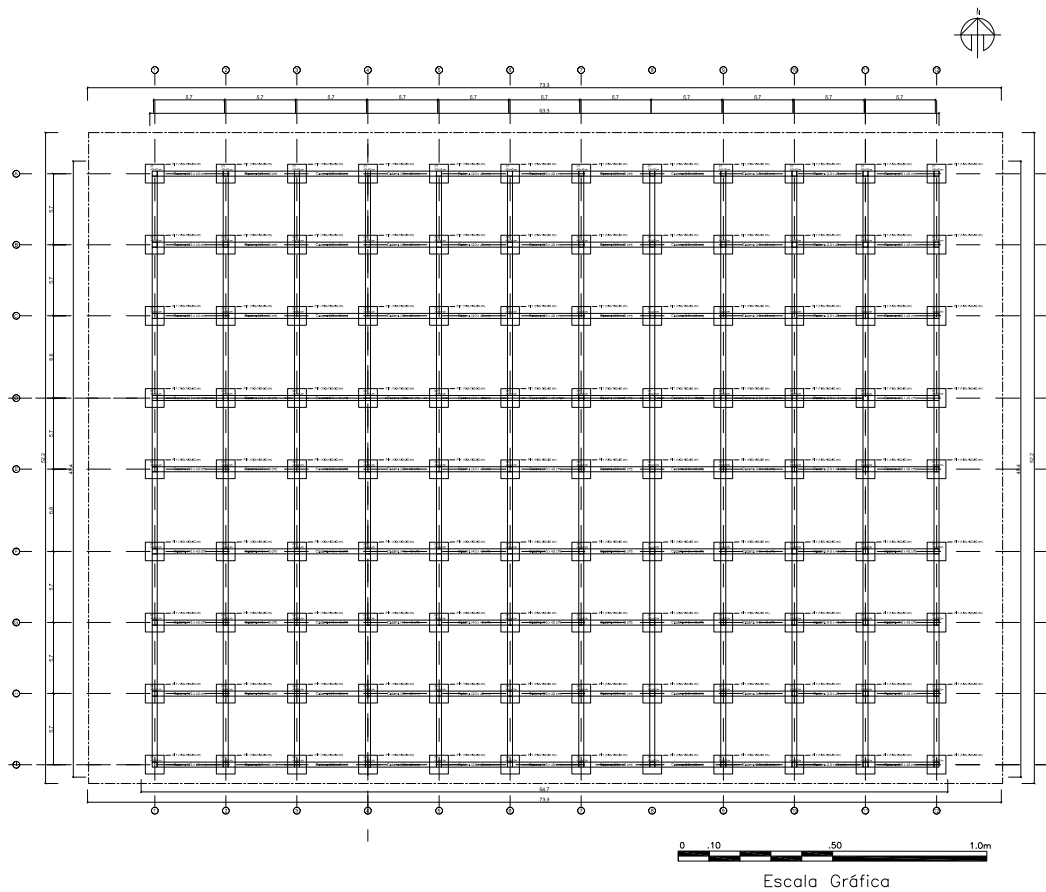
Espacios: sala, comedor, cocina, cuarto de lavado, 1 baño completo, 2 dormitorios, 1 dormitorio master, 1 baño master.
N° de tipologías: 10

La planta tipo 3, aquí podemos apreciar un espacio más grande en comparación a las demás tipologías debido a que contamos con más m2, mismos que se dividirán en nuestra zona de estar que es un espacio amplio para estar en familia y aprovecharlo al máximo, nuestra cocina y comedor son amplios para satisfacer las necesidades de los usuarios y por último contamos una zona íntima misma que cuenta con 3 dormitorios, dos que son independientes pero con baño compartido y el dormitorio master que cuenta con su walking closet y su baño master, de igual manera estos espacios cuentan con una buena iluminación que nos permitirán tener un ambiente muy tranquilo en cualquier estación.

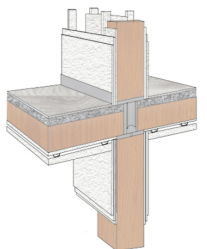
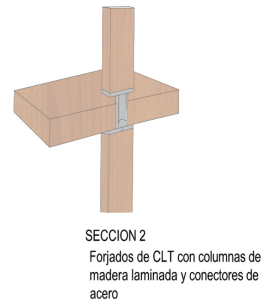
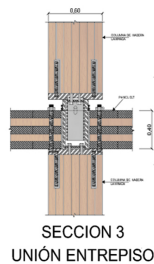
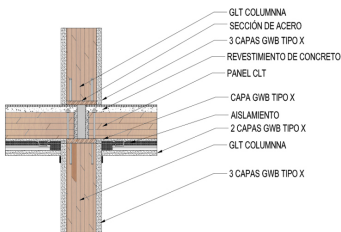
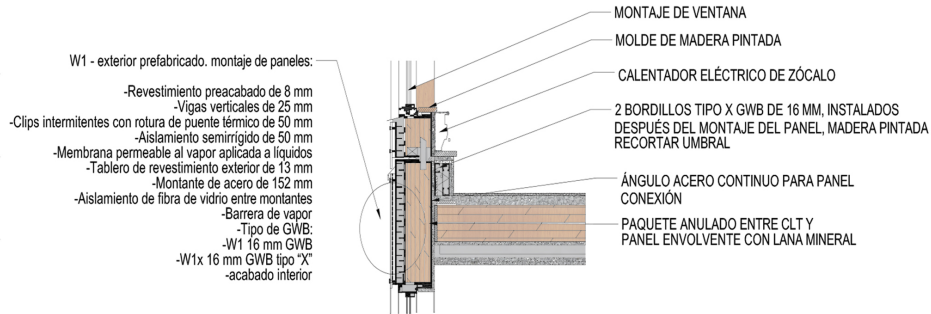
Imagen 38. Tipología de Vivienda

