

**Estudio de la disponibilidad y sostenibilidad  
de materiales locales para vivienda unifamiliar de  
interés social en el Distrito Metropolitano de Quito  
Quito, 2025**

**Darwin Paul Sanguña Quinatoa  
Daniel Alfonso Rosero Ligna**

Sanguña, D. Rosero, D. (2025).  
Estudio de la disponibilidad y sostenibilidad de ma-  
teriales locales para vivienda unifamiliar de interes  
social en el Distrito Metropolitano de Quito,2025

Universidad Indoamérica - Quito



**Universidad  
Indoamérica**

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

**ESTUDIO DE LA DISPONIBILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE MATERIALES  
LOCALES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE INTERÉS SOCIAL EN EL DISTRITO  
METROPOLITANO DE QUITO, 2025**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de  
Arquitecto

Autores

**Sanguña Quinatoa Darwin Paul  
Rosero Ligna Daniel Alfonso**

Tutor

Ing. Jorge Ponce Tamayo

**QUITO - ECUADOR  
2025**

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

Nosotros, SANGUÑA QUINATO A DARWIN PAUL y ROSERO LIGNA DANIEL ALFONSO, declaramos ser autores del Trabajo de Titulación con el nombre "ESTUDIO DE LA DISPONIBILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE MATERIALES LOCALES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE INTERÉS SOCIAL EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, QUITO, 2025". como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorizo al sistema de Biblioteca de la Universidad Tecnológica Indoamerica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital institucional (RDI-UTI).

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

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

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Quito, a los 18 días del mes de Febrero del 2026, firmo conforme:



.....  
SANGUÑA QUINATO A DARWIN PAUL  
C.I. 172224264-9  
Dirección: Los Olivos y Francisco Robles N5-68  
Correo: hsarquitectosquito@gmail.com



.....  
ROSERO LIGNA DANIEL LAFONSO  
C.I. 172580285-2  
Dirección: Pedro Guerrero y E15F-54 danilignar@  
Correo: danilignar@gmail.com

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quienes suscribimos, declaramos 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 de los autores.

Quito, 18 de Febrero del 2026



.....  
SANGUÑA QUINATO A DARWIN PAUL  
C.I. 172224264-9



.....  
ROSE RO LIGNA DANIEL ALFONSO  
C.I. 172580285-2

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “ESTUDIO DE LA DISPONIBILIDAD Y SOTENIBILIDAD DE MATERIALES LOCALES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE INTERÉS SOCIAL EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 2025” presentado por SANGUÑA QUINATO A DARWIN PAUL Y ROSE RO LIGNA DANIEL ALFONSO 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.

.....  
ING. JORGE PONCE TAMAYO  
C.I. 175700843-6

## APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado sobre el Tema: ESTUDIO DE LA DISPONIBILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE MATERIALES LOCALES PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE INTERÉS SOCIAL EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, QUITO, 2025, 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, 18 de Febrero del 2026

.....  
Arq. Leyva Guzmán José Ramón.MSc  
C.I. 175675690-2

.....  
Arq. Ortiz Guachamin Daniela,MSc  
C.I. 171878567-6

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo de investigación, en primer lugar, a nuestras familias, por su apoyo incondicional, paciencia y comprensión a lo largo de nuestra formación académica, a nuestros padres, quienes con su esfuerzo, consejos y valores nos motivaron a seguir adelante y a no rendirnos ante las dificultades. Asimismo, dedicamos este logro a todas las personas que, de una u otra manera, creyeron en nosotros y nos brindaron su apoyo durante este importante proceso académico.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por brindarnos la fortaleza, salud y sabiduría necesarias para culminar esta etapa de nuestra formación profesional, de igual manera expresamos nuestro sincero agradecimiento a nuestra universidad y a la Facultad de Arquitectura, por los conocimientos impartidos y la formación académica recibida. y de una manera especial, agradecemos a nuestro asesor de tesis, por su orientación, dedicación y valiosos aportes, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo de investigación.

## RESUMEN EJECUTIVO

Desarrollado en el contexto del déficit habitacional y del significativo impacto ambiental generado por el sector de la construcción en el Distrito Metropolitano de Quito, la presente investigación aborda la problemática de la vivienda de interés social, la cual continúa utilizando predominantemente materiales industrializados de elevada huella de carbono y alto consumo energético, a pesar de la disponibilidad de recursos constructivos locales. A partir de una revisión teórica y normativa, se identifican limitaciones vinculadas a la escasa incorporación de materiales tradicionales y sostenibles, la reducida adaptación climática de las viviendas y la ausencia de criterios técnicos consolidados que respalden su aplicación en proyectos formales, situación que se ve reforzada por barreras técnicas, normativas, culturales y por la limitada investigación aplicada en aspectos de seguridad estructural, confort térmico y desempeño ambiental. La metodología empleada corresponde a un enfoque cualitativo – analítico, sustentado en revisión bibliográfica especializada, análisis del marco normativo vigente y evaluación comparativa entre materiales locales y sistemas constructivos convencionales.

La investigación propone la aplicación del análisis comparativo de materiales locales frente a sistemas constructivos convencionales en dos sectores del Distrito Metropolitano de Quito, Nanegal y Llano Chico, seleccionados por sus diferencias territoriales y por la disponibilidad de materiales propios del entorno. Los resultados obtenidos evidencian que los materiales locales identificados en las zonas de estudio presentan un comportamiento favorable en términos de confort térmico, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y viabilidad económica, siempre que su utilización se realice bajo criterios técnicos adecuados y en concordancia con la normativa vigente. En base a esto, se plantea la incorporación planificada y regulada de materiales locales que constituyen una alternativa viable para fortalecer la sostenibilidad de la vivienda de interés social, disminuir el impacto ambiental del sector constructivo y promover un modelo habitacional resiliente, contextualizado y alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

**DESCRIPTORES:** Materiales locales, Confort térmico, Vivienda Social, Impacto Ambiental

## ABSTRACT

Developed within the context of the housing deficit and the significant environmental impact of the construction sector in the Metropolitan District of Quito, this research addresses the issue of social housing, which continues to rely predominantly on industrialized materials with a high carbon footprint and energy consumption, despite the availability of local construction resources.

Based on a theoretical and regulatory review, the study identifies several limitations related to the limited incorporation of traditional and sustainable materials, the low level of climatic adaptation in housing design, and the absence of consolidated technical criteria supporting their implementation in formal projects. These limitations are further reinforced by technical, regulatory, and cultural barriers, as well as by the scarcity of applied research on structural safety, thermal comfort, and environmental performance. The methodology follows a qualitative–analytical approach supported by a specialized literature review, analysis of the current regulatory framework, and a comparative evaluation of local materials versus conventional construction systems.

The research proposes a comparative analysis of local materials and conventional construction systems in two sectors of the Metropolitan District of Quito—Nanegal and Llano Chico—selected for their territorial differences and the availability of local materials. The results show that local materials identified in the study areas exhibit favorable performance in terms of thermal comfort, CO emission reduction, and economic feasibility, provided that their use adheres to appropriate technical criteria and complies with current regulations. Based on these findings, the study proposes the planned and regulated incorporation of local materials as a viable alternative to strengthen the sustainability of social housing, reduce the environmental impact of the construction sector, and promote a resilient, context-aware housing model aligned with the Sustainable Development Goals.

**KEYWORDS:** Local materials, Thermal comfort, Social housing, Environmental impact



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	4
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	5
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	5
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	6
DEDICATORIA.....	7
AGRADECIMIENTO.....	7
RESUMEN EJECUTIVO .....	8
ABSTRACT .....	9

### **ETAPA 1 .....** 17

<b>Conocimiento previo .....</b>	<b>17</b>
1.1 Introducción al problema de estudio .....	19
1.2 Justificación .....	22
1.3 Objetivos .....	24
1.3.1. Objetivo general .....	24
1.3.2. Objetivos específicos: .....	24
1.4 Fundamentación teorica .....	25
1.4.1. Estados del arte .....	25
1.4.1.1. Tesis de pregrado-vivienda resiliente y sostenible en regiones ecuatoriales:hacia las construcción de ciudades resilientes y sostenibles.....	25
1.4.1.2. Tesis de posgrado-modelo de gestión para el diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos,que fomenten el uso sostenible de recurso naturales en la parroquia de Píntag de cantón Quito.....	26
1.4.1.3. Tesis de pregrado - materiales tradicionales y bioclimaticos: analisis comparativopara viviendas sociales,2024 .....	27
1.5 Marco Conceptual .....	28

1.5.1.	Hábitad Sostenible.....	29
1.5.1.1.	Evolución del Hábitad Sostenible .....	29
1.5.1.2.	Dimensiones del Hábitad Sostenible .....	31
1.5.1.3.	Resiliencia urbana y la adaptacion climatica .....	32
1.5.2.	Vivienda Social .....	34
1.5.2.1.	Evolucion de la vivienda social atravez del tiempo .....	35
1.5.2.2.	Estandares minimos de habitabilidad (DMQ).....	37
1.5.2.3.	Normativa Nacional (MIDUVI).....	39
1.5.3.	Materiales Locales .....	41
1.5.3.1.	Saberes Constructivos Tradicionales y su aporte a las sostenibilidad habi- tacional .....	41
1.5.3.2.	Tipología de Materiales Locales .....	42
1.5.3.3.	Materiales Predominantes en Ecuador : Adobe,Tapial,Bahareque,Piedra,- Madera y Guadúa .....	46
1.5.3.4.	Inovaciones Derivadas: Bloques de tierra comprimida, bambu laminado y Madera Técnica.....	47
1.5.3.5.	Impacto Socioeconomico del uso de Materiales Locales .....	48
1.5.3.6.	Reducción de Costos en Proyectos de Vivienda de Interes Social .....	48
1.5.4.	Analisis del Ciclo de Vida .....	49
1.5.4.1.	Concepto y Origen ACV .....	49
1.5.4.2.	Fases del Ciclo de Un Material.....	50
1.5.4.3.	Indicadores de Sostenibilidad.....	51
1.5.4.4.	Herramientas de Evaluación de Sostenibilidad.....	52
1.6	Referentes .....	54
1.6.1.	Housing Now.....	54
1.6.2.	Guangming Village .....	55
1.6.3.	Kuna .....	56

<b>ETAPA 2 .....</b>	<b>59</b>
----------------------	-----------

<b>Materiales y Métodos.....</b>	<b>59</b>
2.1 Información General .....	61
2.2 Metodología .....	61
2.3 Diagnostico de Sitio .....	64
2.3.1. Ecuador Diversidad Regional .....	64
2.3.1.1. Regiones Del Ecuador .....	64
2.3.2. Distrito Metropolitano de Quito .....	65
2.3.2.1. Pisos Termicos en el DMQ .....	66
2.4 Fase 1: Caracterización de materiales .....	68
2.5 Fase 2: Selección de materiales.....	76
2.5.1. Llano Chico .....	76
2.5.1.1. Seleccion de materiales locales para Llano Chico.....	79
2.5.2. Nanegal.....	84
2.5.2.1. Seleccion de materiales locales para Nanegal.....	87
2.6 Fase 3: Aplicación de materiales .....	91
2.6.1. Vivienda prototipo con materiales convensionales .....	91
2.6.1.1. Presupuesto .....	94
2.6.1.2. Impacto Ambiental .....	95
2.6.1.3. Confort Termico.....	96
2.6.2. Vivienda prototipo con materiales locales Llano Chico .....	97
2.6.2.1. Presupuesto .....	100
2.6.2.2. Impacto Ambiental .....	101
2.6.2.3. Confort Termico.....	102
2.6.3. Vivienda prototipo con materiales locales Nanegal .....	103
2.6.3.1. Presupuesto .....	106
2.6.3.2. Impacto Ambiental .....	107
2.6.3.3. Confort Termico.....	108

<b>ETAPA 3</b> .....	<b>111</b>
Resultados .....	113
3.1 Conclusión .....	113
3.2 Reflexiones finales .....	119
3.3 Recomendaciones .....	119
<b>ETAPA 4</b> .....	<b>121</b>
<b>Referentes Bibliográficos</b> .....	<b>121</b>
<b>ETAPA 5</b> .....	<b>133</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>133</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información general .....	65
Tabla 2. Cuadro Comparativo P.Climaticos DMQ.....	66
Tabla 3. Matriz de materiales de construcción .....	68
Tabla 4. Matriz de materiales de construcción .....	72
Tabla 5. Matriz de materiales de construcción .....	73
Tabla 6. Matriz de materiales de construcción .....	75
Tabla 7. Matriz de materiales de construcción .....	77
Tabla 8. Matriz de materiales de construcción .....	77
Tabla 9. Matriz de materiales de construcción .....	78
Tabla 10. Matriz de materiales de construcción .....	79
Tabla 11. Matriz de materiales de construcción.....	80
Tabla 12. Matriz de materiales de construcción .....	81
Tabla 13. Vientos dominates de Llano Chico .....	83
Tabla 14. Temperatura de Nanegal .....	89
Tabla 15. Precipitaciones de Nanegal .....	89
Tabla 16. Vientos predominates Nanegal .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contrucciones locales y convencionales .....	23
Figura 2. Costo y Emision de co2 de materiale locales .....	24
Figura 3. Porcentajes de Construcciones Convenciona .....	25
Figura 4. Porcentajes de Construcciones Convenciona .....	26
Figura 5. Objetivos Globales de Desarrollo Sostenible .....	27
Figura 6. ODS 9,11 & 12 .....	27
Figura 7. Esquema marco teorico .....	32
Figura 8. Vivienda de Interes Social Ecuador .....	33
Figura 9. Evolucion del Habitad .....	34
Figura 10. Dimensiones Del Habitad Sostenible.....	35
Figura 11. Principios de la arquitectura bioclimatica .....	36
Figura 12. Ciclo de vida de los materiales .....	37
Figura 13. Etapas del ciclo de vida de materiales .....	38
Figura 14. Estructura del analisis de ciclo de vida .....	39
Figura 15. Componentes del impacto ambiental .....	40
Figura 16. Esquema de sostenibilidad material .....	41
Figura 17. Materiales convencionales.....	42
Figura 18. Materiales locales .....	43
Figura 19. Comparación materiales locales vs convencionales .....	44
Figura 20. Sistemas constructivos tradicionales .....	45
Figura 21. Sistemas constructivos industrializados .....	46
Figura 22. Esquema de selección de materiales .....	47
Figura 23. Esquema general de metodología .....	62
Figura 24. Fases del estudio .....	63
Figura 25. Ecuador diversidad regional .....	64
Figura 26. Regiones del Ecuador .....	64
Figura 27. Ubicación Distrito Metropolitano de Quito .....	65
Figura 28. Pisos térmicos en el DMQ.....	66
Figura 29. Clasificación de materiales .....	69

Figura 30. Materiales convencionales principales .....	70
Figura 31. Materiales locales principales .....	71
Figura 32. Criterios de selección de materiales .....	73
Figura 33. Mapa de localización Llano Chico .....	77
Figura 34. Mapa de localización Nanegal .....	78
Figura 35. Selección de materiales locales .....	79
Figura 36. Material BTC características .....	79
Figura 37. Material piedra características .....	80
Figura 38. Material madera características .....	80
Figura 39. Material cal características .....	80
Figura 40. Material vidrio reciclado características .....	80
Figura 41. Ubicación de Llano Chico .....	81
Figura 42. Rosa de vientos Llano Chico .....	83
Figura 43. Asoleamiento Llano Chico .....	84
Figura 44. Ubicación de Nanegal.....	85
Figura 45. Rosa de vientos Nanegal .....	88
Figura 46. Asoleamiento Nanegal .....	89
Figura 47. Selección de materiales Nanegal .....	90
Figura 48. Piedra características .....	90
Figura 49. Bareque características .....	90
Figura 50. Bambú características .....	90
Figura 51. Asoleamiento por la mañana .....	91
Figura 52. Asoleamiento al medio día .....	91
Figura 53. Asoleamiento por la tarde .....	91
Figura 54. Piedra Caracteriticas .....	91
Figura 55. Barequhe Caracteristica .....	91
Figura 56. Bambu Caracteristicas .....	93
Figura 57. Madera Charactersiticas .....	93
Figura 58. Vivienda prototipo convencional .....	95
Figura 59. Planta arquitectonica vivienda convencional .....	95
Figura 60. Fachada Principal .....	97

Figura 61. Fachada Posterior .....	97
Figura 62. Fachada Izquierda vivienda convencional .....	98
Figura 63. Fachada Derecha vivienda convencional .....	98
Figura 64. Presupuesto vivienda convencional .....	100
Figura 65. Impacto ambiental vivienda convencional .....	100
Figura 66. Confort termico vivienda convencional .....	101
Figura 67. Prototipo vivienda sostenible Llano chico .....	101
Figura 68. Planta arquitectonica vivienda sostenible Llano Chico .....	102
Figura 69. Fachada Principal vivienda sostenible Llano Chico .....	104
Figura 70. Fachada Posterior vivienda sostenible Llano Chico .....	104
Figura 71. Fachada Izquierda vivienda sostenible Llano Chico .....	105
Figura 72. Fachada Derecha vivienda sostenible Llano Chico .....	105
Figura 73. Presupuesto vivienda sostenible Llano Chico .....	106
Figura 74. Impacto ambiental vivienda sostenible Llano Chico.....	107
Figura 75. Confort termico vivienda sostenible Llano Chico .....	108
Figura 76. Prototipo vivienda sostenible Nanegal .....	108
Figura 77. Planta arquitectonica vivienda sostenible Nanegal .....	109
Figura 78. Fachada Principal vivienda sostenible Nanegal .....	109
Figura 79. Fachada Posterior vivienda sostenible Nanegal .....	109
Figura 80. Fachada Izquierda vivienda sostenible nanegal .....	109
Figura 81. Fachada Derecha vivienda sostenible nanegal .....	109
Figura 82. Presupuesto vivienda sostenible nanegal .....	110
Figura 83. Impacto ambiental vivienda sostenible .....	111
Figura 84. Confort termico vivienda sostenible nanegal .....	112
Figura 85. Comparativa de materiales 01 .....	118
Figura 86. Comparativa de materiales 02 .....	119
Figura 87. Comparativa de materiales 03 .....	120
Figura 88. Comparativa de materiales 04 .....	121
Figura 89. Comparativa de materiales 05 .....	122

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. APUS VIVIENDA SOSTENIBLE NANEGAL.....	138
Anexo 2. APUS VIVIENDA SOSTENIBLE LLANO CHICO.....	139
Anexo 2. APUS VIVIENDA CONVENCIONAL.....	140



## **ETAPA 1**

**Conocimiento previo**



## Conocimiento previo

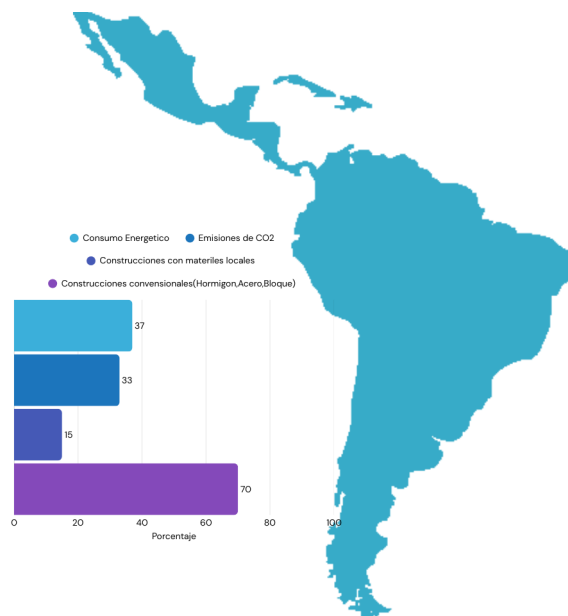
### 1.1 Introducción al problema de estudio

En Latinoamérica, existe una gran riqueza de materiales locales y saberes ancestrales construcción que podrían fortalecer la vivienda social. Sin embargo, su utilización sigue siendo limitado frente al dominio de los materiales industrializados y poco sostenibles. Esta situación no solo incrementa los costos, sino también el impacto ambiental de las construcciones.

Latinoamérica enfrenta una crisis estructural vinculada a la insostenibilidad de los materiales utilizados y la escasa incorporación de recursos locales en la construcción. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL,2023), el sector de la construcción protagoniza el 37 % del consumo energético regional y el 33 % de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, menos del 15 % de las construcciones emplean materiales locales o de bajo impacto ambiental así contribuyendo al cambio climático de nuestro planeta.

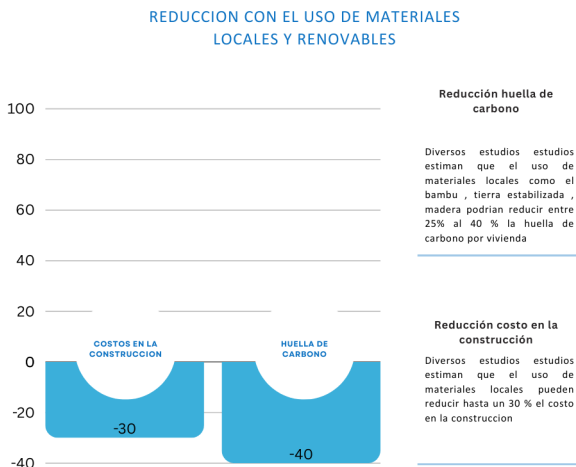
En cuanto a vivienda, la region presenta un déficit habitacional superior a los 47 millones de unidades, de las cuales el 60 % corresponden a hogares de bajos ingresos (Banco Interamericano de Desarrollo [BID],2022). La mayoría de estos proyectos de vivienda de interés social se construyen con materiales industrializados como el cemento, concreto y acero que son responsables de hasta el 8 % de las emisiones globales de carbono (United Nations Environment Programme [UNEP], 2023).

De acuerdo con el Banco Mundial (2021), en América Latina más del 70 % de las viviendas sociales urbanas no consideran criterios de eficiencia energética ni de sostenibilidad material. Asimismo, solo el 18 % de los municipios cuenta con regulaciones o incentivos para fomentar el uso de materiales locales en la construcción (CEPAL,2024). Esta situación genera un modelo constructivo que depende de las industrias extractivas y poco adaptado a los contextos de cada uno de los países.



**Figura 1.** Construcciones locales y convencionales  
**Fuente:** Elaboración Propia,2025

En contraste, diversos estudios estiman que el uso de materiales locales y renovables como el bambú, la tierra estabilizada o la madera certificada podría reducir entre un 25 % y un 40 % la huella de carbono por vivienda y disminuir los costos de construcción hasta en un 30 % (UN-Hábitat, 2023; Saavedra et al., 2025). Aunque, la aplicación de estas soluciones sigue siendo marginal debido a falta de investigación técnica, ausencia de normativas regionales y desconfianza institucional (Flores, 2021).



**Figura 2.** Costo y Emisión de co2 de materiale locales  
**Fuente:**ElaboraciónPropia,2025

En este mismo entorno,En México, la vivienda de interés social representa cerca del 58 % de la producción anual de vivienda, sin embargo, más del 80 % siguen construyendo con materiales industrializados como

concreto y acero (Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores [INFONAVIT],2023). El Programa de Vivienda Sustentable ha impulsado proyectos con adobe, bambú y tierra compactada, pero estos no superan el 5 % del total de edificaciones certificadas (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU], 2022).

En Colombia, los programas de vivienda priorizan el bajo costo sobre la sostenibilidad. Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2023), más del 70 % de las viviendas sociales urbanas se construyen con materiales convencionales, mientras que solo un 12 % emplea materiales naturales o reciclados. Aunque existen experiencias exitosas con guadua y tierra estabilizada, estas siguen concentradas en proyectos piloto y no se han consolidado en políticas nacionales (Gómez & Restrepo, 2020).

En Perú, la autoconstrucción cubre aproximadamente el 65 % de la vivienda social y el uso de materiales locales, como el adobe y la quincha, entre otros sigue siendo frecuente en zonas rurales, pero el 45 % de estas viviendas presentan deficiencias estructurales por la falta de asistencia técnica (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2022). El país cuenta con más de 250 mil viviendas sostenibles potenciales si se aplicaran tecnologías mejoradas de construcción con tierra (Santos, 2021).

En Brasil es responsable de casi la mitad de la vivienda social producida; sin embargo, solo el 10 % de su infraestructura integra criterios de sostenibilidad (Ministerio das Cidades, 2023). Proyectos como Minha Casa Verde e Amarela han surgido como un esfuerzo por cambiar este panorama, pero el modelo actual continúa enfocado en alcanzar metas cuantitativas, dejando en

segundo plano el impacto ambiental. (Silva & Andrade, 2022).

Finalmente, Chile presenta avances normativos importantes: alrededor del 25 % de las viviendas sociales nuevas cumplen algún estándar de sostenibilidad, gracias a la adopción del Sistema de Certificación de Vivienda Sustentable (SCVS). Sin embargo, el uso de materiales locales aún no supera el 8 % dentro del total nacional (Ministerio de Vivienda y Urbanismo [MINVU], 2023)



**Figura 3.** Porcentajes de Construcciones Convencionales y Sostenibles en América Latina

**Fuente:** Elaboración Propia, 2025

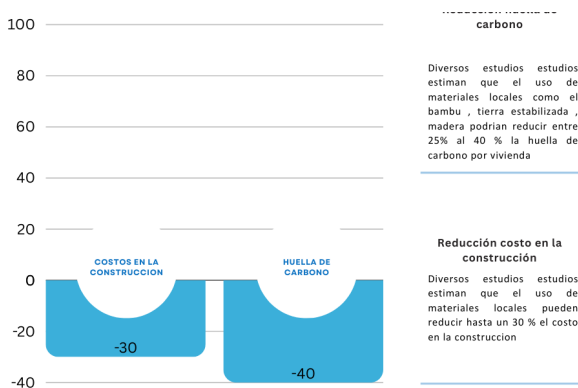
Países latinoamericanos confrontan retos distintos pero convergentes en la incorporación de materiales locales sostenibles dentro de la vivienda social. Aunque el territorio avanzado en el reconocimiento del problema ambiental del sector de la construcción, los datos muestran que la aceptación de los materiales de bajo impacto sigue siendo mínima frente a la magnitud de la demanda habitacional.

Por otra parte, el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) enfrenta una problemática significativa relacionada con el acceso a vivienda social sostenible y el aprovechamiento de materiales locales. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2023), cerca del 34 % de los hogares quiteños presentan algún tipo de déficit habitacional, ya sea cuantitativo (falta de vivienda) o cualitativo (deficiencias estructurales o de materiales). De ese porcentaje, más del 60 % corresponde a familias de ingresos bajos ubicadas en zonas periféricas, donde predomina la autoconstrucción informal sin asistencia técnica ni criterios de sostenibilidad (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito [MDMQ], 2022).

Pese a que el DMQ dispone de una gran variedad de materiales locales como tierra, piedra, madera y caña guadúa, adobe, piedra entre otros materiales locales y abundantes su uso en proyectos de vivienda de interés social sigue siendo marginal. Estudios recientes indican que solo entre el 5 % y el 8 % de las viviendas sociales o autoconstruidas utilizan materiales naturales o reciclados, mientras que más del 80 % emplean cemento, bloques industrializados o acero (Páez & Naranjo, 2023). Esta tendencia no solo incrementa los costos de construcción, sino que también aumenta la huella de carbono y reduce la adaptación climática de las viviendas.

El impacto ambiental de la construcción en Quito es considerable, pues genera cerca del 40 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel local (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2023). A este problema se suma el crecimiento desmedido de la ciudad hacia áreas como el valle de Los Chillos, Calderón y las laderas, lo que resulta en una reducción del 2,3 % anual del suelo de cultivo. Según López (2022), esta expansión también ha disparado la explotación de canteras locales, las cuales operan frecuentemente sin los controles ambientales necesarios.

Aunque existen iniciativas municipales como el Programa de Vivienda Social y Hábitat Sostenible y proyectos piloto en colaboración con universidades locales, su alcance sigue siendo limitado: menos del 10 % de las viviendas de interés social construidas entre 2020 y 2023 incorporan criterios de sostenibilidad material o eficiencia energética (MDMQ, 2023).



**Figura 4.** Porcentajes de Construcciones Convencionales y Sostenibles

**Fuente:** Elaboración Propia, 2025

## 1.2 Justificación

La creciente urbanización y el déficit habitacional en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) exigen soluciones innovadoras y sostenibles en la construcción de viviendas de interés social. Según datos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, 2023), el déficit habitacional en Ecuador es significativo, con una necesidad urgente de abordar tanto el déficit cualitativo como el cuantitativo. En este contexto, el uso de materiales locales como el adobe, la guadua y la madera andina entre otros, nos ofrece una alternativa viable. Sin embargo, su incorporación en la vivienda social formal sigue siendo limitada debido a barreras técnicas, normativas y culturales (Gutiérrez-Collao, 2024).

En el ámbito social, la investigación busca mejorar la calidad de vida de los habitantes mediante viviendas asequibles, adaptadas a las condiciones climáticas y culturales locales, promoviendo la aceptación de materiales tradicionales con enfoques modernos y sostenibles (MIDUVI, 2023).

Desde el punto de vista técnico y científico, la investigación permitirá evaluar las propiedades físicas, estructurales y ambientales de los materiales locales, generando criterios confiables para su uso en diseño y construcción de viviendas (Aguirre, 2023). Además, la propuesta de lineamientos de diseño innovadores y de un prototipo conceptual proporcionará información valiosa para arquitectos, ingenieros y planificadores urbanos (Solórzano, 2024).

En términos económicos y ambientales, la investigación contribuirá a optimizar costos de construcción, reducir la dependencia de materiales importados y minimizar la huella ambiental de los proyectos habitacionales.

Por ende esta investigación evidentemente se alinea a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, contribuyendo directamente a tres de los 17 de sus ejes fundamentales.



**Figura 5.** Objetivos Globales de Desarrollo Sostenible  
**Fuente:** Organización de Naciones Unidas,2023

En primer lugar el ODS 9: Industria, innovación e infraestructura busca fomentar la innovación tecnológica y la infraestructura sostenible; el estudio contribuye al impulsar el uso de materiales locales y sostenibles que fomentan la innovación constructiva y el desarrollo comunitario (ONU-Hábitat,2023).

En segundo lugar se alinea con el ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, especialmente con las metas 11.1 (vivienda adecuada y asequible) y 11.3 (planificación urbana sostenible). La investigación contribuye a este objetivo al analizar la

disponibilidad y viabilidad de materiales locales que permitan construir viviendas más accesibles, seguras y ambientalmente responsables.(BID, 2022; CEPAL, 2023).

Por su parte, se relaciona con el ODS 12: Producción y consumo responsables, en tanto promueve el uso eficiente de los recursos naturales y la reducción del impacto ambiental derivado de la construcción tradicional. Al priorizar materiales locales y de bajo impacto(UNEP, 2023). En conjunto, la investigación fortalece una visión de la vivienda social sostenible basada en la innovación, la eficiencia y el aprovechamiento responsable de los recursos, pilares esenciales para el cumplimiento de los ODS 9, 11 y 12 en América Latina.



**Figura 6.** ODS 9,11 & 12  
**Fuente:** Organización de Naciones Unidas,2023

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Evaluar materiales de construcción locales sostenibles para su uso en viviendas de interés social en el DMQ, considerando su desempeño térmico, impacto ambiental y costo de construcción en dos condiciones climáticas diferentes.

### 1.3.2. Objetivos específicos:

- Identificar los materiales de construcción más comunes y accesibles en el contexto local, mediante el análisis de parámetros como materia prima, densidad, disponibilidad y uso común, para establecer una matriz de materiales para su posterior selección.
- Seleccionar materiales de construcción locales más sostenibles, analizando su impacto ambiental, disponibilidad y comportamiento térmico, para aplicarlos en prototipos de vivienda de interés social en dos climas diferentes del DMQ.
- Aplicar los materiales locales seleccionados en el diseño de dos prototipos de vivienda de interés social de 50,25 m<sup>2</sup>, ubicados en Nanegal y Llano Chico, mediante el desarrollo y análisis de propuestas constructivas, para evaluar su desempeño térmico, ambiental y su costo de construcción, y determinar su viabilidad en distintas condiciones climáticas

## 1.4 Fundamentación teorica

### 1.4.1. Estados del arte

#### 1.4.1.1. Tesis de pregrado-vivienda resiliente y sostenible en regiones ecuatoriales:hacia la construcción de ciudades resilientes y sostenibles.

Fuente: EPN

Autores: Vera Bone Rina Dalila,2025

En la industria de la construcción, los materiales utilizados durante la construcción de viviendas desempeñan un papel importante, pero también representan una fuente de emisiones de dióxido de carbono para el planeta. Cada etapa del ciclo de vida de estos materiales, desde la extracción de materia prima, fabricación, transporte e instalación, genera un impacto al medio ambiente.

A través de este trabajo de integración curricular, se explora la importancia del uso de materiales sostenibles frente a los materiales convencionales en la construcción de viviendas residenciales en el Ecuador. Mediante la comparación del dióxido de carbono incorporado a lo largo del ciclo de vida de los materiales.

Para lograr dicha comparación, se plantearon dos casos: Caso de estudio: Representa una vivienda construida totalmente con materiales convencionales, como hormigón armado y bloques, que constituyen el 100% de su estructura. Aunque estos materiales son los más em-

pleados en el Ecuador debido a su predominio cultural y constructivo, su uso fue justificado específicamente para este análisis. Caso de referencia: Corresponde a una vivienda que utiliza materiales más sostenibles, como madera de eucalipto, roble, OSB en conjunto con hormigón y ladrillos. A pesar de que su estructura no es 100% sostenible ya se empieza a incluir materiales renovables que disminuyen las emisiones de CO2. Para cuantificar el CO2 incorporado, se calculó los volúmenes de material empleado en la construcción de ambas viviendas. A través de una herramienta de cálculo se obtuvieron los valores de las EPD (Declaraciones Ambientales de Productos) de cada material, permitiendo así calcular las emisiones totales CO2 incorporado para cada caso.

Finalmente se realizó una comparación de los resultados para determinar cuál vivienda genera un menor impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida de los materiales utilizados en su construcción, pues este análisis busca evidenciar el potencial de los materiales sostenibles para reducir la huella de carbono en el sector de la construcción en el Ecuador.

Aporte:

Este estudio nos aporta para comprender la sostenibilidad de los materiales de construcción en el contexto ecuatoriano, al analizar la energía embebida y el impacto ambiental de distintas opciones utilizadas en viviendas de la zona andina.

Su enfoque permite establecer criterios comparativos entre materiales tradicionales y sostenibles, orientando hacia una arquitectura más eficiente y resiliente. Esto refuerza la importancia de integrar dimensiones económicas, sociales y ambientales en los proyectos de vivienda de interés social

#### **1.4.1.2. Tesis de posgrado-modelo de gestión para el diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos, que fomenten el uso sostenible de recursos naturales en la parroquia de Píntag de cantón Quito.**

Fuente: UPS

Autores: Santiago Alexandre Calderon Carrillo, Quito 2024

En la actualidad todos los procesos están siendo transformados debido al consumo indiscriminado de recursos, y en ese contexto la implementación de criterios de sostenibilidad y sustentabilidad para el diseño y construcción de viviendas con materiales alternativos son indispensables. La industria de la construcción es una de las que más contamina el ambiente en el mundo por la gran cantidad de CO2 que emite en sus distintos procesos. Es así que ahora las propuestas de construcción, remodelación y mantenimiento de edificaciones están enfocadas en procesos que permitan tener sostenibilidad en el tiempo y que puedan garantizar sustentabilidad a la explotación de recursos.

En este trabajo de investigación se realizó un análisis del uso de bloque de tierra comprimido BTC en la construcción de viviendas de la parroquia Píntag del Cantón Quito. Para lo cual se recopiló información acerca de los materiales tradicionales utilizados en el sector. Se identificaron sus beneficios y se propuso un modelo de gestión que permita la construcción de viviendas fomentando el uso sostenible de recursos y garantizando la calidad, confort y seguridad. La implementación de matrices que permiten monitorear el uso de recursos y la propuesta

de indicadores de evaluación fueron herramientas claves en el desarrollo exitoso

de esta propuesta. Adicional, se buscó proveer viviendas dignas a familias de escasos recursos, integrar en el proceso a la comunidad y formar técnicos capaces de dar mantenimiento y construir sus propios hogares.

Aporte:

En contexto de la implementación, el modelo de gestión propuesto en la tesis nos indaga como una referencia metodológica para estructurar como se podría implementar el uso de los materiales locales a nivel del proyecto de la construcción de la vivienda unifamiliar de interés social en Quito (desde la obtención del material hasta la capacitación de la comunidad y el control de calidad), con el fin de destacar el uso de dichos materiales en zonas de impacto social y cultural fomentando la sostenibilidad ambiental.

### 1.4.1.3. Tesis de pregrado - materiales tradicionales y bioclimáticos: análisis comparativo para viviendas sociales, 2024

Fuente: Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

Autores: Juana Elizabet Velez Morillo

Las edificaciones basadas en principios bioclimáticos aprovechan al máximo las condiciones del entorno y a su vez propician el ahorro energético, el confort térmico y la salubridad. Uno de los graves problemas de las edificaciones, y en especial de las viviendas de interés social, es el gran impacto ambiental que este tipo de construcción conlleva, siendo la más común construida por la población, con materiales empleados que son de índole tradicional como la mampostería de arcilla o ladrillo, piedra, arena, hormigón y hierro.

La producción y explotación de estos materiales causa mucha contaminación y resta la sostenibilidad ambiental del planeta, por ello, el presente artículo aborda un análisis comparativo de los materiales tradicionales versus los materiales bioclimáticos utilizados en la construcción de vivienda de interés social.

Se realizará mediante una investigación bibliográfica y de campo, y aplicando el método inductivo-deductivo además de la encuesta. Los resultados indican, que la construcción de vivienda de interés social con materiales bioclimáticos es una excelente alternativa para incrementar la sustentabilidad en construcción, propiciando confort y minimizando el impacto ambiental al emplear materiales locales, sin embargo, en lo que a costo se refiere, es notable que el uso de materiales bioclimáticos incrementa los costos si son comparados con materiales

tradicionales.

Cabe resaltar que, aunque la inversión es mayor a corto plazo, a largo plazo se amortiza la inversión, y, a pesar de esta premisa, es necesario recomendar este tipo de construcción con el afán de reducir las grandes emisiones CO<sub>2</sub> en el planeta y así contribuir a la disminución del calentamiento global.