Fuente: Elaboración Propia (2022)

3.6.1. PLANTA DE CIMENTACIÓN Materiales Convencionales



3.6.1.1. DETALLE DE CIMENTACIÓN



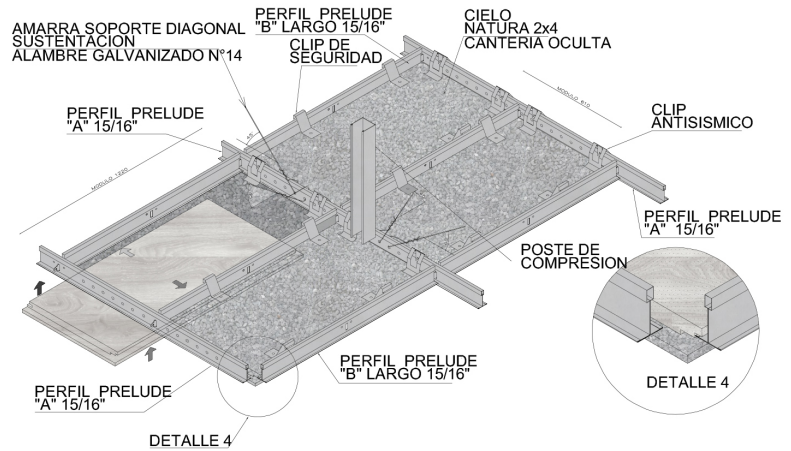
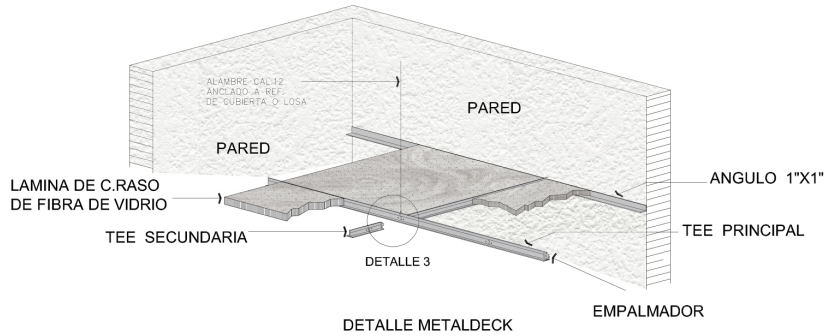
Construcción completada

Tabla 18

Materiales	Emisión de CO2	Consumo de Energía	Costo
	kg de CO2/kg	MJ/m3	\$
Hormigón	0.00018	0.0016	78.87 m3
Madera Laminada	0.000076	0.0001	13.05 m2
Ladrillo Ecológico	0.0001	0.000008	1.20 ud

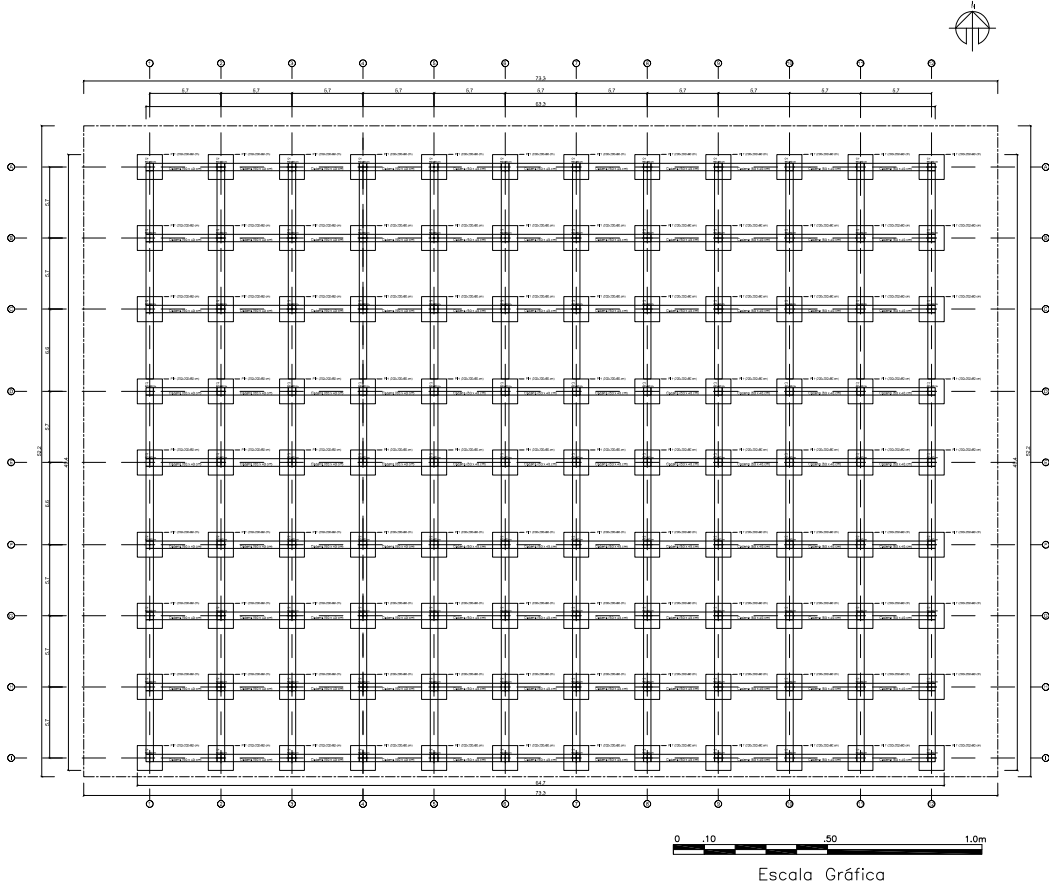
Título: Cuantificación de Impacto Ambiental Materiales Convencionales
 Fuente: Elaboración Propia (2022)

3.6.1.1. DETALLE DE CONSTRUCTIVOS

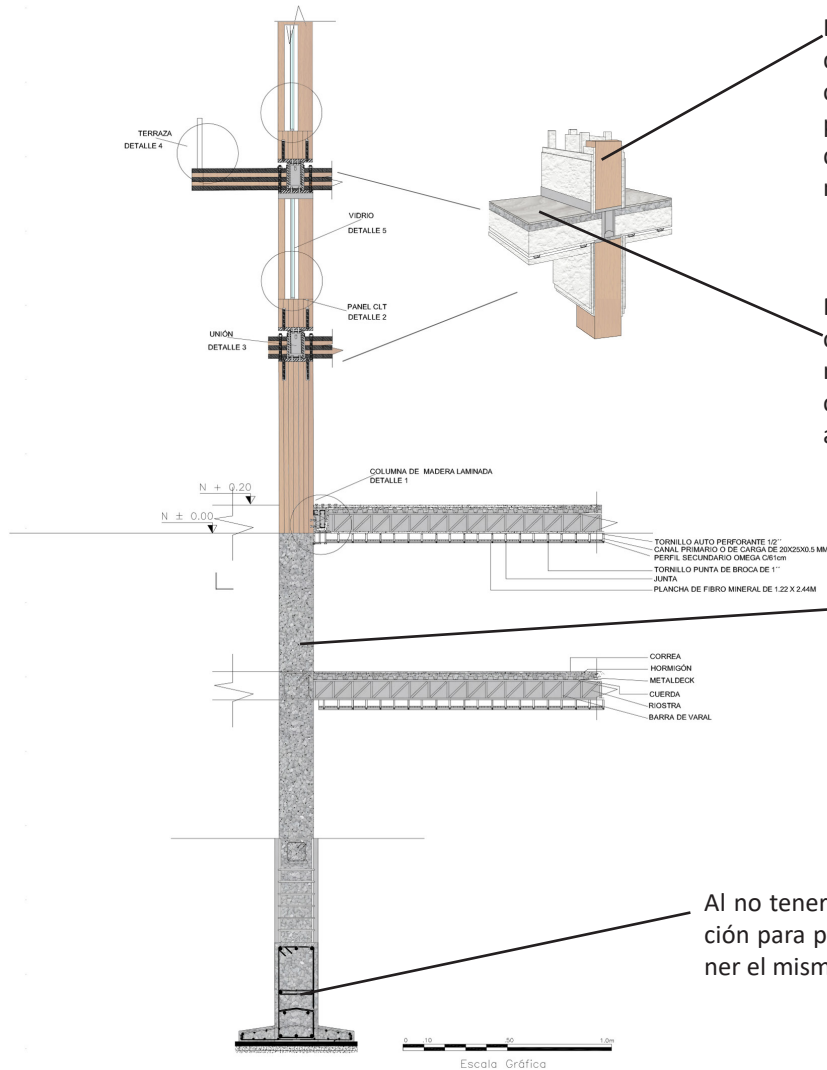


ISOMETRIA CIELO RAZO 2' X 4'

3.6.2. PLANTA DE CIMENTACIÓN Materiales Alternativos



3.6.2.1. SECCIÓN COLUMNA



La estructura es de madera lamina-
da debido a que presenta las mismas
características a nivel de resistencia y
peso que el acero, es un material que
deja un mínimo de residuos, no consu-
me mucha energía ni Co2.

Para proteger la madera se coloca
como primera capa una plancha de
madera de 2cm, como segunda capa se
cola polietileno expandido y por ultimo
acabado de piso.

Para las plantas de subsuelo se pre-
fiere mantener el sistema construc-
tivo tradicional ya que este nos per-
mite reforzar el edificio ya que este
es en altura.

Al no tener un material para sustituir la cimen-
tación para proyectos en altura se opta por mante-
ner el mismo sistema.