Aporte:

La tesis “Análisis comparativo para viviendas sociales: materiales tradicionales vs. bioclimáticos” (Morillo, 2024) analiza cómo los materiales bioclimáticos superan a los tradicionales en sostenibilidad y confort. El estudio demuestra que los materiales convencionales, como el ladrillo y el hormigón, generan altos impactos ambientales y baja eficiencia térmica, mientras que los bioclimáticos reducen emisiones y mejoran el bienestar. Mediante un enfoque teórico y práctico, se evalúan factores como impacto ambiental, costo y desempeño térmico. Los resultados revelan que, aunque los materiales bioclimáticos son más costosos al inicio, ofrecen beneficios a largo plazo. En conclusión, la sostenibilidad depende de un enfoque integral que combine diseño bioclimático, uso responsable de materiales y recursos locales.

## 1.5 Marco Conceptual

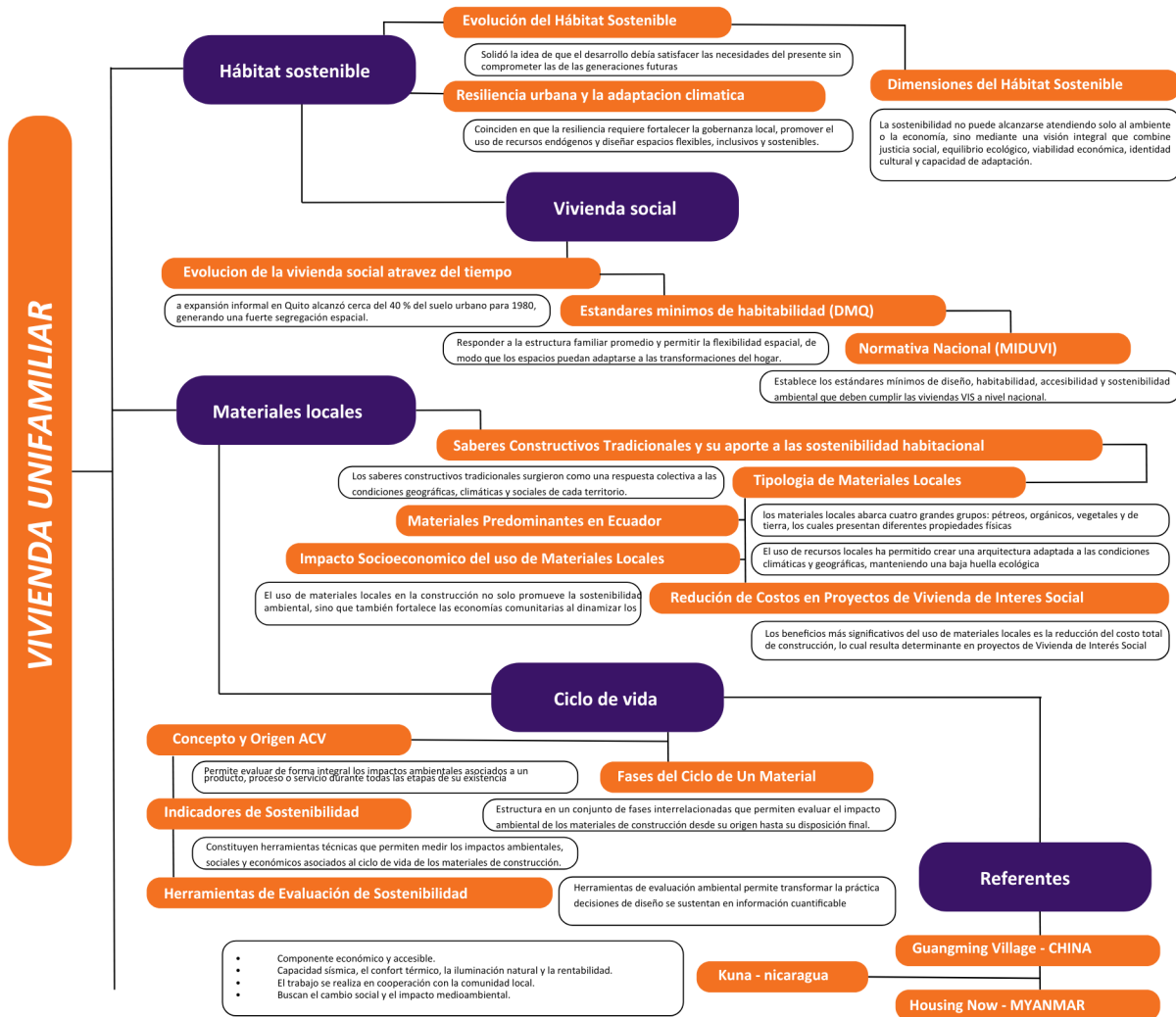


Figura 7. Esquema marco teórico  
Fuente: Elaboración Propia, 2025

### 1.5.1. Hábitad Sostenible

El concepto de hábitad sostenible constituye la base teórica que orienta los estudios contemporáneos sobre desarrollo urbano responsable y vivienda social. Este enfoque reconoce que el territorio habitado no es solo un espacio físico, sino un sistema complejo donde convergen factores ambientales, sociales, económicos y culturales. De acuerdo con ONU-Hábitat (2023), un hábitad sostenible se concibe como aquel que garantiza la calidad de vida de la población mediante un uso racional de los recursos naturales y una gestión equitativa del espacio urbano. En este sentido, Sachs (2015) sostiene que la sostenibilidad debe entenderse como la capacidad de satisfacer las necesidades humanas actuales sin comprometer las de las generaciones futuras, articulando progreso social con equilibrio ecológico.



**Figura 8.** Vivienda de Interés Social Ecuador  
**Fuente:** MIDUVI, 2023

La construcción de un hábitad sostenible implica reconocer la interdependencia entre la sociedad y el ambiente. CEPAL (2023) advierte que los modelos de urbanización latinoamericanos han generado desequilibrios ambientales y desigualdades territoriales, lo que evidencia la urgencia de un nuevo paradigma que integre políticas públicas, innovación tecnológica y participación comunitaria. Vázquez Barquero (2019) complementa esta idea al señalar que el desarrollo local sostenible debe basarse en los recursos endógenos y las capacidades productivas de cada territorio, fortaleciendo así la autonomía y resiliencia de las comunidades.

#### 1.5.1.1. Evolución del Hábitad Sostenible

La evolución del hábitad sostenible refleja una transición desde un enfoque ecológico limitado hacia una visión integral, inclusiva y resiliente, donde convergen los aspectos ambientales, sociales, económicos y culturales del territorio. Esta evolución muestra cómo la sostenibilidad pasó de ser un ideal ambientalista a convertirse en un principio rector de la arquitectura, el urbanismo y la vivienda social contemporánea.

#### Fase ambiental (1970-1980)

Conciencia ecológica inicial - durante esta etapa, el enfoque de la sostenibilidad surgió principalmente como una respuesta a la crisis ambiental global. La Conferencia de Estocolmo sobre el Medio Humano (ONU, 1972) marcó el inicio de una reflexión mundial sobre el impacto del crecimiento económico en los ecosistemas. El hábitad comenzó a entenderse como un espacio que debía respetar los límites ecológicos del planeta (Redclift, 2005).

El Informe Brundtland (Comisión Brundtland, 1987) con-

solidó la idea de que el desarrollo debía satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las de las generaciones futuras, abriendo paso al pensamiento sostenible en arquitectura y urbanismo

### Fase socioeconomica (1990-2000)

A partir de la Cumbre de Río (1992) y la Agenda 21, la sostenibilidad se amplió para incluir dimensiones sociales y económicas. En esta etapa, se reconoce que un hábitat sostenible no puede existir sin justicia social, acceso equitativo a la vivienda y reducción de la pobreza urbana. Sachs (2015) enfatiza que el desarrollo sostenible requiere políticas redistributivas y estructuras económicas inclusivas.

Harvey (2012) introduce la noción del derecho a la ciudad, destacando que la sostenibilidad debe implicar la democratización del espacio urbano. En América Latina, la CEPAL (2001) comienza a hablar de “desarrollo con equidad territorial”, lo que conecta la sostenibilidad con la planificación urbana.

### Fase urbana-integral (2000-2015)

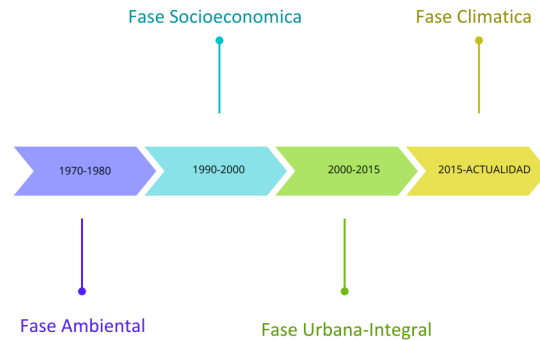
En este período, el concepto de hábitat sostenible se consolida dentro de la agenda urbana. La creación de programas como ONU-Hábitat (2003) y el World Urban Forum fortaleció la noción de que la sostenibilidad debía integrarse en la planificación de ciudades.

Se enfatiza la gobernanza, la participación ciudadana y la inclusión social como ejes de la sostenibilidad (ONU-Hábitat, 2012). Vázquez Barquero (2019) subraya que el desarrollo local sostenible depende de la articulación entre los actores públicos y privados, así como del aprovechamiento de los recursos endógenos.

### Fase climatica-resiliente (2015-actualidad)

Adaptacion al cambio climatico-Desde la aprobación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, 2015) y el Acuerdo de París (2015), el hábitat sostenible se asocia directamente con la resiliencia urbana y la adaptación al cambio climático. Según el IPCC (2023), las ciudades deben transformarse en sistemas capaces de resistir y adaptarse a eventos climáticos extremos mediante infraestructuras verdes, materiales locales y estrategias bioclimáticas.

ONU-Hábitat (2023) amplía este enfoque al definir el hábitat sostenible como un proceso dinámico que busca reducir vulnerabilidades, promover la eficiencia energética y fortalecer las capacidades locales frente a los desafíos ambientales contemporáneos.



**Figura 9.** Evolucion del Habitat  
**Fuente:** Elaboración Propia,2025

### 1.5.1.2. Dimensiones del Hábitat Sostenible

Las dimensiones del hábitat sostenible revelan su carácter multidimensional e interdependiente. La sostenibilidad no puede alcanzarse atendiendo solo al ambiente o la economía, sino mediante una visión integral que combine justicia social, equilibrio ecológico, viabilidad económica, identidad cultural y capacidad de adaptación. Esta comprensión es esencial para el diseño de viviendas de interés social sostenibles, especialmente en contextos latinoamericanos donde los desafíos ambientales y sociales están estrechamente vinculados.



**Figura 10.** Dimensiones Del Hábitat Sostenible

**Fuente:** Elaboración Propia, 2025

### Dimensión ambiental

La dimensión ambiental constituye la base del hábitat sostenible, ya que busca mantener el equilibrio entre la actividad humana y los ecosistemas. Según la Comisión Brundtland (1987), el desarrollo sostenible requiere satisfacer las necesidades humanas sin sobrepasar la capacidad regenerativa del planeta. En este sentido, ONU-Hábitat (2020) enfatiza que las ciudades deben reducir sus emisiones, optimizar el uso del suelo y promover el manejo responsable del agua, la energía y los materiales.

Autores como Redclift (2005) y Daly (1996) sostienen que la sostenibilidad ambiental implica reconocer los límites biofísicos del crecimiento económico y adoptar modelos basados en la eficiencia energética, la economía circular y la restauración ecológica. En arquitectura, esto se traduce en el uso de materiales locales, estrategias bioclimáticas y tecnologías limpias que minimicen el impacto ambiental de la construcción

### Dimensión social

El hábitat sostenible debe garantizar condiciones de vida dignas y seguras para todas las personas. De acuerdo con Harvey (2012), el derecho a la ciudad es un componente esencial de la sostenibilidad social, ya que promueve la equidad en el acceso al espacio urbano, los servicios y la vivienda. ONU-Hábitat (2023) complementa esta visión señalando que la sostenibilidad debe traducirse en políticas de inclusión, participación comunitaria y fortalecimiento de redes sociales.

La CEPAL (2023) destaca que la desigualdad territorial sigue siendo un obstáculo para el desarrollo sostenible en América Latina. En este contexto, la dimensión social del hábitat busca promover la cohesión, la identidad cultural

y la seguridad ciudadana, entendiendo que el bienestar colectivo depende tanto del entorno físico como de la calidad de las relaciones sociales que allí se establecen.

## Dimensión económica

La sostenibilidad también requiere una base económica sólida. Sachs (2015) plantea que la economía debe orientarse hacia el uso racional de los recursos y la creación de empleo verde. En el hábitat sostenible, esto significa impulsar producción local, cadenas de valor cortas y prácticas constructivas sostenibles que reduzcan los costos y generen beneficios para las comunidades.

Vázquez Barquero (2019) sostiene que el desarrollo económico local se fortalece cuando las comunidades aprovechan sus recursos endógenos, como materiales naturales o saberes constructivos tradicionales, generando autonomía y resiliencia. De esta forma, la dimensión económica no se limita a la rentabilidad, sino que promueve economías circulares y solidarias dentro del territorio.

## Dimensión cultural

El hábitat sostenible no puede entenderse al margen de la cultura. Según Hall (1997), el entorno construido refleja los valores, símbolos y tradiciones de una sociedad. Por ello, el diseño sostenible debe incorporar la identidad cultural como parte esencial del paisaje urbano y arquitectónico. ONU-Hábitat (2020) subraya que la sostenibilidad cultural fortalece el sentido de pertenencia y promueve la conservación del patrimonio material e inmaterial. En América Latina, el rescate de técnicas vernáculas y materiales locales —como la tierra, la madera o la guadúa— representa una oportunidad para unir innovación con identidad.

## Dimensión resiliente

En el contexto actual de cambio climático, la resiliencia se ha convertido en una dimensión clave del hábitat sostenible. Según el IPCC (2023), la resiliencia urbana implica la capacidad de resistir, adaptarse y recuperarse frente a eventos extremos como inundaciones, olas de calor o deslizamientos.

ONU-Hábitat (2023) recomienda incorporar soluciones basadas en la naturaleza, infraestructura verde y diseño bioclimático para reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos. Sachs (2015) agrega que la resiliencia también requiere fortalecer la gobernanza local y la participación ciudadana para garantizar la sostenibilidad en el tiempo .

### 1.5.1.3. Resiliencia urbana y la adaptación climática

La resiliencia urbana y la adaptación climática representan un cambio de paradigma en el diseño y la gestión del hábitat. No se trata solo de resistir ante el cambio climático, sino de reorganizar las ciudades y la arquitectura para convivir armónicamente con él. Autores como ONU-Hábitat (2023), Sachs (2015), IPCC (2023) y Vázquez Barquero (2019) coinciden en que la resiliencia requiere fortalecer la gobernanza local, promover el uso de recursos endógenos y diseñar espacios flexibles, inclusivos y sostenibles.

En este sentido, la investigación sobre la disponibilidad y sostenibilidad de materiales locales en la vivienda social ecuatoriana se enmarca dentro de este enfoque resiliente, aportando a la construcción de ciudades adaptadas al clima, socialmente equitativas y ambientalmente responsables.

## Cambio climático y vulnerabilidad urbana

El cambio climático amplifica las desigualdades sociales, especialmente en ciudades latinoamericanas donde la urbanización no planificada genera asentamientos precarios en zonas de riesgo. Según la CEPAL (2023), el 30 % de la población urbana de América Latina vive en áreas expuestas a amenazas climáticas, lo que evidencia la urgencia de políticas de adaptación

El IPCC (2023) advierte que los países andinos, incluidos Ecuador, enfrentan riesgos crecientes de deslizamientos, sequías e inundaciones debido al incremento de temperaturas y la variabilidad de lluvias. En este sentido, la adaptación climática no se limita a la infraestructura, sino que requiere transformar los modelos de planificación, gestión del suelo y diseño arquitectónico. ONU-Hábitat (2020) destaca que la adaptación urbana implica construir ciudades flexibles, inclusivas y ecológicamente integradas, capaces de aprender y reorganizarse ante condiciones ambientales cambiantes

## Estrategias de resiliencia urbana en la arquitectura y la vivienda.

Las estrategias de resiliencia se expresan tanto en la escala urbana como en la arquitectónica. A nivel urbano, se promueven infraestructuras verdes, corredores ecológicos, drenajes sostenibles y sistemas de gestión del riesgo (ONU-Hábitat, 2023). En la escala arquitectónica, el enfoque se orienta hacia la eficiencia energética, el confort térmico pasivo y el uso de materiales locales de bajo impacto ambiental (Givoni, 1998; Gómez & Rojas, 2020).



**Figura 11.** Esquema de Eficiencia Energética

**Fuente:** Udla

En América Latina, proyectos de vivienda social sostenible han comenzado a incorporar materiales como la guadúa, el bambú y la tierra compactada, los cuales ofrecen propiedades térmicas favorables y reducen la huella de carbono (BID, 2022). Estos materiales no solo mejoran la eficiencia energética, sino que también fortalecen la autonomía local y la resiliencia económica de las comunidades (Vázquez Barquero, 2019).

## Resiliencia en el contexto ecuatoriano.

En Ecuador, el enfoque de resiliencia urbana ha sido incorporado progresivamente en la planificación territorial. El MIDUVI (2026) establece que los proyectos de vivienda de interés social deben considerar criterios de eficiencia energética, confort térmico y

uso sostenible de materiales. En el caso del Distrito Metropolitano de Quito, los programas de vivienda priorizan estrategias bioclimáticas que aprovechan la radiación solar, la ventilación cruzada y la inercia térmica de los materiales locales (MIDUVI, 2026).

Sin embargo, estudios recientes evidencian que estas políticas aún enfrentan barreras técnicas y financieras. La CEPAL (2023) advierte que menos del 20 % de los municipios ecuatorianos implementan planes de adaptación climática integrados, lo cual limita el avance hacia una infraestructura verdaderamente resiliente.



**Figura 12.**Componentes de Estrategias Bioclimáticas  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## 1.5.2. Vivienda Social

La vivienda social, también conocida como vivienda de interés social (VIS), se define como el conjunto de soluciones habitacionales promovidas o subsidiadas por el Estado, dirigidas a los sectores de menores ingresos con el propósito de mejorar sus condiciones de vida (MIDUVI, 2026). Según ONU-Hábitat (2020), la VIS debe entenderse como un componente integral del hábitat, que articula las dimensiones social, económica y ambiental del desarrollo urbano.



**Figura 13.**Conjunto de VIS en Iquique-Chile  
**Fuente:** Archdaily

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2022) sostiene que la vivienda social debe trascender el enfoque cuantitativo (número de viviendas construidas) y centrarse en la calidad del espacio habitable, la eficiencia energética, la accesibilidad y la integración territorial. La CEPAL (2023) agrega que las políticas habitacionales en América Latina enfrentan desafíos estructurales, como

el déficit habitacional superior al 30 % y la informalidad urbana, lo cual exige innovaciones en diseño, gestión y materiales constructivos.

### 1.5.2.1. Evolucion de la vivienda social a través del tiempo

La evolución de la vivienda social en el DMQ revela un tránsito desde un modelo asistencial y centralizado hacia uno más participativo, planificado y sostenible. Sin embargo, la sostenibilidad sigue siendo incipiente y dependiente de políticas a corto plazo. La integración del enfoque ambiental, el uso de materiales locales y la planificación resiliente representan los mayores desafíos para consolidar un hábitat urbano justo, sostenible y adaptado al contexto climático andino.