3.6.2.2. DETALLES DE SECCIÓN

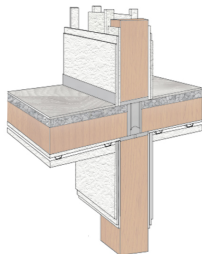
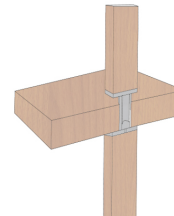
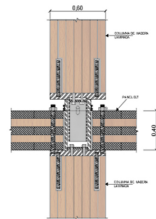
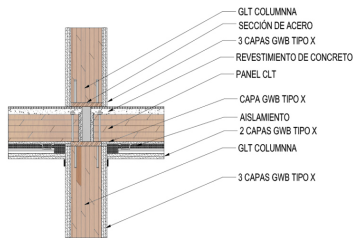
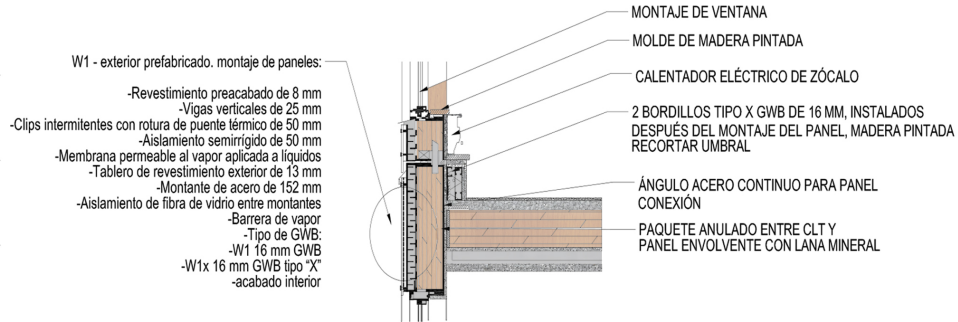


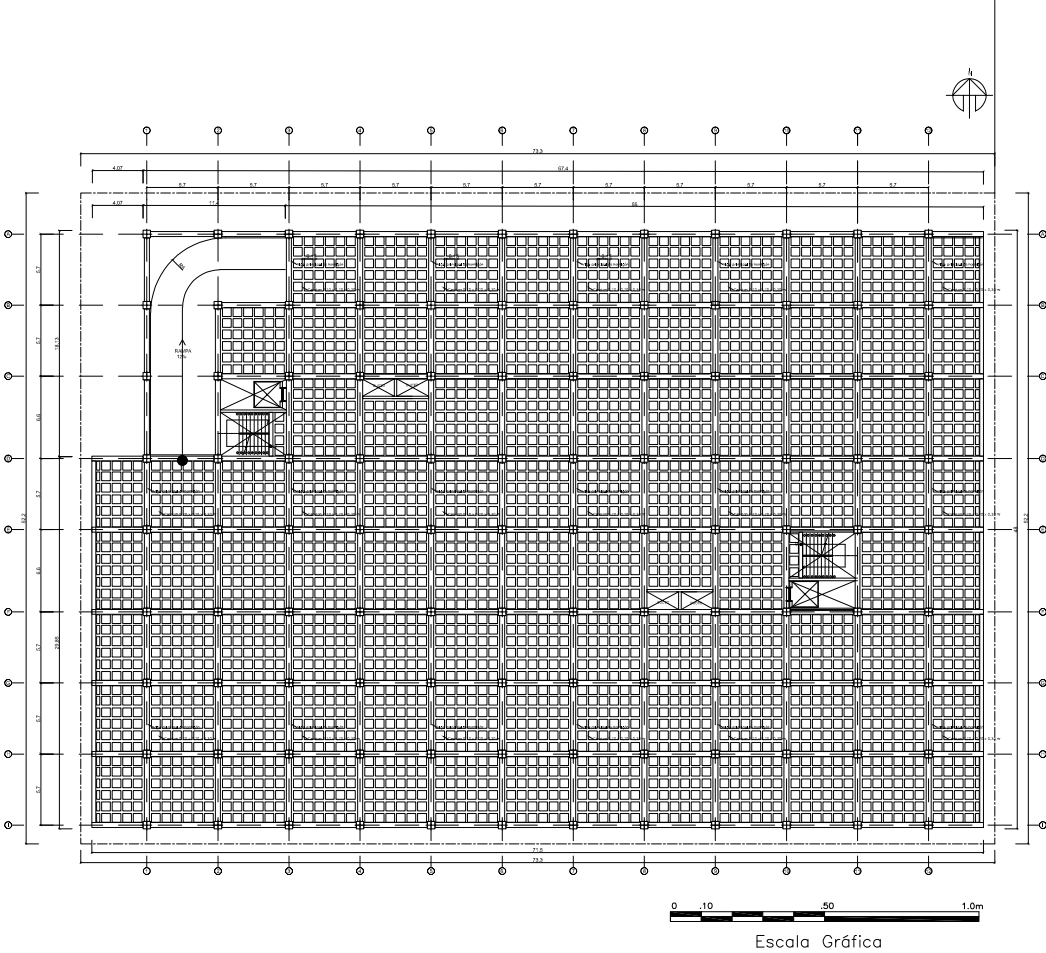
Tabla 19

Materiales	Emisión de CO2	Consumo de Energía	Costo
	kg de CO2/kg	MJ/m3	\$
Hormigón	0.00018	0.0016	78.87 m3
Madera Laminada	0.0000076	0.0001	13.05 m2
Ladrillo Ecológico	0.0001	0.000008	1.20 ud