**Figura 14.** Evolucion de la Vivienda de Interés Social  
**Fuente:** Camacol, 2021

### Etapa Inicial (1950-1980) .

Modelo estatal y urbanización informal : durante la segunda mitad del siglo XX, Quito experimentó un crecimiento urbano acelerado producto de la migración interna. El Estado ecuatoriano, a través del Instituto Ecuatoriano de la Vivienda (INEVI) y posteriormente el Banco Ecuatoriano de la Vivienda (BEV), impulsó programas de vivienda social orientados a familias de bajos ingresos (MIDUVI, 2026).

Estos proyectos se concentraron en zonas periféricas, con soluciones de bajo costo y escasa planificación urbana. Según ONU-Hábitat (2020), la expansión informal en Quito alcanzó cerca del 40 % del suelo urbano para 1980, generando una fuerte segregación espacial. El enfoque predominante era cuantitativo: se priorizaba construir más unidades sin garantizar calidad, servicios básicos o accesibilidad (BID, 2022).

### Etapa de Autogestion-mejoramiento progresivo (1980-2000) .

Durante este período, el déficit habitacional continuó en aumento. Frente a la limitada capacidad estatal, las comunidades y cooperativas comenzaron a liderar procesos de autoconstrucción asistida. Programas impulsados por el Municipio de Quito y organizaciones no gubernamentales, como Fondo de Hábitat Popular y CEVEQ, promovieron el mejoramiento progresivo de vivienda y la participación comunitaria (Municipio de Quito, 1998).

Turner (1976) había planteado décadas antes que la vivienda debía ser concebida como un proceso social más que como un producto terminado. Este enfoque influyó en Quito, donde los barrios periféricos se consolidaron gradualmente mediante la autogestión vecinal, aunque

muchas veces sin acompañamiento técnico ni control constructivo (ONU-Hábitat, 2012). odelo estatal y urbanización informal : durante la segunda mitad del siglo XX, Quito experimentó un crecimiento urbano acelerado producto de la migración interna. El Estado ecuatoriano, a través del Instituto

### **Etapas de planificación (2000-2015) .**

Vivienda como parte del hábitat urbano; en las primeras décadas del siglo XXI, Quito inició un cambio conceptual en su planificación urbana. El Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PMDOT) (Municipio de Quito, 2012) incorporó el principio de “ciudad compacta y sostenible”, articulando la vivienda social con el transporte, el espacio público y los servicios.

El MIDUVI lanzó programas como Casa para Todos y Plan Nacional de Vivienda de Interés Social, enfocados en reducir el déficit y mejorar la calidad habitacional. No obstante, el BID (2014) advierte que la localización de muchos proyectos VIS en áreas periféricas mantuvo la dependencia de transporte motorizado y la desigualdad territorial.

En este periodo, algunas iniciativas municipales empezaron a incluir criterios de eficiencia energética, confort térmico y materiales locales —por ejemplo, el proyecto Vivienda Sostenible de Quitumbe— que sirvió como experiencia piloto en el uso de materiales de bajo impacto ambiental (Municipio de Quito, 2015).

### **Etapas Sostenible y resiliente (2015-actualidad) .**

Hacia un hábitat inclusivo : con la aprobación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el

Acuerdo de París (2015), el DMQ ha incorporado progresivamente criterios de sostenibilidad y resiliencia en sus políticas habitacionales. El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2021–2031) establece como eje estratégico la creación de viviendas sostenibles y de bajo impacto ambiental, promoviendo el uso de materiales locales como la guadúa, el adobe y la madera certificada (Municipio de Quito, 2021).

Asimismo, el MIDUVI (2026) establece que los proyectos de interés social deben incorporar parámetros de eficiencia energética, confort térmico y durabilidad, aunque su implementación sigue siendo limitada. Según ONU-Hábitat (2023), solo el 25 % de los proyectos VIS en Quito integran actualmente criterios de sostenibilidad ambiental o materiales locales.

En los últimos años, las políticas urbanas del DMQ han reconocido que el hábitat sostenible debe ir más allá de la vivienda, considerando el entorno, la movilidad, la gestión del agua y la resiliencia ante el cambio climático. Esto marca un cambio paradigmático hacia una vivienda social ecológica y territorialmente coherente, aunque persisten brechas de financiación y desigualdad (CEPAL, 2023; BID, 2022).

### 1.5.2.2. Estándares mínimos de habitabilidad (DMQ)

Los estándares mínimos de habitabilidad en la vivienda de interés social del DMQ representan una combinación de criterios técnicos, ambientales y sociales orientados a garantizar condiciones dignas, seguras y sostenibles. A pesar de los avances normativos, persisten brechas significativas entre los marcos legales y la realidad constructiva. Para avanzar hacia una habitabilidad integral, es indispensable fortalecer la fiscalización, promover el diseño bioclimático, incorporar materiales locales y fomentar la participación ciudadana. Según el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, 2026), los estándares mínimos de habitabilidad se definen como el conjunto de condiciones técnicas y funcionales básicas que permiten que una vivienda sea segura, saludable, accesible y sostenible en el tiempo. Estos parámetros se aplican a todas las tipologías VIS y se estructuran en cuatro ejes principales: espacio físico, confort ambiental, calidad constructiva y acceso a servicios básicos.

#### Espacio Físico

El Acuerdo Ministerial N.º 0026 (MIDUVI, 2026) establece que la vivienda de interés social debe tener una superficie mínima de 42 m<sup>2</sup>, distribuida en espacios independientes para dormitorio, cocina, baño y área social. Esta configuración busca garantizar la privacidad, el confort y la funcionalidad de los hogares.

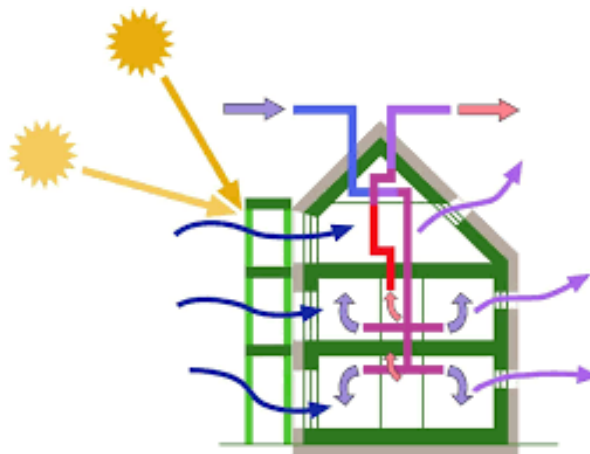
Sin embargo, estudios realizados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2022) advierten que en Quito gran parte de las viviendas sociales presentan déficits de espacio interior, afectando la calidad de vida de los ocupantes. Se estima que el 28 % de las viviendas VIS en el DMQ no cumple con el área mínima recomendada, espe-

cialmente en proyectos construidos por promotores privados que priorizan la densificación sobre la habitabilidad.

El Manual de Evaluación de Vivienda Social Sostenible (Municipio de Quito, 2021) enfatiza que el diseño debe responder a la estructura familiar promedio y permitir la flexibilidad espacial, de modo que los espacios puedan adaptarse a las transformaciones del hogar a lo largo del tiempo.

#### Confort Ambiental

El confort ambiental es un componente esencial dentro de los estándares de habitabilidad. En el DMQ, debido a la variabilidad climática entre las zonas altas y bajas, el MIDUVI (2026) y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2573:2024 recomiendan que las viviendas mantengan temperaturas interiores estables, entre 18 °C y 26 °C, sin depender exclusivamente de sistemas artificiales de climatización.



**Figura 15.** Esquema de Estrategias Pasivas  
**Fuente:** Arquitectura Pura, 2022

Esto implica incorporar estrategias pasivas de diseño, como la orientación norte-sur, el aislamiento térmico, la ventilación cruzada y la protección solar. El Municipio de Quito (2021) señala que el uso de materiales locales como el adobe, la guadúa y el tapial mejora el confort térmico y reduce hasta en 20 % el consumo energético, al aprovechar las propiedades naturales de estos materiales.



GUADUA

TAPIAL



ADOBE

**Figura 16.** Materiales Locales que reducen hasta un 20% el consumo energético

**Fuente:** Elaboración Propia, 2025

La CEPAL (2023) complementa esta visión al afirmar que una vivienda habitable debe minimizar su huella ambiental, promoviendo la eficiencia energética, la reducción del consumo de agua y la gestión responsable de residuos

## Acceso A Servicios Basicos

La habitabilidad también depende del acceso continuo a agua potable, saneamiento, electricidad y manejo adecuado de residuos. El MIDUVI (2026) establece que toda vivienda social debe estar conectada a redes seguras de abastecimiento y cumplir con estándares de calidad de agua y ventilación sanitaria.

No obstante, el BID (2022) identificó que en los bordes urbanos de Quito alrededor del 33 % de las viviendas VIS carecen de conexión formal a redes de alcantarillado o drenaje pluvial, lo que aumenta el riesgo de enfermedades y deterioro estructural.

La ONU-Hábitat (2020) subraya que la habitabilidad incluye la seguridad sanitaria del entorno doméstico, por lo que la infraestructura de servicios básicos es tan importante como la estructura física del edificio.

## Calidad Constructiva y Materiales

a calidad constructiva está estrechamente ligada a la durabilidad y al mantenimiento de las viviendas. El Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC, 2025) y el MIDUVI (2026) establecen que los materiales empleados deben cumplir con normas de resistencia estructural, estabilidad y comportamiento frente a riesgos naturales, especialmente sísmicos, considerando que Quito es una ciudad de alta vulnerabilidad geológica.

El Municipio de Quito (2021) impulsa la incorporación de materiales locales certificados, como la guadúa y el bloque de tierra comprimida, por su bajo impacto ambiental y su buen desempeño térmico. Estas estrategias mejoran la sostenibilidad y reducen costos, sin comprometer la calidad.

### 1.5.2.3. Normativa Nacional (MIDUVI)

La normativa nacional del MIDUVI constituye la base del marco técnico y legal de la vivienda de interés social en Ecuador, orientando los esfuerzos hacia una vivienda digna, accesible y ambientalmente sostenible. No obstante, su impacto depende de la implementación efectiva en los municipios, la capacitación de los actores constructivos y la articulación con políticas de planificación urbana y climática. En el contexto de Quito, la adaptación de estos estándares representa una oportunidad para consolidar un modelo de vivienda social sostenible, coherente con las condiciones ambientales y culturales del territorio.

El Acuerdo Ministerial N.º 0026 (MIDUVI, 2026) —actualizado en el Registro Oficial— establece los estándares mínimos de diseño, habitabilidad, accesibilidad y sostenibilidad ambiental que deben cumplir las viviendas VIS a nivel nacional. Su objetivo es promover una arquitectura funcional, segura, eficiente y socialmente inclusiva, en coherencia con los principios del Plan Nacional de Desarrollo 2021–2033 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente los ODS 9, 11 y 12 (CEPAL, 2023; ONU-Hábitat, 2023).

#### Alcance de la vivienda de interés social

El MIDUVI (2026) define la vivienda de interés social como aquella destinada a familias de ingresos medios y bajos, cuyo costo no supere los cuarenta salarios básicos unificados (SBU). Este tipo de vivienda puede ser urbana o rural, y su construcción debe priorizar el uso de tecnologías apropiadas, materiales locales sostenibles y eficiencia energética.

El Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC,

2025) complementa esta definición al exigir que toda VIS cumpla con estabilidad estructural, resistencia sísmica, confort térmico, iluminación natural, y ventilación cruzada, además de asegurar el acceso universal para personas con discapacidad.

Estas disposiciones buscan superar el enfoque meramente cuantitativo de la vivienda, impulsando un modelo integral que considere la habitabilidad, la sostenibilidad ambiental y la integración social (BID, 2022).

#### Estandares técnicos mínimos establecidos por el MIDUVI

Los estándares técnicos mínimos regulados por el MIDUVI se organizan en cuatro ejes fundamentales:

**Superficie mínima habitable:** Las viviendas VIS deben tener al menos 42 m<sup>2</sup> de área útil, distribuidos en espacios de descanso, cocina, baño y área social (MIDUVI, 2026).

**Seguridad estructural:** Deben cumplir con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS (2025), que regula el diseño sismo resistente y la estabilidad de materiales.

**Eficiencia energética:** Se fomenta el uso de estrategias pasivas de diseño bioclimático, tales como la orientación solar, la ventilación natural y el aprovechamiento lumínico (Municipio de Quito, 2021).

**Accesibilidad universal:** Toda vivienda VIS debe ser inclusiva, incorporando rampas, anchos de puerta adecuados y señalización adaptada, conforme al Código Ecuatoriano de Accesibilidad Universal (CEC, 2025).

De acuerdo con el BID (2022), la aplicación de estos estándares ha permitido mejorar la calidad de la vivienda social en Ecuador; sin embargo, su cumplimiento aún es irregular en zonas periurbanas y rurales, donde predominan las construcciones informales o autogestionadas.



**Figura 17.**Portada de tomos NEC

**Fuente:** Elaboración Propia,2025

## Sostenibilidad Ambiental y Materiales Locales

Uno de los avances más significativos del Acuerdo Ministerial N.º 0026 es la incorporación del enfoque de sostenibilidad ambiental como requisito obligatorio en los proyectos VIS. El MIDUVI promueve el uso de materiales locales certificados, tales como bloques de tierra comprimida, bambú (guadúa), madera reforestada y adobe estabilizado,

con el fin de reducir la huella ecológica de la construcción y fortalecer las economías locales (MIDUVI, 2026).

Asimismo, la normativa establece que todo proyecto habitacional debe incluir un análisis de ciclo de vida (ACV), evaluando el impacto ambiental de los materiales desde su extracción hasta su disposición final (ONU-Hábitat, 2023). Esto se alinea con las metas del ODS 12 sobre consumo y producción responsables. Los estándares

### 1.5.3. Materiales Locales

Los materiales locales se definen como aquellos recursos naturales o transformados que provienen del entorno inmediato donde se desarrolla una construcción, y que son empleados utilizando técnicas y conocimientos adaptados al contexto cultural, ambiental y económico de la región (ONU-Hábitat, 2023). Estos materiales se caracterizan por su baja huella ecológica, ya que su extracción, transporte y procesamiento requieren menos energía en comparación con los materiales industriales importados (McDonough & Braungart, 2002).

Según Oliver (2006), los materiales locales constituyen la base de la arquitectura vernácula, al reflejar la identidad territorial y las condiciones climáticas del lugar. En el caso ecuatoriano, materiales como la tierra, la madera, la piedra, el carrizo o la guadúa han sido históricamente empleados en la edificación de viviendas, especialmente en comunidades rurales, debido a su disponibilidad y a su capacidad de integración armónica con el entorno natural (Salazar, 2021).

Desde una perspectiva contemporánea, Rincón (2020) amplía esta definición al considerar los materiales locales como recursos estratégicos para la sostenibilidad, no solo por su origen, sino también por su potencial de innovación tecnológica. Así, los materiales locales pueden ser tanto naturales (arcilla, piedra, fibras vegetales) como reaprovechados o reciclados dentro de una lógica de economía circular. De igual manera, su uso promueve la reducción de emisiones de carbono y fortalece las economías comunitarias al dinamizar la producción artesanal y la autoconstrucción responsable (BID, 2022).

En síntesis, los materiales locales son más que simples recursos constructivos: representan una conexión entre

el conocimiento ancestral, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo social. Su aprovechamiento en la vivienda de interés social permite avanzar hacia modelos de hábitat sostenible, donde la eficiencia técnica y la identidad cultural se complementan.

#### 1.5.3.1. Saberes Constructivos Tradicionales y su aporte a las sostenibilidad habitacional

La arquitectura vernácula, entendida como la expresión material de las culturas locales, representa una síntesis entre el conocimiento empírico y la adaptación ambiental. Desde una perspectiva histórica, los saberes constructivos tradicionales surgieron como una respuesta colectiva a las condiciones geográficas, climáticas y sociales de cada territorio (Rapoport, 1969). En el caso de los Andes ecuatorianos, este conocimiento fue moldeado por siglos de experimentación comunitaria, en los que el entorno natural actuó como laboratorio de innovación. Según Rudofsky (1964), las construcciones vernáculas no son el resultado de una teoría formal, sino de un proceso de selección evolutiva en el que las prácticas menos eficientes desaparecen y las más adaptadas perduran.

En Ecuador, la transmisión de estos saberes ha sido principalmente oral y práctica, vinculada a la tradición artesanal y a la cooperación comunitaria. Oliver (2006) señala que la arquitectura tradicional no puede entenderse sin su dimensión social: los constructores locales son depositarios de un conocimiento acumulado que integra técnica, simbolismo y sostenibilidad. En comunidades rurales de la Sierra, por ejemplo, el uso de materiales como el adobe, la piedra o la guadúa responde no solo a su disponibilidad, sino también a un entendimiento profundo del clima y la topografía (Salazar, 2021). Esta

transmisión intergeneracional ha permitido que la arquitectura vernácula mantenga su vigencia como modelo de equilibrio entre naturaleza y cultura.

ONU-Hábitat (2023) plantea que rescatar los saberes locales puede fortalecer la resiliencia urbana frente al cambio climático, al promover viviendas que se adaptan al entorno sin degradarlo. En el contexto del Distrito Metropolitano de Quito, donde las variaciones térmicas y la altitud influyen directamente en el confort térmico, estas estrategias adquieren un valor técnico y ambiental incalculable (MIDUVI, 2026).



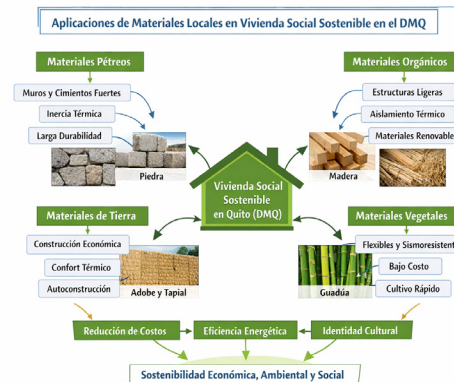
**Figura 18.** Casa Con Materiales Locales, Tapial  
Fuente: Archdaily

La adaptación tecnológica también ha sido clave para revalorizar los conocimientos tradicionales. Según McDonough y Braungart (2002), la sostenibilidad requiere integrar los principios del diseño local con innovaciones que optimicen los materiales y reduzcan su impacto ambiental.

### 1.5.3.2. Tipología de Materiales Locales

La clasificación general de los materiales locales abarca cuatro grandes grupos: pétreos, orgánicos, vegetales y de tierra, los cuales presentan diferentes propiedades físicas, ecológicas y culturales que influyen en su desempeño constructivo (Oliver, 2006).

En la construcción sostenible constituye un eje esencial para comprender la relación entre el entorno natural, la identidad cultural y la eficiencia ambiental de la vivienda social. Estos materiales, seleccionados por su disponibilidad y adaptación al contexto climático, representan una alternativa viable frente a los productos industriales de alto impacto ambiental (ONU-Hábitat, 2023).



**Figura 19.** Clasificación de Materiales  
Fuente: Elaboración Propia, 2025

## Clasificación de materiales locales

La clasificación de los materiales locales no solo responde a criterios técnicos, sino también culturales y ecológicos. Los materiales pétreos aportan durabilidad; los orgánicos y vegetales, ligereza y regeneración; y los de tierra, sostenibilidad térmica y social. La combinación de estos materiales permite configurar arquitecturas adaptadas al territorio, con un equilibrio entre tradición e innovación. En contextos como el Distrito Metropolitano de Quito, su aprovechamiento puede transformar la vivienda social en un espacio sostenible, resiliente y

culturalmente enraizado.