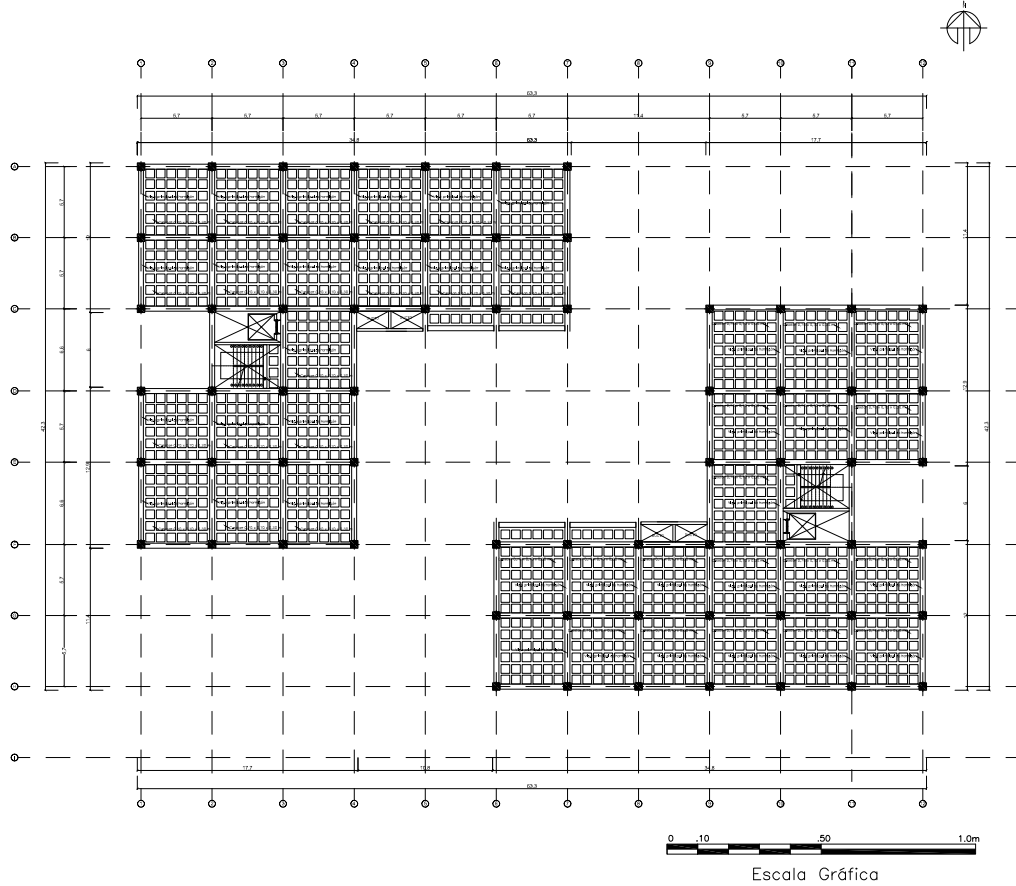
Título: de Impacto Ambiental Materiales Alternativos
 Fuente: Elaboración Propia (2022)

3.6.3. LOSA DE ENTRE PISO SUBSUELO

Materiales Convencionales



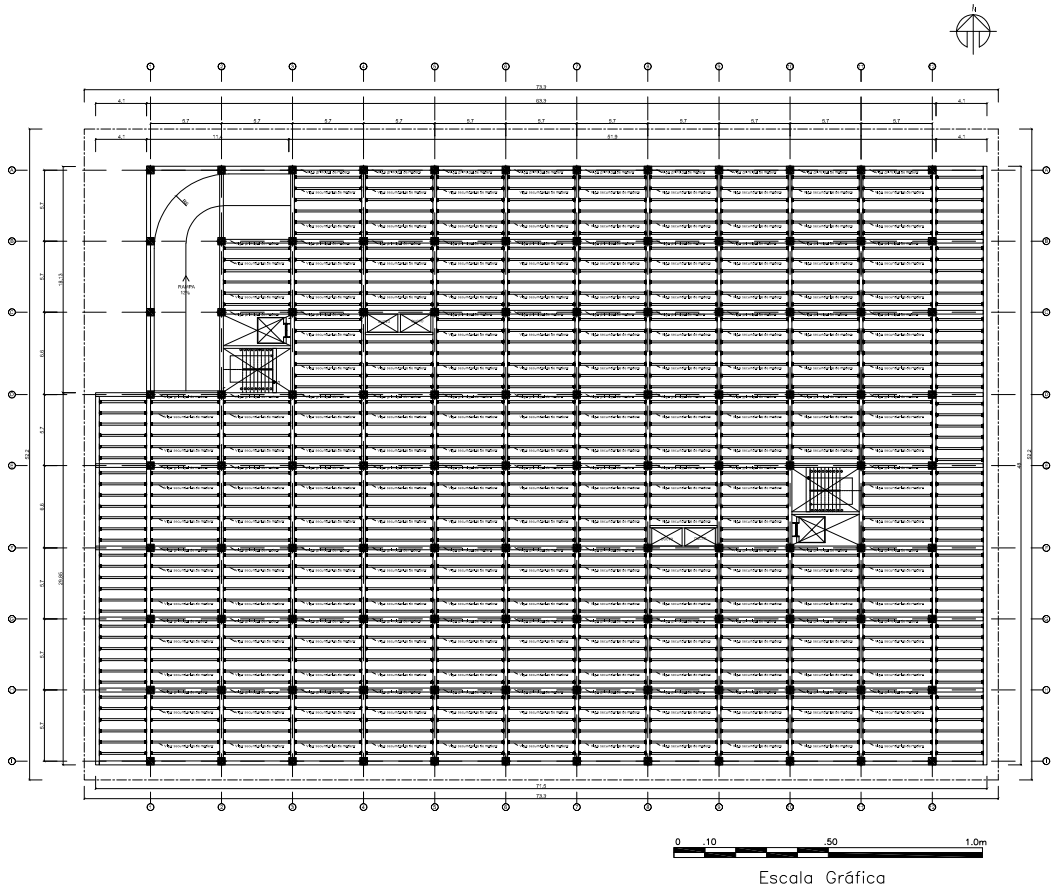
3.6.3.1. LOSA DE ENTREPISO PLANTAS Materiales Convencionales



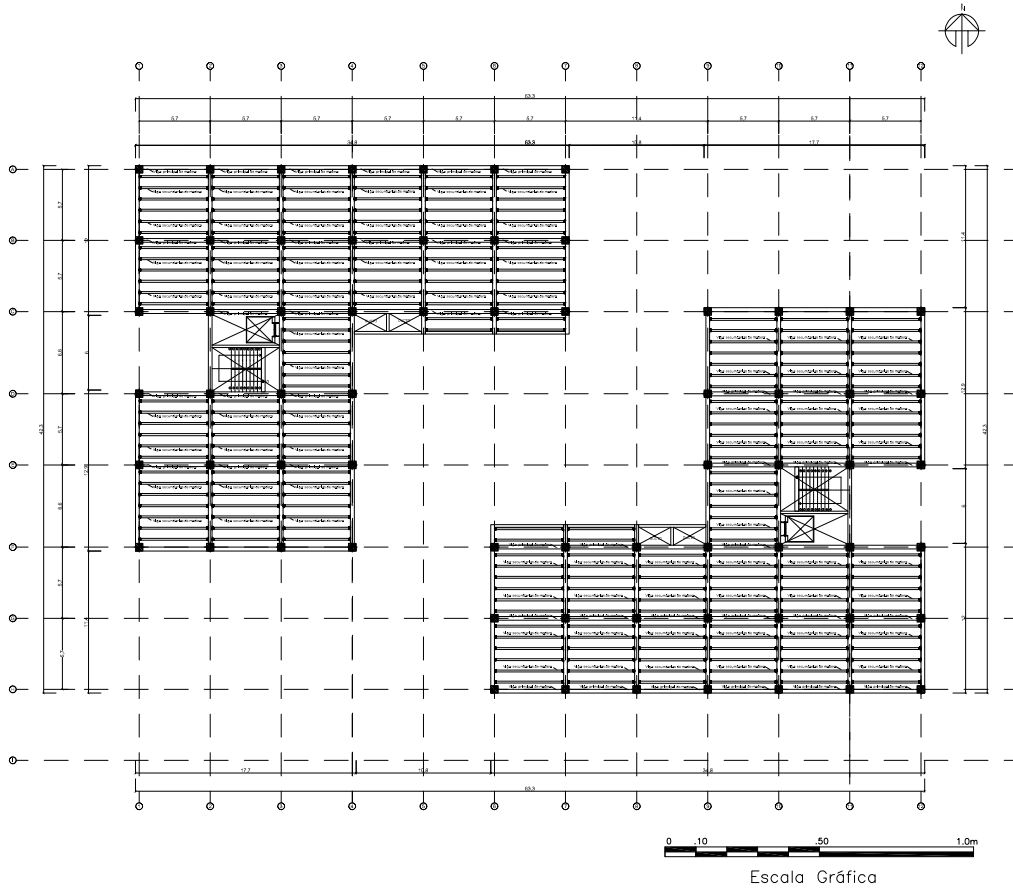


3.6.4. LOSA DE ENTRE PISO SUBSUELO

Materiales Alternativos

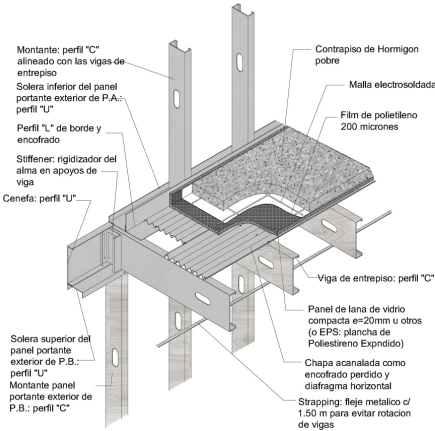


3.6.4.1. LOSA DE ENTREPISO PLANTAS Materiales Alternativos



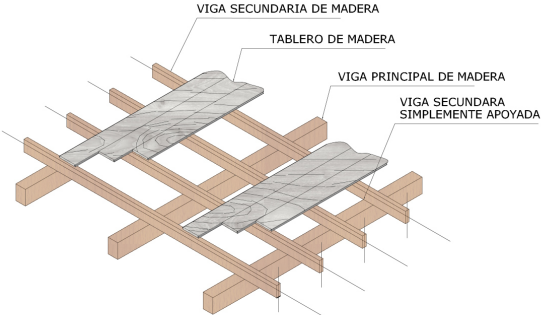
3.6.5. DETALLES DE ENTREPISO

Entrepiso Materiales Convencionales



DETALLE ENTREPISO

Entrepiso Materiales Alternativos



DETALLE ENTREPISO DE MADERA



Render Exterior
Materiales Convencionales



**Render Exterior
Espacio Publico
Materiales Convencionales**



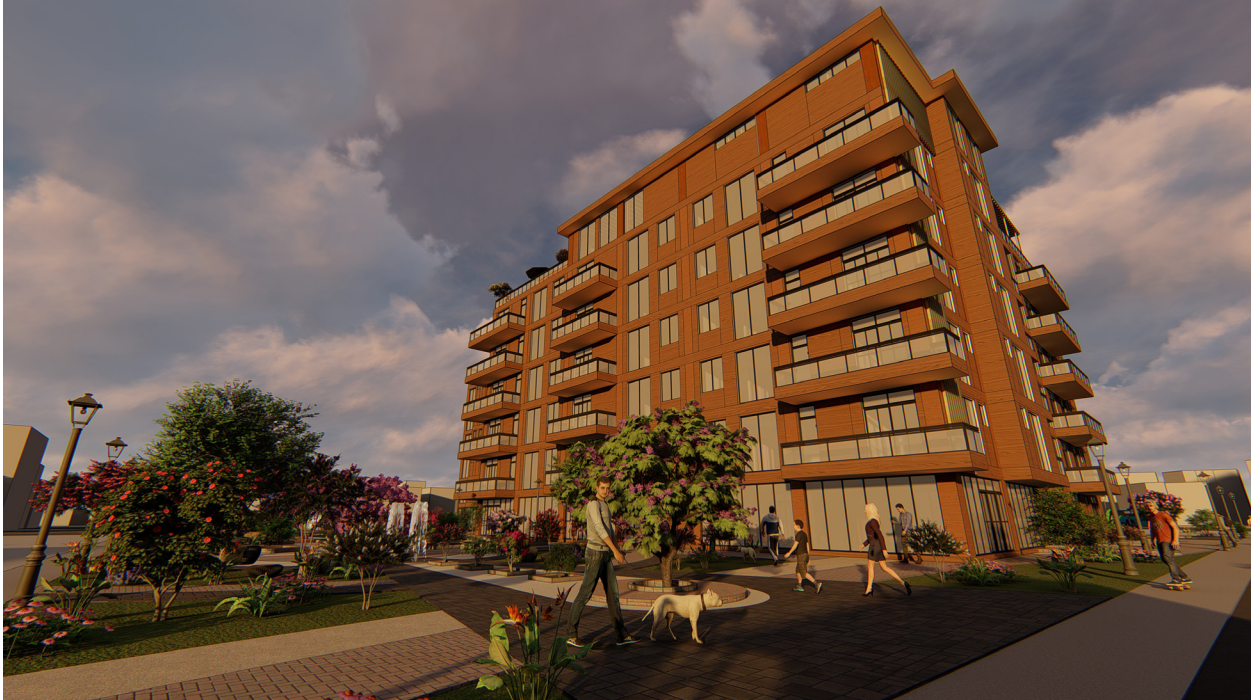
**Render Exterior
Ingreso Edificio
Materiales Convencionales**



**Render Exterior
Espacio Publico
Materiales Alternativos**



**Render Exterior
Materiales Alternativos**



**Render Exterior
Espacio Publico
Materiales Alternativos**



**Render Exterior
Ingreso Edificio
Materiales Alternativo**



**Render Interior
Terraza Accesible**



**Render Interior
Terraza Accesible**



**Render Interior
Sala, Comedor y Cocina**



**Render Interior
Cocina**



**Render Interior
Sala - Comedor**



**Render Interior
Dormitorio Master**



**Render Interior
Baño Master**



Reflexiones finales

Los materiales sostenibles son aquellos que están elaborados en base al respeto y las normas medioambientales, que implican el uso de insumos reciclados que sean orgánicos e inorgánicos, biodegradables y no degradables. Generalmente tienen mucha durabilidad, se adapta a tecnologías y a la disminución de CO₂, por otro lado, toda esta industrialización sigue teniendo un alto costo.

Los costos de la producción de los materiales alternativos son altos, pero a futuro tiene un costo a beneficio, ya que, a lo largo de su ciclo de vida reduce los residuos, reduce la emisión de CO₂ y el consumo energético que son nocivos para las personas y el planeta.

Los Materiales Alternativos en la construcción actualmente atienden varios enfoques, el primero en el diseño arquitectónico ya que puede ser un diseño creativo, curvo y lineal, pues siendo estos materiales salidos de la naturaleza se puede mantener una arquitectura fuerte y esbelta, disponiendo de buen espacio y comodidad, empleando materiales naturales, reciclados y modernos que nos permitirá ayudar al medio ambiente y crear construcciones fabulosas.

Los materiales alternativos incluyen materiales de desecho y sub-producción industrial y ofrece una alternativa eco eficiente a la industria de la construcción tradicional, estos materiales son soluciones innovadoras que se centra en el diseño, la producción, y la investigación de nuevos materiales y su uso.

Para la implantación de nuevos materiales eco-eficientes a la industria de la construcción aun es un reto muy grande para lograr que estos materiales se sustituyan por materiales tradicionales como el hormigón y el acero. Puesto que para que se cumplan estos requisitos se debe considerar las características específicas para cada uno de los materiales y su aplicación.