## Materiales Petreos

Los materiales pétreos son aquellos de origen mineral, extraídos directamente del terreno y utilizados con mínima transformación. Su principal característica es la resistencia mecánica a la compresión y la durabilidad frente a agentes climáticos, lo que los convierte en una base sólida para muros, cimientos y pavimentos (Ching & Adams, 2020). Además, poseen una alta inercia térmica, lo que ayuda a mantener temperaturas interiores estables en climas fríos o templados. o impacto ambiental (ONU-Hábitat, 2023).

**Piedra volcánica:** Alta resistencia estructural y gran capacidad de aislamiento térmico; muy utilizada en Quito y la Sierra (Salazar, 2021).

**Granito:** Dureza extrema y resistencia a la abrasión, ideal para pisos o fachadas.

**Basalto:** Elevada densidad y baja porosidad, recomendable para cimientos.

**Canto rodado:** Forma natural redondeada, útil en mampostería o pavimentación.

**Arenisca:** Material poroso de textura cálida, adecuado para muros no estructurales.

Los materiales pétreos, sin embargo, pueden tener un impacto ambiental considerable si no se gestionan de forma responsable, debido al consumo energético asociado a su extracción y transporte (Rincón, 2020).



**Figura 20.** Materiales Petreos

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## Materiales Organicos

Los materiales orgánicos provienen de fuentes naturales renovables como madera, fibras o resinas. Se caracterizan por su ligereza, capacidad aislante y baja huella de carbono. Estos materiales facilitan la bioconstrucción, un enfoque que promueve la integración del hábitat humano con los ecosistemas naturales (McDonough & Braungart, 2002).



**Figura 21.** Materiales Organicos  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

Madera: Alta resistencia estructural y buena aislación térmica; requiere tratamiento para evitar plagas.

Corcho: Aislante natural frente a ruido y temperatura, 100 % renovable.

Fibras de coco: Alta capacidad de absorción acústica, usada en paneles ecológicos.

Caucho natural: Flexibilidad y resistencia a la humedad, útil para pisos sostenibles.

Resinas naturales (como la trementina): Empleadas en selladores ecológicos y adhesivos.

En Ecuador, la madera certificada proveniente de bosques sostenibles es cada vez más relevante en la vivienda de interés social, por su disponibilidad local y su adaptabilidad climática (MIDUVI, 2026).

## Materiales Vegetales

Los materiales vegetales son aquellos derivados directamente de plantas o tejidos vegetales, usados tanto estructural como decorativamente. Su mayor fortaleza radica en su flexibilidad, bajo peso y capacidad de regeneración natural, factores clave para reducir la huella ecológica de la construcción (BID, 2022).

Guadúa angustifolia (bambú): Elevada resistencia a la tracción y flexibilidad sísmica; recurso emblemático del Ecuador.

Paja de páramo: Excelente aislante térmico, tradicional en techos rurales andinos.

Carrizo o caña: Ligero, económico y reciclable; usado en muros y cubiertas.

Fibras de palma toquilla: Material renovable con resistencia al agua, aplicado en revestimientos.

Totora: Vegetal acuático empleado para aislamien-

to y mobiliario, con alta capacidad de renovación.

Estos materiales son esenciales en el enfoque del hábitat sostenible, al promover la autoconstrucción, el aprovechamiento comunitario y la resiliencia climática (Oliver, 2006; Rincón, 2020).



**Figura 22.** Materiales Vegetales  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## Materiales de Tierra

Los materiales de tierra constituyen la base de la arquitectura vernácula latinoamericana. Su fabricación requiere bajo consumo energético, utiliza recursos del entorno inmediato y proporciona excelente comportamiento térmico y acústico (Salazar, 2021). La tierra actúa como regulador higratérmico, permitiendo interiores

más confortables y estables.

**Adobe:** Mezcla de tierra arcillosa, agua y fibras vegetales; ofrece alta inercia térmica.

**Tapial:** Tierra compactada en moldes; gran resistencia a la compresión y durabilidad.

**Bahareque:** Estructura de madera y caña recubierta con barro; alta flexibilidad sísmica.

**Bloques de tierra comprimida (BTC):** Innovación moderna del adobe, resistente y ecológica.

**Tierra alivianada:** Mezcla de tierra con fibras naturales, ideal para muros interiores ligeros.



**Figura 23.** Materiales de Tierra  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

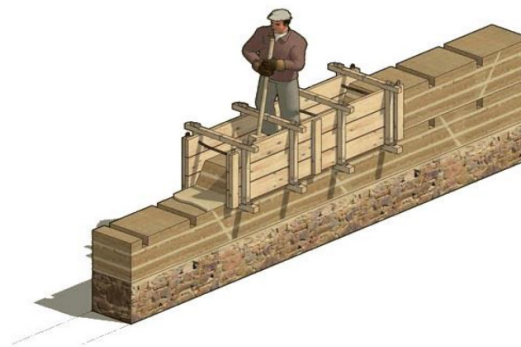
Según el MIDUVI (2026), estos sistemas presentan viabilidad técnica y económica para proyectos de vivienda social, especialmente en zonas rurales o periurbanas. Además, fortalecen las cadenas locales de producción y el empleo comunitario, alineándose con los ODS 11 y 12 sobre ciudades sostenibles y consumo responsable.

### 1.5.3.3. Materiales Predominantes en Ecuador : Adobe, Tapial, Bahareque, Piedra, Madera y Guadúa

Los materiales tradicionales en la construcción ecuatoriana reflejan una estrecha relación entre cultura, territorio y sostenibilidad ambiental. Desde los Andes hasta la Amazonía, el uso de recursos locales ha permitido crear una arquitectura adaptada a las condiciones climáticas y geográficas, manteniendo una baja huella ecológica (Oliver, 2006).

El adobe, elaborado con tierra arcillosa, agua y paja, ha sido históricamente el material más utilizado en las viviendas rurales y en zonas interandinas. Su alta capacidad térmica regula las temperaturas interiores, mientras que su bajo costo lo hace ideal para la vivienda social (Salazar, 2021). Sin embargo, requiere protección ante la humedad y un mantenimiento periódico para asegurar su durabilidad (Ching & Adams, 2020).

El tapial, por su parte, utiliza tierra apisonada en encofrados de madera, alcanzando mayor compactación y resistencia estructural que el adobe. Este sistema ha sido revalorizado en proyectos contemporáneos de arquitectura sostenible, debido a su bajo consumo energético y posibilidad de uso en edificaciones de dos plantas (Rincón, 2020).



**Figura 24.** Proceso Constructivo del Tapial

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

El bahareque, una técnica mixta que combina estructuras de madera o caña con rellenos de barro, destaca por su flexibilidad sísmica y ligereza estructural, cualidades esenciales en zonas de riesgo sísmico como Quito. Estudios del MIDUVI (2026) indican que su comportamiento antisísmico, correctamente reforzado, puede superar al de construcciones de bloque sin refuerzo.

La piedra, presente principalmente en la Sierra, se emplea en cimientos y muros portantes por su alta resistencia a la compresión y durabilidad superior a 100 años, aunque su procesamiento implica mayor energía y costo económico (BID, 2022).

Finalmente, la madera y la guadúa representan los materiales orgánicos y renovables más importantes. La guadúa angustifolia, en particular, combina ligereza, resistencia y

flexibilidad, permitiendo soluciones estructurales sostenibles y seguras frente a sismos (ONU-Hábitat, 2023). Su uso en proyectos sociales, especialmente en Manabí y Pichincha, ha mostrado reducciones de hasta 40 % en costos constructivos respecto al hormigón (MIDUVI, 2026).



**Figura 25.** Casa de Guadua y adobe  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

En conjunto, estos materiales ofrecen alternativas técnicas, ecológicas y económicas viables para la vivienda de interés social, siempre que se integren dentro de procesos de diseño participativo, mantenimiento técnico y gestión ambiental responsable.

#### 1.5.3.4. Innovaciones Derivadas: Bloques de tierra comprimida, bambu laminado y Madera Técnica

Las innovaciones constructivas basadas en materiales locales han permitido revalorizar la tradición sin perder eficiencia tecnológica. Los bloques de tierra comprimida (BTC) son una evolución del adobe, fabricados con mezclas estabilizadas y prensadas que alcanzan mayor resistencia mecánica y durabilidad, cumpliendo con normativas estructurales para vivienda de bajo costo (Rincón, 2020). Según el BID (2022), su producción local genera empleo y reduce en hasta un 70 % la energía incorporada frente al cemento.



**Figura 26.** Sistema Constructivo de BTC  
**Fuente:** Arquitectura Viva,2022

El bambú laminado o guadúa industrializada representa una de las principales innovaciones ecológicas en Latinoamérica. Su procesamiento mejora la uniformidad y resistencia del material, posibilitando su uso en vigas, paneles y mobiliario estructural de alta calidad (ONU-Hábitat, 2023). Además, posee una huella de carbono negativa, ya que cada tonelada de guadúa captura más CO<sub>2</sub> del que emite durante su manufactura (Salazar, 2021).

Por otro lado, la madera técnica —como el cross laminated timber (CLT) o la madera laminada encolada (glulam)— combina diseño digital y control industrial, ofreciendo una resistencia similar al hormigón armado, pero con menor peso y emisiones (Ching & Adams, 2020). En Ecuador, proyectos piloto impulsados por el MIDUVI (2026) y universidades públicas buscan adaptar esta tecnología al uso de especies nativas como el laurel y el eucalipto, fomentando la economía forestal sostenible.

Estas innovaciones evidencian que la modernización tecnológica no contradice los principios del hábitat sostenible, sino que puede potenciar el aprovechamiento racional de los recursos locales, fortaleciendo la resiliencia y asequibilidad de la vivienda social

### **1.5.3.5. Impacto Socioeconómico del uso de Materiales Locales**

El uso de materiales locales en la construcción no solo promueve la sostenibilidad ambiental, sino que también fortalece las economías comunitarias al dinamizar los sistemas productivos locales. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2022), la incorporación de recursos constructivos locales puede incrementar hasta en un 25 % la generación de empleo en comunidades rurales y periurbanas, especialmente en sectores de

producción artesanal y manufactura de bajo impacto.

En el contexto ecuatoriano, esta estrategia contribuye al fortalecimiento de cadenas productivas locales vinculadas a la extracción, transformación y comercialización de materiales como la madera, la guadúa o la tierra. De acuerdo con ONU-Hábitat (2023), promover el uso de materiales autóctonos fomenta una economía circular que reduce la dependencia de insumos importados, dinamizando los circuitos económicos locales y regionales.

Asimismo, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2023) señala que la producción y uso de materiales sostenibles puede generar empleos verdes, definidos como aquellos que contribuyen a la conservación del ambiente y a la reducción de emisiones de carbono. En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), esto cobra especial relevancia debido a la existencia de pequeñas industrias y talleres que mantienen saberes constructivos tradicionales, capaces de integrarse en proyectos de vivienda social.

### **1.5.3.6. Reducción de Costos en Proyectos de Vivienda de Interés Social**

Uno de los beneficios más significativos del uso de materiales locales es la reducción del costo total de construcción, lo cual resulta determinante en proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS). De acuerdo con estudios del MIDUVI (2026), los costos de transporte y adquisición de materiales importados pueden representar entre el 20 % y el 30 % del presupuesto total, mientras que la utilización de recursos locales puede reducir dichos valores hasta en un 18 %, dependiendo del tipo de material y su disponibilidad regional.

Además, el Banco Mundial (2023) sostiene que el uso de materiales locales de bajo impacto no solo disminuye costos iniciales, sino también costos operativos a largo plazo, ya que muchos de estos materiales —como la tierra y la guadúa poseen propiedades térmicas naturales que reducen la necesidad de sistemas de climatización artificial. Esta eficiencia energética se traduce en ahorros directos para las familias y en una mejora en la sostenibilidad del hábitat.

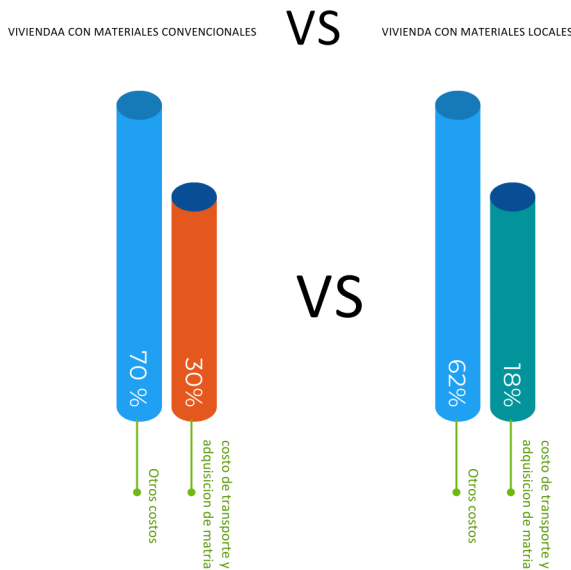
En consecuencia, la aplicación de materiales locales no solo se justifica desde el punto de vista ambiental, sino también como una estrategia económica eficiente para alcanzar los objetivos de vivienda digna y sostenible establecidos en el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y el ODS 12 (Producción y consumo responsables) (ONU, 2015).

### 1.5.4. Analisis del Ciclo de Vida

#### 1.5.4.1. Concepto y Origen ACV

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología que permite evaluar de forma integral los impactos ambientales asociados a un producto, proceso o servicio durante todas las etapas de su existencia: desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final o reciclaje (ISO, 2020). En el ámbito de la construcción, esta herramienta se ha convertido en una base científica esencial para la medición de la sostenibilidad de los materiales y el diseño de edificaciones de bajo impacto ambiental (Cabeza et al., 2018).

El origen del ACV se remonta a las décadas de 1960 y 1970, cuando las primeras evaluaciones energéticas y de residuos comenzaron a aplicarse en sectores industriales de Europa y Estados Unidos. Estas investigaciones buscaban determinar la cantidad de energía incorporada y los impactos derivados del uso de recursos naturales, marcando el inicio de un enfoque cuantitativo en la gestión ambiental (Guinée, 2011). Con el tiempo, y especialmente a partir de la normalización internacional de la serie ISO 14040 y 14044, el ACV se consolidó como una metodología universalmente aceptada para la toma de decisiones sostenibles en distintas industrias, incluida la



**Figura 27.** Comparación de Costos de Transporte y Adquisición de Materiales

**Fuente:** Arquitectura Viva, 2022

construcción (ISO, 2006; UNEP, 2023).

### **1.5.4.2. Fases del Ciclo de Un Material**

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se estructura en un conjunto de fases interrelacionadas que permiten evaluar el impacto ambiental de los materiales de construcción desde su origen hasta su disposición final. De acuerdo con las normas internacionales ISO 14040 y 14044 (2006; 2020), las principales etapas son: extracción de materias primas, producción o manufactura, transporte, uso y mantenimiento, y fin de vida útil o reciclaje. Cada una de ellas aporta datos esenciales para determinar el desempeño ambiental del material a lo largo de su existencia (UNEP, 2023)

#### **Fase 1 : Extracción de Materias Primas**

Esta fase considera la obtención de los recursos naturales necesarios para fabricar el material, como arcilla, piedra o madera. El impacto ambiental se relaciona con la degradación del suelo, el consumo energético y la pérdida de biodiversidad (Cabeza et al., 2018). En el caso de los materiales locales, su extracción suele implicar menor impacto ambiental, pues provienen de fuentes cercanas y requieren procesos de transformación simples. Por ejemplo, el uso de tierra cruda y guadúa en la construcción tradicional ecuatoriana minimiza la energía incorporada y fomenta la sostenibilidad territorial (Rincón, 2020).

#### **Fase 2: Producción o Manufactura**

Aquí se transforman las materias primas en productos utilizables. Este proceso puede ser artesanal (como en el caso del adobe o tapial) o industrial (como en el ce-

mento o acero). Según McDonough y Braungart (2002), la producción industrial tiende a generar altos niveles de residuos y emisiones de CO<sub>2</sub>, mientras que los materiales locales presentan un bajo requerimiento energético y reducida contaminación atmosférica. La tecnificación de materiales naturales, como el bambú laminado o la madera técnica, permite combinar eficiencia estructural con sostenibilidad ambiental (MIDUVI, 2026)

#### **Fase 3 : Transporte y Distribución**

El transporte representa una parte crucial del impacto del ciclo de vida, especialmente cuando los materiales recorren largas distancias. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2023), el uso de materiales locales reduce significativamente la huella de carbono asociada al transporte, lo que refuerza su pertinencia para proyectos de vivienda social sostenible. En el contexto del Distrito Metropolitano de Quito, donde el acceso a recursos naturales es diverso, la proximidad de materiales como la piedra, la guadúa o el adobe reduce los costos logísticos y el consumo energético (BID, 2022).

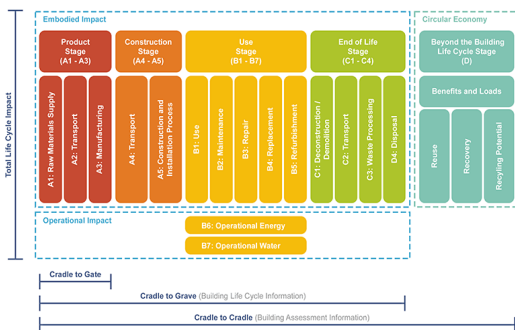
#### **Fase 4 : Uso y Mantenimiento**

Durante la etapa de uso, se evalúa el comportamiento térmico, estructural y energético del material en la edificación. Los materiales locales, al poseer propiedades de inercia térmica y transpirabilidad, favorecen el confort térmico pasivo y disminuyen la necesidad de climatización artificial (Oliver, 2006). Además, su mantenimiento tiende a ser más asequible y compatible con prácticas comunitarias, lo que refuerza la sostenibilidad social y económica (ONU-Hábitat, 2023).

## Fase 5 : Proceso de construcción

Finalmente, el ACV analiza el destino del material tras su vida útil: reutilización, reciclaje, valorización energética o disposición final. De acuerdo con ISO 14044 (2020), la reutilización y reciclabilidad son indicadores clave de sostenibilidad. En el caso de los materiales locales, su carácter biodegradable y reutilizable (como la madera o el adobe) reduce significativamente los residuos de demolición y contribuye a una economía circular en el sector de la construcción (McDonough & Braungart, 2002).

En síntesis, las fases del ciclo de vida permiten comprender el comportamiento integral de los materiales, destacando cómo los recursos locales —por su bajo impacto, cercanía y adaptabilidad— ofrecen ventajas ambientales y económicas frente a los sistemas constructivos convencionales. Su análisis es indispensable para la formulación de estrategias de vivienda social sostenible en el Ecuador contemporáneo.



**Figura 28.** Fases del Ciclo de Vida  
Fuente: Brownig,2026

## 1.5.4.3. Indicadores de Sostenibilidad

Los indicadores de sostenibilidad constituyen herramientas técnicas que permiten medir los impactos ambientales, sociales y económicos asociados al ciclo de vida de los materiales de construcción. Según la Organización de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2023), estos indicadores facilitan la toma de decisiones basadas en evidencia, al mostrar los efectos del uso de materiales sobre el entorno, la economía y el bienestar social.

Entre los principales indicadores ambientales destacan:

Energía incorporada (MJ/kg), que mide la cantidad total de energía necesaria para la producción del material.

Huella de carbono (kg CO<sub>2</sub>-eq), que cuantifica las emisiones de gases de efecto invernadero.