Conclusiones

- El uso de materiales alternativos es vital para la reducción al impacto ambiental que se va llevando a cabo en el transcurso de los años, ya que la producción de dichos materiales como el proceso constructivo tiene un menor porcentaje de Emisión de CO2 y Consumo Energético que ayudaran a reducir el impacto a nivel mundial.
- Las edificaciones que han llevado en práctica la construcción con materiales de bajo impacto han demostrado que es posible mantener la esbeltez como la rigidez de las edificaciones, y que la aplicación de estos materiales son un beneficio a futuro.
- En nuestro proyecto arquitectónico se opta por usar materiales que afecten en menor medida a nuestro ecosistema debido a que en la actualidad la contaminación ambiental es muy alta y con la aplicación de estos nuevos sistemas disminuiríamos el 40% de la emisión de CO2 y el 42.5% del consumo energético.
- La madera laminada y el ladrillo ecológico al ser materiales similares a los materiales que se usa normalmente en la construcción en altura nos dan una ventaja para poder sustituirlos y al mismo tiempo ayudar a mejorar el medio ambiente ya que resulta un proyecto arquitectónico sostenible.
- La unión del espacio público con nuestro proyecto arquitectónico nos permite que el usuario genere una interacción y a su vez crear zonas de esparcimiento, estancia, misma que el usuario pueda interactuar y quedarse en el proyecto.



Recomendaciones

- Para futuros proyectos se recomienda a las autoridades a cargo reducir el costo de los materiales alternativos o subir los aranceles para los materiales convencionales para así mantener una competencia de materiales en el sector de la construcción.
- En los proyectos arquitectónicos que se hagan en un futuro, se debe analizar más su entorno y donde pueden adquirir materiales alternativos ya que el transporte es uno de los principales contaminantes que se tiene en la obra.
- Optar por usar materiales eco-eficientes para que de esta manera los proyectos arquitectónicos sean más amigables con el medio ambiente y a su vez crear una conciencia sostenible en quien los habite.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



BIBLIOGRAFÍA

Alvarado. (2021). “Determinación del consumo energético y emisión de CO2 en los procesos de fabricación del adobe”.

ANDECE. (2019). Muros de bloques y ladrillos de hormigón. Andece: Industria prefabricada hormigón, 1–73. <https://www.andece.org/wp-content/uploads/2019/07/Guía-Técnica-Muros-de-bloques-y-ladrillos-de-hormigón.V1.pdf>

Canciano, Reinosa, Hernández, Núñez, & Ramírez. (2020). Estimación de la huella de carbono en la producción de vidrio en Cuba. *Minería y Geología*, 36(4), 428–437. <https://www.redalyc.org/journal/2235/223564388005/223564388005.pdf>

Dobrowolska. (2021, marzo 4). ¿Cómo afecta la construcción al medio ambiente? <https://archdesk.com/es/blog/como-afecta-la-construccion-al-medio-ambiente/>

Escudero. (2022). ByFusion transforma plástico no reciclable en ladrillos para la construcción. <https://www.ambienteplastico.com/byfusion-transforma-plastico-no-reciclable-en-ladrillos-para-la-construccion/>

Gonzalez. (2017). Proceso y beneficios de la producción de ladrillo ecológico jarg. <https://es.slideshare.net/JOSEA-DANRESENDIZGONZ/proceso-y-beneficios-de-la-produccion-de-ladrillo-ecologico-jarg>

Guzenski. (2012). Impactos ambientales del sector de la construcción on Behance. <https://www.behance.net/gallery/3131177/Impactos-ambientales-del-sector-de-la-construccion>

Gysling, Kahler, Soto, Mejías, Poblete, Alvarez, Bañados, Baeza, & Pardon. (2021). Madera y Cosntrucion hacia una Simbiosis Estratégica.

Liroja, C. (2020). Materiales de construcción no convencionales. <https://www.autopromotores.com/materiales-de-construccion/>

Maderea. (2016). Todo sobre la madera laminada | Maderea. <https://www.maderea.es/madera-laminada/>

Pedrola. (2022). CO₂, la ‘arcilla’ para construir una sociedad más sostenible | Expansión. <https://energiaeinnovacion.expansion.com/co2-la-arcilla-para-construir-una-sociedad-mas-sostenible>

Promateriales. (2016). Cerámica en la construcción | Proarquitectura. <https://www.proarquitectura.es/ceramica-en-la-construccion/>

Rehau. (2022). ¿Qué es el PVC - Propiedades y para que sirve - REHAU. <https://www.rehau.com/es-es/que-es-el-pvc>

Romero. (2022). ¡Eureka! Cultivar madera sin talar árboles ya es posible. https://www.elconfidencial.com/medioambiente/soy-eco/2022-06-13/cultivar-madera-sin-talar-arboles-ya-es-posible_3436602/

Stéphane. (2016). Propiedades y mantenimiento del bambú - Bamboo Import Europe. <https://bambooimport.com/es/blog-post/bamboe-eigenschappen-en-onderhoud/>

Tinajero. (2014). “Gestión de Escombros, Diseños Definitivos de Ingeniería y Estudios de Impacto Ambiental de Escombros para las Zonas Norte, Sur y Valles del DMQ”.

Venegas. (2018). Evaluación De La Energía Contenida, Emisiones De CO2 Y Material Particulado En La Fabricación Del Ladrillo Semi-Mecanizado Tochano en Cuenca, a Través del Análisis de Ciclo de Vida (ACV). 62. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/29319/1/MscArqAndrésVenegas.pdf>

Weerg. (2020). Aluminio: características, propiedades y ventajas. <https://www.weerg.com/es/es/blog/aluminio-caracteristicas-propiedades-y-ventajas>

ANEXOS



PLANOS TÉCNICOS

https://indoamericaedu-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/aastudillo2_indoamerica_edu_ec/ETnV2iVOek5OnUX-P5a8Ufd0BNS2lrXu20H0S0nvunNS8aA?e=A2VJKh



Quito, 2023