Durabilidad y vida útil (años), que relaciona la resistencia del material con su mantenimiento.

Reutilización y reciclabilidad (% del material recuperable), que valora la circularidad del recurso.

Huella hídrica (L/kg), que estima el consumo de agua durante su fabricación.

De acuerdo con Cabeza et al. (2018), los materiales locales como el adobe, la piedra o la guadúa presentan valores de energía incorporada hasta 80 % menores que los materiales industrializados, debido a su bajo procesamiento y proximidad al sitio de uso. Esto los convierte en alternativas prioritarias para proyectos de vivienda social sostenible, donde la eficiencia de recursos es esencial.

Asimismo, la norma ISO 14040-14044 (2020) y el software SimaPro permiten integrar estos indicadores en estudios comparativos, garantizando una evaluación científica y transparente.

En el caso del Distrito Metropolitano de Quito, la aplicación de estos indicadores permite evidenciar que los materiales locales no solo reducen el impacto ambiental, sino que mejoran la asequibilidad económica y fortalecen las cadenas productivas locales, reforzando así los principios de la Agenda 2030 (ODS 9, 11 y 12) (ONU, 2015; MIDUVI, 2026).

The logo for SimaPro Global Partner. The word "SimaPro" is written in a large, bold, green sans-serif font. Below it, the words "Global Partner" are written in a smaller, dark red sans-serif font.

**Figura 29.** Software para evaluación ambiental  
**Fuente:** SimaPro, 2026

#### 1.5.4.4. Herramientas de Evaluación de Sostenibilidad

La transición hacia una arquitectura sostenible requiere de herramientas técnicas de evaluación ambiental que permitan medir con precisión los impactos que generan los materiales y procesos constructivos. Estas herramientas operan bajo la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), una técnica estandarizada por las normas ISO 14040 y 14044, la cual evalúa los efectos ambientales de un producto o sistema desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final (ISO, 2020).

Según Cabeza et al. (2018), el uso de herramientas de evaluación ambiental permite transformar la práctica arquitectónica en una disciplina basada en la evidencia, donde las decisiones de diseño se sustentan en información cuantificable sobre energía incorporada, emisiones de CO<sub>2</sub>, uso de agua y generación de residuos. Estas métricas posibilitan comparar alternativas constructivas y priorizar aquellas que minimizan los impactos negativos sobre el entorno.

#### SimaPro

SimaPro es una de las herramientas más reconocidas en el análisis del ciclo de vida (ACV). Desarrollada por PRÉ Consultants, permite modelar los flujos de materiales, energía y emisiones desde la extracción hasta la disposición final (Huijbregts et al., 2017). Su principal ventaja radica en su compatibilidad con múltiples bases de datos, como Ecoinvent y Agri-footprint, lo que garantiza una evaluación integral y confiable. Es ampliamente utilizada en proyectos de certificación LEED, BREEAM y en investigaciones científicas.

## Ecoinvent

uEcoinvent no es un software sino una base de datos que complementa herramientas como SimaPro, GaBi y OpenLCA. Contiene más de 18.000 procesos industriales que describen insumos, energía y emisiones para diferentes productos (Wernet et al., 2016). Su aporte fundamental radica en la trazabilidad de los datos, permitiendo a los investigadores personalizar inventarios según condiciones locales o regionales, como las del Ecuador o la región andina

## GaBi

GaBi (Ganzheitliche Bilanzierung), desarrollada por Sphera Solutions, es una de las plataformas más robustas para análisis de ciclo de vida en sectores industriales y de construcción. Ofrece una interfaz intuitiva y permite comparar escenarios de materiales, transporte o energía en edificaciones (Pehnt, 2006). Se utiliza ampliamente en Europa por su integración con normas ISO 14040 y 14044. En el contexto arquitectónico, su ventaja es la posibilidad de simular estructuras completas con base en datos de manufactura y transporte.

## OpenLCA

OpenLCA es un software de código abierto desarrollado por GreenDelta, que permite realizar ACV con bases de datos gratuitas o de pago (Ciroth, 2007). Su accesibilidad lo convierte en una opción preferida para universidades y proyectos públicos, especialmente en países en desarrollo. La flexibilidad del sistema permite incorporar información local —como materiales autóctonos—, lo que lo hace muy adecuado para estudios de vivienda social sostenible en Ecuador o América Latina.

## EDGE

EDGE, desarrollada por la Corporación Financiera Internacional (IFC) y promovida por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), es una de las herramientas más relevantes para el contexto latinoamericano (IFC, 2022). Evalúa la eficiencia energética, hídrica y de materiales en edificaciones, promoviendo reducciones de al menos un 20 % en consumo de recursos. A diferencia de otras plataformas, EDGE está adaptada a condiciones climáticas y económicas locales, y su interfaz es accesible para gobiernos y desarrolladores de vivienda social. En Ecuador, ha sido aplicada en programas del MIDUVI y proyectos piloto de vivienda sostenible (BID, 2023).

The logo for Ecoinvent, featuring the word "ecoinvent" in a lowercase, sans-serif font. The letter "o" is replaced by a circular icon composed of several small dots.The logo for EDGE, featuring the word "Edge" in a blue, sans-serif font. The letter "E" is stylized with a green and blue geometric pattern.The logo for GaBi, featuring a blue and yellow sphere icon to the left of the text "GaBi" in a bold, sans-serif font. Below "GaBi" is the text "Product Sustainability Performance" in a smaller, sans-serif font.The logo for OPENLCA, featuring the word "OPENLCA" in a purple, sans-serif font. The letters "O" and "L" are enclosed within a blue circular graphic element.

**Figura 30.** Softwares para evaluación ambiental  
**Fuente:** Elaboración Propia, 2025

## 1.6 Referentes

### 1.6.1. Housing Now

Housing NOW ha desarrollado un sistema modular de viviendas de bambú diseñado para contextos de emergencia y conflicto en Myanmar. El país cuenta con cientos de especies de bambú de diversas formas, colores y formas. Tradicionalmente, las especies de mayor diámetro se utilizan para la construcción, mientras que los tallos más pequeños se emplean para la agricultura o la construcción de cercas. Los tallos más grandes alcanzan precios más altos en el mercado; en cambio, el bambú de diámetro pequeño es extremadamente abundante y económico. (Blue Temple,2025).

Debido a que sus aplicaciones tradicionales lo requieren en grandes cantidades. Esta asequibilidad presenta una oportunidad arquitectónica: al agrupar y reconfigurar estos pequeños tallos en estructuras, (Raphaël Ascoli,2025) Housing NOW ha reutilizado un material de bajo valor en un sistema de construcción innovador. Cada marco integra columna, viga de piso, viga de techo y arriostramiento diagonal en un conjunto monolítico continuo. Cuatro marcos se entrelazan para formar el esqueleto portante, sobre el cual se montan los acabados.

Para evaluar el rendimiento, se construyeron y probaron cinco prototipos a escala real: los marcos se tensaron lateralmente con un dinamómetro en ambas direcciones para simular las cargas de viento y se sometieron a tensión hasta la rotura Housing NOW no es una investigación especulativa, sino un método de construcción validado y práctico. La supervivencia de 26 casas en Mandalay durante uno de los terremotos más fuertes de la región demuestra que la arquitectura.



**Figura 31.** Vivienda de adobe ,China

**Fuente:** ArchDaily,Fotografía de Aung Htay Hlain,2025



**Figura 32.** Vivienda de bambu

**Fuente:** ArchDaily,Fotografía de Aung Htay Hlain,2025

### 1.6.2. Guangming Village

Guangming Village se encuentra en el condado de Ludian, provincia de Yunnan, China. Un total de 90% de las casas en Guangming Village eran de tierra apisonada con techos inclinados. La construcción con tierra apisonada tiene una larga historia en China, particularmente en la zona rural de Yunnan. El barro fue el principal material utilizado en la arquitectura tradicional porque es un componente económico y accesible, además de exhibir un importante rendimiento térmico.

Por lo tanto, la mayoría de los pobladores prefirieron reconstruir sus casas con ladrillos y concreto. Otras soluciones comerciales también se proporcionaron a los residentes locales, como por ejemplo edificios de acero livianos. Sin embargo, dado el aumento de las necesidades de reconstrucción y las malas condiciones del tráfico después del terremoto, el precio de los materiales de construcción aumentó rápidamente y se hizo inaccesible para la mayoría de los aldeanos locales. (ARQA,2017)

Se construyó un prototipo de casa para una pareja de ancianos para validar la tecnología y desarrollar el rendimiento del innovador sistema de construcción de tierra apisonada. De acuerdo con la situación de Guangming Village, las estrategias de reconstrucción «3L» (tecnología local, materiales locales y mano de obra local) se utilizaron en el proyecto para proporcionar una solución endógena y sostenible. La tecnología tradicional de tierra apisonada se mejoró utilizando la teoría de «alta ciencia y tecnología apropiada», que se centra en la capacidad sísmica, el confort térmico, la iluminación natural y la rentabilidad. (Kunming,2017)

Dentro de un terreno limitado, el diseño se integra con espacios semi-exteriores para proporcionar un ambiente

de vida cómodo y artístico para la pareja. El atrio semi-al aire libre con tragaluz y ventilación cruzada es luminoso y confortable. Las ventanas de doble acristalamiento y el techo aislado se utilizan para mejorar el rendimiento térmico del edificio.



**Figura 33.** Vivienda de adobe en china

**Fuente:** ARQA,2017



**Figura 34.** Terremoto en Yunnan,China

**Fuente:**Guangming Village,2021

### 1.6.3. Kuna

Más de un millón de personas en Nicaragua se encuentran sin hogar. KuNa, en maya yucateco “Casa de la Naturaleza”, es un programa de vivienda social de bambú gestionado por las comunidades de Chontales, Salinas de Nahualapa y El Astillero. La misión de Casa Congo es crear una economía basada en el bambú que empodere a la comunidad para diseñar y construir sus propias viviendas con materiales locales, regenerativos y de alto rendimiento

(Casa Comgo,2021) lanzó KuNa y construyó las primeras 21 casas de bambú, utilizando más de 4000 postes de bambú *Angustifolia Guadua* que fueron cosechados en Chontales y transformados en soluciones de vivienda de ingeniería prefabricadas en el taller de El Astillero. KuNa busca aprovechar el bambú como material de construcción para implementar soluciones de vivienda resilientes con un presupuesto eficiente que permita a nuestro programa competir con técnicas de construcción tradicionales como el hormigón, el acero, el zinc y los bloques.



**Figura 35.** Vivienda en bambu,Nicaragua  
**Fuente:** Casa Congo,2021

Tras el azote de dos huracanes de categoría cuatro, Eta e Iota, Nicaragua dejó a decenas de miles de personas prácticamente sin nada. Estos huracanes de finales de 2020 pusieron de relieve un problema más amplio: la crisis de vivienda en Nicaragua, que afecta a más de un millón de personas que viven sin alojamiento adecuado y con menos de 3 dólares al día. Según (Banco Interamericano de Desarrollo, 2025), Nicaragua es el país de América Latina con el mayor déficit de vivienda. Además, existe una importante escasez de soluciones de construcción asequibles que puedan obtenerse localmente de forma sostenible.

Un aspecto crucial de la misión fue la llegada de Don Oscar Ruiz. Don Oscar es un agricultor colombiano con más de 40 años de experiencia en la silvicultura del bambú, quien llegó a Nicaragua para capacitar a la cooperativa agrícola de Chontales y transmitir sus conocimientos a Doña Rita, quien lideró la cosecha local de bambú y suministró más de 4000 cañas de bambú en tres meses. Gracias a nuestra alianza con Tacuara, Casa Congo formó un equipo de carpinteros compuesto por hombres y mujeres locales que vieron en KuNa una oportunidad para aprender sobre el bambú.



**Figura 36.** Vivienda en bambu,Nicaragua  
**Fuente:** Casa Congo,2021

Referentes	Imagen	Indicadores de Aportes
<p><b>Housing Now Myanmar 2025</b></p>		<p><b>Materiales:</b> El uso del bambú permite reducir significativamente la huella ecológica de la construcción, en comparación con la construcción con materiales de alta procesabilidad como el hormigón y el acero. La forma de uso del sistema constructivo disminuye los requerimientos de cimentación y facilita procesos de montaje más rápidos, lo que resulta especialmente adecuado para viviendas sociales. Observando la viabilidad técnica y ambiental de los materiales naturales.</p> <p><b>Impacto Bioclimático:</b> Combinar una adecuada ventilación cruzada y una relación directa entre espacios interiores y exteriores, permite mantener condiciones de confort térmico sin recurrir a sistemas mecánicos de climatización. Estas estrategias pasivas son coherentes con el clima templado del Distrito Metropolitano de Quito, donde el control de la ventilación y la protección frente a la radiación solar resultan determinantes para el desempeño ambiental de la vivienda.</p>
<p>Bambú - Madera</p>		<p><b>Materiales:</b> Se fundamenta el uso de materiales locales y técnicas constructivas tradicionales, como la tierra compactada y la madera, esto permite una relación directa entre el entorno, la arquitectura y la disponibilidad de recursos. Por otro lado, en el Distrito Metropolitano de Quito, en particular en sus parroquias rurales y periurbanas, donde la cercanía a materiales naturales reduce costos de transporte y misiones asociadas.</p> <p><b>Impacto Bioclimático:</b> La combinación de los muros de alta masa térmica y sistemas constructivos permeables, favorece la regulación natural de la temperatura y la humedad interior. El proyecto se adapta a la topografía y al clima mediante estrategias pasivas como ventilación natural, cubiertas adecuadas y orientación controlada. Esto nos aporta a la investigación al reforzar la idea de que la sostenibilidad en la vivienda de interés social puede lograrse a partir de la revalorización de técnicas constructivas.</p>
<p>Guangming Village Yunnan, China 2017</p>		<p><b>Materiales:</b> Su sistema constructivo basado en el uso de guadua y madera local, materiales renovables con bajo impacto ambiental y alto potencial estructural. En nuestro país la guadua se presenta como una posibilidad de alternativa para el hormigón debido a su rápido crecimiento, disponibilidad regional y capacidad para reducir significativamente los datos de la huella de carbono en comparación con sistemas convencionales, usado especialmente en sectores rurales y de transición urbana.</p> <p><b>Impacto Bioclimático:</b> Este proyecto fomenta los sistemas constructivos ligeros que buscan favorecer la ventilación cruzada y el confort térmico sin recurrir a soluciones tecnológicas complejas. La baja acumulación térmica de la guadua, combinada con una relación entre espacios interiores y exteriores, permitiendo una respuesta eficiente frente a climas templados y húmedos. Buscando aportar correctos diseños que evidencien la ejecución de los materiales naturales y renovables.</p>
<p>Adobe - Hormigón</p>		<p><b>Materiales:</b> Su sistema constructivo basado en el uso de guadua y madera local, materiales renovables con bajo impacto ambiental y alto potencial estructural. En nuestro país la guadua se presenta como una posibilidad de alternativa para el hormigón debido a su rápido crecimiento, disponibilidad regional y capacidad para reducir significativamente los datos de la huella de carbono en comparación con sistemas convencionales, usado especialmente en sectores rurales y de transición urbana.</p> <p><b>Impacto Bioclimático:</b> Este proyecto fomenta los sistemas constructivos ligeros que buscan favorecer la ventilación cruzada y el confort térmico sin recurrir a soluciones tecnológicas complejas. La baja acumulación térmica de la guadua, combinada con una relación entre espacios interiores y exteriores, permitiendo una respuesta eficiente frente a climas templados y húmedos. Buscando aportar correctos diseños que evidencien la ejecución de los materiales naturales y renovables.</p>
<p>KuNa Nicaragua 2022</p>		<p><b>Materiales:</b> Su sistema constructivo basado en el uso de guadua y madera local, materiales renovables con bajo impacto ambiental y alto potencial estructural. En nuestro país la guadua se presenta como una posibilidad de alternativa para el hormigón debido a su rápido crecimiento, disponibilidad regional y capacidad para reducir significativamente los datos de la huella de carbono en comparación con sistemas convencionales, usado especialmente en sectores rurales y de transición urbana.</p> <p><b>Impacto Bioclimático:</b> Este proyecto fomenta los sistemas constructivos ligeros que buscan favorecer la ventilación cruzada y el confort térmico sin recurrir a soluciones tecnológicas complejas. La baja acumulación térmica de la guadua, combinada con una relación entre espacios interiores y exteriores, permitiendo una respuesta eficiente frente a climas templados y húmedos. Buscando aportar correctos diseños que evidencien la ejecución de los materiales naturales y renovables.</p>
<p>Bambú - Adobe</p>		<p><b>Materiales:</b> Su sistema constructivo basado en el uso de guadua y madera local, materiales renovables con bajo impacto ambiental y alto potencial estructural. En nuestro país la guadua se presenta como una posibilidad de alternativa para el hormigón debido a su rápido crecimiento, disponibilidad regional y capacidad para reducir significativamente los datos de la huella de carbono en comparación con sistemas convencionales, usado especialmente en sectores rurales y de transición urbana.</p> <p><b>Impacto Bioclimático:</b> Este proyecto fomenta los sistemas constructivos ligeros que buscan favorecer la ventilación cruzada y el confort térmico sin recurrir a soluciones tecnológicas complejas. La baja acumulación térmica de la guadua, combinada con una relación entre espacios interiores y exteriores, permitiendo una respuesta eficiente frente a climas templados y húmedos. Buscando aportar correctos diseños que evidencien la ejecución de los materiales naturales y renovables.</p>

**Tabla 1.** Matriz Compartiva de Referentes  
Fuente: Elaboración Propia, 2025



## **ETAPA 2**

### **Materiales y Métodos**



## Materiales y Métodos

### 2.1 Información General

La investigación tiene como finalidad brindar soluciones alternativas a problemas ambientales y de confort térmico con materiales locales ,creando nuevos hábitos de construcción con materiales sostenibles que producen menos Co2 y tienen mejor confort térmico.

**Tabla 1.** Información general

Tipo de Proyecto	Propuesta Innovadora
Línea de investigación	1. DISEÑO TÉCNICA Y SOSTENIBILIDAD (DITES)
Áreas de Investigación:	ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD
Delimitación Temporal:	PERIODO ACADEMICO B25

**Fuente:** Elaboración Propia, 2025

### 2.2 Metodología

Este proyecto de investigación de estudio de sostenibilidad y disponibilidad de materiales locales para vivienda unifamiliar de interés social en el Distrito metropolitano de Quito,2025.

su enfoque metodológico tiene carácter mixto , según (Hernández Samperi,2014) según el Samperi su metodología de investigación asegura que existen dos clases de enfoque la primera es la cuantitativa y la otra cualitativa que involucran la recolección y análisis de datos , como su integración y discusión conjunta para así lograr una mayor comprensión del fenómeno de estudio.

Esta investigación busca la medición de las variables planteadas mediante la recopilación de datos que a su vez pueden ser contabilizados, medibles y procesados. la presente investigación se encuentra fragmentada en las siguientes fases :

#### Fase 1. Caracterización de Materiales

Para el desarrollo de la presente investigación se optó por un diseño documental de carácter netamente bibliográfico, ya que este método permite la recolección de datos provenientes de varias fuentes claramente validadas siguiendo los lineamientos de la metodología de Hernández Sampieri (2024).

Para la sustentación técnica de esta investigación su estructura es mediante la revisión de artículos científicos, tesis, bibliotecas, libros entre otros repositorios. esto facilita la identificación de materiales para la construcción descritas bajo el criterio de confort térmico. estos factores constituyen el eje central del estudio y permiten la creación de una tabla o matriz para un correcto levantamiento de datos estadísticos.

## Fase 2. Selección de Materiales

En esta fase se emplea un enfoque descriptivo centrado en la recopilación de datos para ampliar el conocimiento del tema siguiendo los lineamientos de Hernández Sampieri (2014). Posteriormente y mediante este análisis se busca transformar la información técnica en soluciones prácticas y propuestas concretas para la investigación.

En esta etapa se procede a seleccionar materiales de la fase 1, que su impacto ambiental sea menor, su conductividad térmica mejore el ambiente de los prototipos de vivienda en cada uno de los sitios seleccionados que se encuentran localizados en un clima específico de DMQ, uno en un clima frío (Llano Chico) y el otro en un clima cálido (Nanegal). Así evaluar en cada uno de ellos su impacto ambiental bajo los parámetros de ciclo de vida A1-A3, su confort térmico, costos.

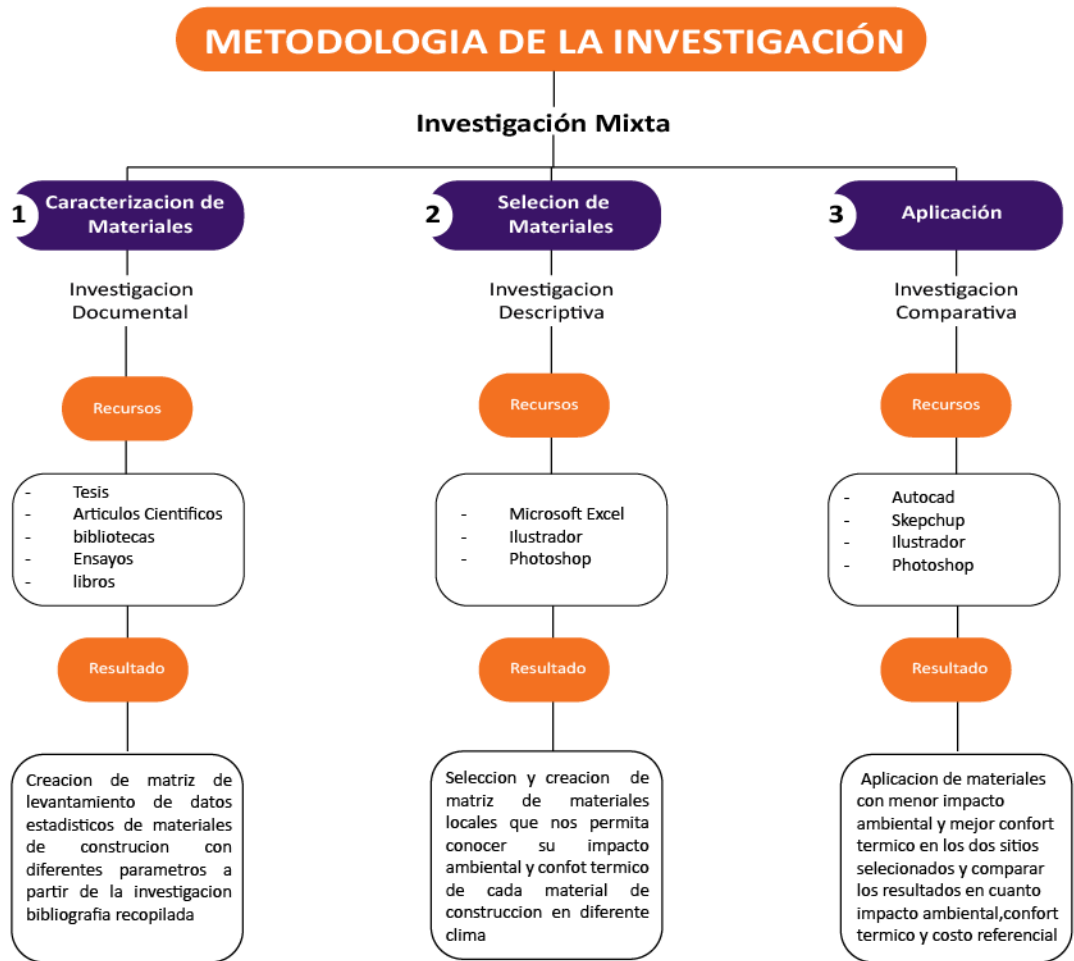
## Fase 3. Aplicación de Materiales

En esta etapa de aplicación se emplea un enfoque comparativo, bajo la perspectiva metodológica de Hernández Sampieri (2014), orientado a analizar y contrastar el desempeño de las variables seleccionadas en distintos escenarios. Este diseño permite generar resultados a partir de la interpretación y comparación de datos obtenidos en dos contextos climáticos diferentes.

Se procederá a aplicar los materiales locales seleccionados según el sitio de estudio, considerando su adaptación a las condiciones del lugar, con el objetivo de alcanzar un mayor confort térmico y un menor impacto ambiental. Posteriormente, estos resultados serán comparados con los de una vivienda de interés social construida con materiales convencionales, con el fin de identificar alternativas constructivas más sostenibles.

Finalmente, se realizará una comparación con un prototipo construido con materiales convencionales, con el propósito de evidenciar las ventajas del uso de materiales locales en la construcción, en términos de reducción de contaminación ambiental, disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> y mejora del confort térmico en diferentes climas.

Así lograremos tener construcciones más amigables y sostenibles con el planeta con el objetivo de minimizar su impacto ambiental. Para esta etapa usaremos herramientas como Excel, Illustrator, Photoshop entre otros que no permitan generar conclusiones sobre los beneficios de sustituir los materiales convencionales.



**Figura 37.** Metodología de estudio  
**Fuente:** Elaboración Propia, 2025

## 2.3 Diagnostico de Sitio

### 2.3.1. Ecuador Diversidad Regional

Ecuador es un país ubicado en el noroccidente de América del Sur que, a pesar de su extensión territorial relativamente pequeña, presenta una notable diversidad geográfica y climática. Esta condición se explica principalmente por su localización sobre la línea ecuatorial, la presencia de la cordillera de los Andes y la influencia directa del océano Pacífico. Estos factores naturales han configurado un territorio heterogéneo, donde las condiciones ambientales cambian de manera significativa en distancias cortas, influyendo directamente en la forma en que las comunidades se asientan y construyen.



**Figura 38.** División Geográfica Ecuador  
**Fuente:** Elaboración Propia, 2025

#### 2.3.1.1. Regiones Del Ecuador

Ecuador, ubicado en el extremo noroccidental de América del Sur, se distingue a nivel mundial por su extraordinaria biodiversidad en relación con su extensión territorial. Esta riqueza natural se explica, en gran medida, por la influencia de la Cordillera de los Andes, que funciona como una barrera geográfica y climática, dividiendo el país en cuatro regiones naturales bien definidas: Costa, Sierra, Amazonía y Región Insular (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2023).

##### Región Costa

Se extiende a lo largo del litoral pacífico y se caracteriza por un clima predominantemente cálido, con temperaturas que generalmente se mantienen entre los 24 °C y 30 °C. La humedad es elevada, especialmente en las zonas cercanas al mar y a los sistemas fluviales, y las lluvias se concentran en los primeros meses del año. Estas condiciones han favorecido históricamente el desarrollo de una arquitectura ligera, abierta y ventilada, donde predominan materiales de origen vegetal y sistemas constructivos que permiten una adecuada circulación del aire y protección frente a la radiación solar y las precipitaciones.

##### Región Sierra

Presenta un clima templado influenciado directamente por la altitud y el relieve andino. Las temperaturas medias oscilan entre los 8 °C y 18 °C, con una marcada diferencia térmica entre el día y la noche. Esta variabilidad ha condicionado el uso de materiales con mayor masa térmica, como la piedra y la tierra, que permiten estabilizar la temperatura interior de las viviendas. En esta región, la arquitectura tradicional refleja una adap-

tación cuidadosa al entorno, buscando resguardar el calor durante la noche y aprovechar la radiación solar durante el día.

## Región Amazonica

Se distingue por un clima cálido y húmedo durante todo el año, con temperaturas promedio que fluctúan entre los 22 °C y 28 °C y altos niveles de precipitación. Las construcciones tradicionales en esta zona responden a estas condiciones mediante estructuras elevadas del suelo y el uso de materiales naturales como la madera y el bambú, los cuales facilitan la ventilación y reducen la acumulación de humedad. Esta arquitectura evidencia una relación directa entre el entorno natural y las soluciones constructivas desarrolladas por las comunidades locales.

## Región Insular

El archipiélago de Galápagos, ubicado aproximadamente a mil kilómetros del litoral ecuatoriano, se caracteriza por su origen volcánico reciente y por una dinámica climática influenciada por la interacción de diversas corrientes oceánicas. A diferencia del clima continental, el archipiélago presenta una variabilidad térmica moderada, producto de la acción conjunta de la corriente fría de Humboldt y la cálida de Panamá, lo que origina temperaturas promedio entre los 18 °C y 27 °C (Parque Nacional Galápagos, 2023). Estas condiciones climáticas determinan la distribución ecológica y la adaptación de las especies endémicas, configurando un sistema ambiental de alta sensibilidad.

En relación con la infraestructura y el entorno construido, la escasez de recursos naturales y la necesidad de preservar un ecosistema frágil han impulsado el desa-

rollo de estrategias arquitectónicas sostenibles. Se favorece el empleo de materiales locales de bajo impacto ambiental, como la piedra basáltica, junto con diseños bioclimáticos que aprovechan la ventilación natural y la iluminación pasiva, reduciendo la dependencia de sistemas artificiales. Este enfoque se alinea con las políticas de conservación y uso responsable del suelo establecidas en la Reserva de la Biosfera de Galápagos (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2023).

### 2.3.2. Distrito Metropolitano de Quito

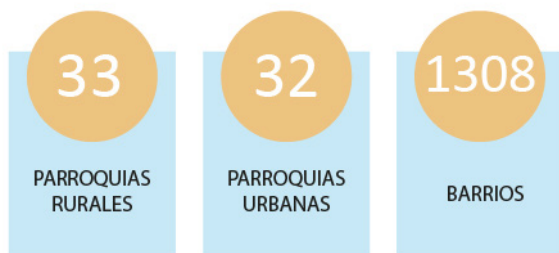


**Figura 39.** División Administrativa DMQ

Fuente: Wikipedia, 2022

El Distrito Metropolitano de Quito se localiza en la región interandina del Ecuador, dentro de la provincia de Pichincha, asentado sobre un valle rodeado por cadenas montañosas de la Cordillera de los Andes. Su superficie total es de aproximadamente 4 235 km<sup>2</sup>, y alberga una población estimada de 2.7 millones de habitantes, lo que la convierte en una de las urbes más densamente pobladas del país (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2024).

Desde una perspectiva cultural, Quito constituye un referente histórico y patrimonial de relevancia nacional e internacional. Su riqueza arquitectónica, urbana y simbólica refleja la evolución de la identidad ecuatoriana, consolidándose como un eje fundamental para la preservación de saberes tradicionales, técnicas constructivas vernáculas y expresiones artísticas que integran el patrimonio material e inmaterial del país (UNESCO, 2023). Además, su reconocimiento como Primer Patrimonio Cultural de la Humanidad impulsa el turismo cultural y fortalece el vínculo entre sostenibilidad, cultura y desarrollo local.



**Figura 40.** Composición de Parroquias-Barrios del DMQ

**Fuente:** Elaboración Propia, 2025

### 2.3.2.1. Pisos Termicos en el DMQ

El Distrito Metropolitano de Quito presenta una marcada diversidad climática, derivada de su compleja topografía y de la amplia variación altitudinal propia de su territorio. Aunque suele percibirse como una ciudad de clima templado, en realidad integra cinco zonas climáticas diferenciadas:

#### Piso Cálido Húmedo

En las zonas bajas del noroccidente quiteño, como Naregal y Pacto (entre 500 y 1.800 msnm), predominan las altas temperaturas y una humedad relativa superior al 80 %. En estos entornos tropicales, el confort térmico no depende del aislamiento, sino de la ventilación y permeabilidad del edificio. La utilización de materiales de baja inercia térmica, como la caña guadúa, permite que las envolventes se enfríen con rapidez. Según Rincón (2020), una de las estrategias más efectivas consiste en elevar la vivienda sobre pilotes, evitando el contacto con la humedad del suelo y favoreciendo la circulación del aire para reducir el bochorno ambiental.

#### Piso Termico Semi-humedo

En los valles interandinos bajos, como Guayllabamba (entre 1.800 y 2.300 msnm), el clima se caracteriza por alta radiación solar y menor precipitación. NEC-HS-EE (2018) recomienda incorporar aleros pronunciados y protecciones solares móviles para mitigar la exposición solar directa. Asimismo, la integración de vegetación, cuerpos de agua y materiales locales con sistemas de enfriamiento evaporativo constituye una respuesta bioclimática eficaz que mantiene el equilibrio térmico y mejora el confort interior.

## Piso Termico Mesotermico Semi-humedo

En sectores como Llano Chico (a alturas de 2.300 a 2.800 msnm), las variaciones térmicas diarias pueden superar los 15 °C, lo que plantea un reto significativo para la estabilidad térmica de las edificaciones. McDougough y Braungart (2002) sostienen que la arquitectura debe emular los procesos naturales, aprovechando los ciclos energéticos del entorno. En este contexto, los materiales terrosos, como el adobe o el tapial, resultan óptimos debido a su alta capacidad de almacenamiento térmico. La inercia térmica de la tierra permite captar calor durante el día y liberarlo por la noche, garantizando un confort térmico constante (ONU-Hábitat, 2023).

## Piso Termico Mesotermico Frio

En las zonas altas y urbanas de Quito, como Píntag (entre 2.800 y 3.500 msnm), predomina un clima frío y ventoso, propio de la cordillera andina. En este entorno, la arquitectura de vivienda social debe priorizar la compacidad y el aislamiento térmico, reduciendo la superficie expuesta al exterior. El uso de aislantes naturales, como la paja o las fibras de lana mineral, es esencial para conservar el calor interno. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2022) advierte que la carencia de aislamiento en este tipo de pisos térmicos incrementa la incidencia de enfermedades respiratorias en las comunidades más vulnerables.

## Piso Termico Paramo

Por encima de los 3.500 msnm, las condiciones ambientales son severas, con temperaturas que pueden descender bajo los 0 °C. La arquitectura vernácula andina, representada por las tradicionales chozas de páramo, ha demostrado una adaptación eficiente a este entorno.

no. Estas construcciones utilizan muros de tierra gruesos y cubiertas vegetales que funcionan como aislantes naturales frente al frío. De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, 2026), la vivienda en estas zonas debe semienterrarse parcialmente para aprovechar la temperatura constante del subsuelo, garantizando eficiencia térmica y resiliencia frente a las heladas.

### TABLA COMPARATIVA













PISOS CLIMATICOS DMQ

PISO TERMICO	ALTITUD	LOCALIDAD	DESAFIO	ESTRATEGIA CONSTRUCTIVA	MATERIALES RECOMENDADOS
 CALIDO HUMEDO	500-1800	NANEGAL PACTO	HUMEDAD Y CALOR CONSTANTE	ELEVACION ELEVADA	CAÑA GUADUJA MADERAS
 CALIDO SEMI-HUMEDO	1800-2300	GUAYABAMBA	RADIACION SOLAR EXTREMA	PROTECCIONES SOLARES	CUERPOS DE AGUA
 MESOTERMICO SEMI-HUMEDO	3200-2800	LLANO CHICO	OSILACION TERMICA	ICAPTAR CALOR	ADOBE, TAPIAL BTC
 FRIO	2800-3500	PINTAG	BAIS TEMPERATURAS	HERMETICIDAD	PAJIA LANA
 PARAMO	+3500	ZONAS ALTAS	TEMPERATURAS HELADAS	ARQUITECTURA SEMIENTERRADA	MUROS GRUESO DE TIERRA

**Tabla 2.** Cuadro Comparativo P.Climaticos DMQ

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## 2.4 Fase 1: Caracterización de materiales

TABLA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION									
Nº	Imagen	Material	Descripción	Materia prima	Densidad Kg/m3	CO <sub>2</sub> A1-A3 kgCO <sub>2</sub> e/m³	λ W/m·K	Uso Comun	Disponible DMQ
1		Hormigón armado	Material compuesto de cemento, áridos y acero de refuerzo, con alta resistencia estructural y gran masa térmica, usado en pilares, losas y muros portantes.	Cemento, áridos, acero	2400	320	1.9	Estructuras	Sí
2		Hormigón simple	Mezcla de cemento y áridos sin refuerzo, de buena resistencia a compresión, empleado en cimentaciones y elementos no estructurales.	Cemento, áridos	2300	280	1.7	Cimentaciones	Sí
3		Hormigón liviano	Hormigón que incorpora áridos ligeros, reduciendo peso y conductividad térmica, adecuado para muros y elementos secundarios.	Cemento, perlita	1600-1800	240	0.45	Muros	Sí
4		Hormigón celular AAC	Bloque prefabricado poroso y liviano, con bajo peso y buena capacidad aislante, usado en cerramientos no portantes.	Cemento, cal	500-700	260	0.13	Cerramientos	No
5		Bloque de hormigón	Unidad modular de cemento y arena, resistente y durable, utilizada en muros y cerramientos urbanos.	Cemento, arena	2000	150	1.2	Muros	Sí
6		Ladrillo macizo	Pieza cerámica cocida de alta densidad, con buena inercia térmica, empleada en muros portantes y cerramientos.	Arcilla	1800-2000	220	0.7	Muros	Sí
7		Ladrillo hueco	Ladrillo cerámico con perforaciones internas que reducen peso y mejoran aislamiento térmico, usado en cerramientos.	Arcilla	1200-1500	180	0.45	Cerramientos	Sí
8		Adobe	Bloque de tierra cruda secada al aire, con baja huella de carbono y excelente regulación de humedad y temperatura.	Tierra, paja	1600-1800	12	0.30	Muros	No
9		Tapial	Sistema de tierra apisonada in situ, con muros de gran espesor y masa térmica, ideal para arquitectura bioclimática.	Tierra	1900-2100	8	0.9	Muros portantes	No
10		BTC	Bloque de tierra comprimida estabilizada con cal o cemento, con buena resistencia y desempeño térmico, usado en muros.	Tierra + cal	1700-1900	65	0.45	Muros	No
11		Bahareque tradicional	Sistema vernáculo de entramado vegetal relleno de barro, liviano, flexible y con bajo impacto ambiental.	Caña, barro	900-1200	25	0.30	Vivienda	No
12		Bahareque tecnificado	Versión mejorada del bahareque tradicional, con mayor durabilidad y estabilidad estructural, manteniendo bajo impacto ambiental.	Caña, tierra	1100-1300	40	0.28	Vivienda	No
13		Caña guadúa	Material vegetal estructural de rápido crecimiento, alta resistencia mecánica y baja conductividad térmica, usado en estructuras ligeras.	Guadúa	600-750	650	0.18	Estructuras	No

**Tabla 3.** Matriz de materiales de construcción

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

TABLA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION									
Nº	Imagen	Material	Descripción	Materia prima	Densidad Kg/m3	CO <sub>2</sub> A1-A3 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	λ W/m-K	Uso Comun	Disponible DMQ
14		Caja brava	Caja liviana utilizada en cerramientos y cielos rasos, con buen comportamiento térmico y bajo impacto ambiental.	Caja	400-600	-420	0.20	Cerramientos	No
15		Madera maciza	Material estructural renovable con buena estabilidad y baja conductividad térmica, usado en vigas, columnas y revestimientos.	Madera	450-700	-520	0.15	Estructuras	Si
16		Madera laminada GLT	Elementos estructurales de láminas de madera encoladas, con alta resistencia y estabilidad dimensional, empleado en vigas y estructuras.	Madera	500-550	-380	0.13	Vigas	No
17		CLT	Panel multicapa de madera contralaminada, apto para muros, losas y cubiertas, con excelente desempeño térmico y estructural.	Madera	470-500	-300	0.12	Muros	No
18		Plywood	Tablero de chapas de madera cruzadas, utilizado en cerramientos, cubiertas y sistemas livianos, con buena resistencia mecánica.	Madera	550-650	-250	0.14	Cerramientos	Si
19		OSB	Tablero estructural fabricado con virutas de madera orientadas y prensadas con resinas. Es común en sistemas de entramado ligero y construcción en seco. Tiene baja conductividad térmica y menor impacto ambiental que soluciones cementicias, siempre que se proteja adecuadamente de la humedad.	Madera	600-680	-180	0.13	Muros	Si
20		MDF	Tablero industrial de fibras de madera prensadas con resinas, de densidad media y estructura homogénea, usado en carpintería y revestimientos interiores por su buena estabilidad dimensional y facilidad de acabado.	Madera	700-850	220	0.15	Muebles	Si
21		Fibrocemento	Panel compuesto de cemento reforzado con fibras, resistente a la humedad, al fuego y a agentes biológicos, empleado en fachadas, cubiertas y cerramientos de alta durabilidad.	Cemento, fibras	1300-1600	380	0.30	Fachadas	Si
22		Yeso	Material mineral de fraguado rápido y bajo peso, utilizado en revestimientos y sistemas interiores, con buen acabado superficial pero limitada capacidad térmica.	Yeso	800-1000	90	0.25	Interiores	Si
23		Cal hidratada	Aglutinante mineral obtenido por hidratación de la cal viva, utilizado tradicionalmente en morteros y revoques. Presenta menor huella de carbono que el cemento, buena transpirabilidad y compatibilidad con muros de tierra o piedra, favoreciendo el confort higrotérmico en clima frío andino.	Caliza	500-600	110	0.29	Morteros	Si
24		Mortero cemento	Mezcla de cemento, arena y agua, de alta resistencia mecánica, empleada como material de unión y revestimiento en mampostería y acabados estructurales.	Cemento, arena	2000-2200	210	1.0	Revoques	Si
25		Mortero de cal	Mortero tradicional a base de cal y arena, transpirable y flexible, compatible con muros de tierra y piedra, que favorece la regulación de la humedad interior.	Cal, arena	1600-1800	95	0.85	Revoques	Si
26		Piedra natural	Material pétreo extraído con mínima transformación industrial. Posee muy alta inercia térmica, lo que permite almacenar calor durante el día y liberarlo lentamente por la noche, siendo óptimo para muros masivos en el contexto andino.	Piedra	2500-2700	25	2.3	Muros	Si

**Tabla 4. Matriz de materiales de construcción**  
**Fuente: Elaboracion Propia,2025**

TABLA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION									
Nº	Imagen	Material	Descripción	Materia prima	Densidad Kg/m3	CO <sub>2</sub> A1-A3 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	λ W/m-K	Uso Comun	Disponible DMQ
27		Granito	Roca ígnea de alta dureza y durabilidad, utilizada principalmente como acabado en pisos y fachadas. Presenta elevada conductividad térmica, por lo que su aporte al confort térmico es limitado, aunque su vida útil es muy larga.	Granito	2600-2700	45	2.5	Pisos	Sí
28		Mármol	Roca metamórfica utilizada como material de acabado arquitectónico. Ofrece alta durabilidad y valor estético, pero bajo desempeño térmico y huella ambiental moderada asociada a su extracción y procesamiento.	Mármol	2600-2800	50	2.1	Acabados	Sí
29		Arena	Árido fino natural utilizado como componente base en hormigones y morteros. Su impacto ambiental es bajo en comparación con otros materiales, aunque su extracción debe ser controlada para evitar impactos ecosistémicos.	Silice	1500-1700	5	0.6	Hormigón	Sí
30		Grava	Árido grueso empleado en hormigones estructurales y capas de drenaje. Contribuye a la resistencia mecánica del concreto, pero no aporta aislamiento térmico.	Piedra	1400-1600	6	0.8	Hormigón	Sí
31		Vidrio float	Vidrio plano transparente producido industrialmente, ampliamente utilizado en ventanas y cerramientos. Posee alta conductividad térmica, lo que genera pérdidas de calor en clima frío, por lo que en Quito debe emplearse con sistemas de doble vidrio o estrategias pasivas	Silice	2500	1200	1.0	Ventanas	Sí
32		Vidrio templado	Vidrio tratado térmicamente para aumentar su resistencia mecánica y seguridad. Comparte las limitaciones térmicas del vidrio común, aunque es indispensable en fachadas y cerramientos por razones estructurales y normativas.	Silice	2500	1300	1.0	Fachadas	Sí
33		Acero estructural	Material metálico de muy alta resistencia mecánica y ductilidad, fundamental en estructuras modernas. Presenta muy alta huella de carbono y elevada conductividad térmica, por lo que no es favorable desde el punto de vista bioclimático sin soluciones complementarias.	Hierro	7850	15500	50	Estructuras	Sí
34		Acero reciclado	Acero reprocessado a partir de chatarra, con reducción significativa de impacto ambiental respecto al acero primario. Mantiene las mismas propiedades mecánicas, siendo una opción preferible en proyectos sostenibles del DMQ.	Chatarra	7850	8000	50	Estructuras	Sí
35		Aluminio primario	Metal liviano utilizado en carpinterías y fachadas. Su producción es altamente intensiva en energía, lo que genera una huella ambiental muy elevada, además de su alta conductividad térmica, desfavorable para clima frío.	Bauxita	2700	27000	205	Carpintería	No
36		Aluminio reciclado	Aluminio reprocessado con consumo energético mucho menor que el primario. Aunque mantiene alta conductividad térmica, su impacto ambiental reducido lo convierte en una alternativa más responsable.	Al reciclado	2700	9500	205	Carpintería	No
37		Cobre	Metal de excelente conductividad eléctrica y térmica, usado principalmente en instalaciones. Su alto impacto ambiental limita su uso estructural, aunque es indispensable por razones técnicas.	Cobre	8900	35000	380	Instalaciones	Sí
38		Zinc	Aislante rígido de metal empleado tradicionalmente en cubiertas, canaletas y revestimientos. Es durable y reciclable, pero presenta alta conductividad térmica, por lo que requiere aislamiento en clima frío andino. Alta resistencia a humedad.	Zinc	7100	18000	110	Techos	Sí
39		EPS	Aislante térmico plástico liviano de celdas cerradas. Posee muy baja conductividad térmica, siendo eficaz para reducir pérdidas de calor, aunque su origen fósil plantea desafíos ambientales.	Poliestireno	15-30	95	0.035	Aislante	Sí

**Tabla 5. Matriz de materiales de construcción**  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

TABLA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION									
Nº	Imagen	Material	Descripción	Materia prima	Densidad Kg/m3	CO <sub>2</sub> A1-A3 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	λ W/m-K	Uso Comun	Disponible DMQ
40		XPS	Aislante rígido con mayor resistencia mecánica y menor absorción de humedad que el EPS. Es adecuado para climas fríos y zonas húmedas, aunque con huella ambiental mayor.	Poliestireno	30-45	120	0.030	Aislante	Si
41		Poliuretano	Aislante sintético de alto desempeño térmico, utilizado en paneles sándwich y proyección in situ. Ofrece excelente aislamiento en Quito, pero con impacto ambiental elevado por su origen petroquímico.	Polimero	30-60	140	0.025	Aislante	Si
42		Lana mineral roca	Aislante fibroso de origen mineral (basalto o escoria), incombustible y con buen desempeño térmico y acústico. Es adecuado para clima frío andino, aunque su fabricación es intensiva en energía.	Basalto	40-150	75	0.038	Aislante	Si
43		Fibra de vidrio	Aislante térmico-acústico industrial compuesto por filamentos de vidrio aglutinados. Ofrece buen desempeño térmico y resistencia al fuego, aunque su fabricación requiere alto consumo energético. En Quito es eficaz para reducir pérdidas térmicas en sistemas livianos.	Vidrio	20-80	65	0.040	Aislante	Si
44		Corcho natural	Aislante vegetal renovable obtenido de la corteza del alcornoque. Presenta baja conductividad térmica, buena regulación higrorémica y balance ambiental favorable. Es muy adecuado para clima frío andino, aunque su disponibilidad local es limitada.	Corcho	110-160	-80	0.040	Aislante	No
45		Celulosa reciclada	Aislante fabricado a partir de papel reciclado tratado con sales ignífugas. Posee buen desempeño térmico y bajo impacto ambiental, siendo una alternativa sostenible para cerramientos y cubiertas en el DMQ.	Papel	40-65	-40	0.039	Aislante	No
46		Cáñamo (hempcrete)	Blocompuesto formado por fibras de cáñamo y cal, de baja densidad y excelente comportamiento higrorémico. Regula la humedad interior y contribuye al confort térmico en Quito, aunque su resistencia estructural es limitada.	Cáñamo + cal	110-150	-30	0.10	Muros	No
47		Caucho reciclado	Material elástico producido a partir de neumáticos fuera de uso. Se emplea principalmente en pisos y capas de impacto. Su aporte térmico es moderado, pero destaca por su reutilización de residuos.	Neumáticos	900-1100	45	0.16	Pisos	No
48		Bloque plástico reciclado	Bloque modular fabricado con residuos plásticos (PET, HDPE), liviano y resistente a la humedad. Posee bajo mantenimiento y reutiliza desechos, aunque su desempeño térmico es limitado sin rellenos aislantes.	PET/HDPE	900-1050	70	0.25	Cerramientos	No
49		Teja cerámica	Elemento de cubierta cocido a altas temperaturas, de buena durabilidad y masa térmica moderada. En Quito contribuye a la estabilidad térmica cuando se combina con cámaras de aire o aislantes.	Arcilla	2000	190	0.75	Techos	Si
50		Teja metálica	Cubierta liviana industrial de rápida instalación. Presenta muy alta conductividad térmica, por lo que no es adecuada para clima frío sin aislamiento complementario.	Acero	7800	9000	45	Techos	Si
51		Bambú laminado	Elemento estructural industrial formado por láminas de bambú encoladas y prensadas, con alta resistencia mecánica, buena estabilidad dimensional y menor impacto ambiental que la madera dura.	Bambú	650-750	-300	0.14	Pisos	No
52		Bambú prensado	ablero denso obtenido por compresión de fibras de bambú con resinas, muy resistente al desgaste, utilizado en pisos y revestimientos interiores.	Bambú	900-1100	-250	0.16	Acabados	No












**Tabla 6. Matriz de materiales de construcción**  
**Fuente: Elaboracion Propia,2025**

TABLA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION									
Nº	Imagen	Material	Descripción	Materia prima	Densidad Kg/m3	CO <sub>2</sub> A1-A3 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	λ W/m-K	Uso Común	Disponible DMQ
53		Balsa	Madera natural ultraligera de rápido crecimiento, con muy baja densidad y buena capacidad aislante, empleada en núcleos, paneles y elementos no estructurales.	Ochroma	120-180	-600	0.09	Aislante	No
54		Fibra de coco	Material aislante vegetal proveniente de residuos agrícolas, con buen desempeño térmico y acústico, resistente a la humedad y biodegradable.	Coco	100-150	-120	0.045	Aislante	No
55		Bagazo de caña	Subproducto agrícola utilizado en paneles y aislantes, de baja huella ambiental y capacidad térmica moderada, adecuado para soluciones constructivas sostenibles.	Caña azúcar	200-350	-110	0.060	Paneles	No
56		Paja comprimida	Panel o bloque vegetal de alta compactación, con excelente aislamiento térmico y muy bajo impacto ambiental, utilizado en muros y cerramientos bioclimáticos.	Paja	90-130	-140	0.050	Muros	No
57		Linóleo natural	Fibra vegetal empleada en aislantes y revestimientos, renovable y biodegradable, con buen comportamiento térmico y de regulación de humedad.	Linaza, yute	1200-1400	-50	0.17	Pisos	No
58		Piso de corcho	Revestimiento natural obtenido de la corteza del alcornoque, elástico, aislante térmico y acústico, confortable y de bajo impacto ambiental.	Corcho	300-400	-90	0.040	Pisos	No
59		Baldosa hidráulica	Pieza de revestimiento cementicia pigmentada, fabricada sin cocción, de alta durabilidad e inercia térmica, utilizada en pisos y acabados interiores.	Cemento	2200	260	1.1	Pisos	Sí
60		Porcelanato	Revestimiento cerámico de alta cocción y muy baja absorción de agua. Es altamente durable, pero su huella ambiental es elevada y su aporte térmico es bajo.	Arcilla	2300-2400	350	1.3	Pisos	Sí
61		Cerámica esmaltada	Revestimiento cerámico con capa vitrificada superficial, resistente al desgaste y la humedad, utilizado en pisos y muros interiores y exteriores.	Arcilla	2000-2200	280	1.0	Pisos	Sí
62		Panel SIP	Sistema constructivo prefabricado compuesto por dos tableros estructurales y un núcleo aislante, que ofrece alta eficiencia térmica y rapidez de montaje.	OSB + EPS	300-600	210	0.040	Vivienda	No
63		Panel yeso-cartón	Elemento industrial liviano formado por un núcleo de yeso recubierto con cartón, usado en divisiones interiores y cielos rasos no estructurales.	Yeso, cartón	700-900	110	0.21	Divisiones	Sí
64		Panel MgO	Panel mineral a base de óxido de magnesio, resistente al fuego, la humedad y agentes biológicos, empleado en cerramientos y sistemas livianos.	Óxido Mg	1000-1200	150	0.22	Fachadas	No
65		Panel sándwich metálico	Panel prefabricado con láminas metálicas y núcleo aislante, de alta rigidez y buen aislamiento térmico, utilizado en cubiertas y fachadas.	Acero + PU	40-120	320	0.025	Cubiertas	Sí











**Tabla 7. Matriz de materiales de construcción**  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

TABLA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION										
Nº	Imagen	Material	Descripción	Materia prima	Densidad Kg/m3	CO <sub>2</sub> A1-A3 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	λ W/m-K	Uso Comun	Disponible DMQ	
66		Asfalto	Material bituminoso derivado del petróleo, impermeable y flexible, empleado en pavimentos y sistemas de impermeabilización.	Betún	1000-1100	2400	0.75	Pavimentos	Si	
67		Emulsión asfáltica	Mezcla de asfalto y agua estabilizada, aplicada en frío para impermeabilización y sellado de superficies.	Betún	950-1050	1800	0.70	Cubiertas	Si	
68		Membrana EPDM	Lámina sintética de caucho con alta elasticidad y durabilidad, resistente a rayos UV y utilizada en cubiertas impermeables.	Caucho sintético	1200	1200	0.25	Cubiertas	No	
69		Membrana TPO	Membrana termoplástica para cubiertas, reflectante y soldable, con buena resistencia química y ambiental.	Polímero	900-1000	900	0.23	Cubiertas	No	
70		Membrana PVC	Lámina plástica flexible utilizada en impermeabilización de cubiertas y losas, de buena durabilidad y estanqueidad.	PVC	1200-1400	1100	0.19	Cubiertas	Si	
71		Geotextil PP	Tejido sintético de polipropileno usado en filtración, separación y drenaje en obras civiles y paisajismo.	Polipropileno	900-950	420	0.40	Drenaje	Si	
72		Geotextil PET reciclado	Geotextil fabricado con poliéster reciclado, utilizado en drenaje y refuerzo, con menor impacto ambiental.	PET reciclado	1300-1400	180	0.38	Drenaje	No	
73		Pintura acrílica	Recubrimiento protector y decorativo de base polimérica utilizado en interiores y exteriores. No aporta aislamiento térmico, pero protege superficies de la humedad y el deterioro.	Polímeros	1200-1400	1100	—	Protección	Si	
74		Pintura mineral	Pintura inorgánica transpirable, de alta durabilidad y compatibilidad con sustratos minerales.	Mineral	1400-1600	320	—	Fachadas	No	
75		Pintura de cal	Revestimiento tradicional a base de cal, transpirable y regulador de humedad, adecuado para muros históricos y de tierra.	Cal	1300-1500	90	—	Fachadas	Si	
76		Barniz vegetal	Acabado protector elaborado con aceites y resinas naturales, de bajo impacto ambiental para madera y fibras.	Aceites	900-1000	60	—	Madera	No	
77		Teja vegetal	Elemento de cubierta fabricado con fibras o materiales vegetales, ligero y de bajo impacto ambiental.	Palma/paja	300-500	-200	0.08	Techos	No	
78		Cubierta verde	Sistema de techo con vegetación que mejora aislamiento térmico, retención hídrica y confort ambiental.	Sustrato vegetal	300-1200	35	0.40	Techos	No	

**Tabla 8.** Matriz de materiales de construcción  
Fuente: Elaboracion Propia,2025

TABLA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION									
Nº	Imagen	Material	Descripción	Materia prima	Densidad Kg/m3	CO <sub>2</sub> A1-A3 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	λ W/m-K	Uso Comun	Disponible DMQ
79		Sustrato vegetal	Mezcla de materiales orgánicos y minerales que sirve de soporte y nutrición para vegetación en cubiertas verdes.	Tierra	900-1200	8	0.45	Jardines	Sí
80		Tierra vegetal	Capa superficial de suelo fértil rica en materia orgánica, utilizada en jardinería, paisajismo y sistemas verdes.	Suelo	1200-1500	3	0.9	Paisaje	Sí
81		Tierra arcillosa	Suelo con alta proporción de arcilla, cohesivo y plástico, utilizado en adobe, tapial y morteros naturales, con buena capacidad de retención de humedad y masa térmica.	Arcilla	1600-1800	4	0.8	Adobe	Sí
82		Tierra arenosa	Suelo suelto y permeable, con predominio de arena, usado en mezclas de mortero, rellenos y drenajes, de baja cohesión y rápida evacuación de agua.	Arena	1500-1700	3	0.7	Rellenos	Sí
83		Piedra volcánica	Roca de origen volcánico, resistente y abundante en la región andina, con buena inercia térmica y durabilidad en muros y pavimentos.	Lava	900-1200	18	0.35	Muros	Sí
84		Toba volcánica	Roca porosa y ligera, con capacidad aislante moderada y buena resistencia al clima frío, utilizada en muros y rellenos.	Toba	800-1000	15	0.40	Muros	Sí
85		Bloque pómez	Bloque liviano fabricado con árido volcánico pumita, con baja densidad, aislamiento térmico aceptable y resistencia estructural limitada.	Pómez	700-900	90	0.25	Muros	Sí
86		Estuco de cal	Revestimiento a base de cal y áridos finos, flexible, transpirable y duradero, utilizado para acabados interiores y exteriores.	Cal, arena	1600-1800	95	0.70	Fachadas	Sí
87		Enlucido de barro	Capa fina de tierra aplicada sobre muros, reguladora de humedad, de bajo impacto ambiental y adecuada para arquitectura bioclimática.	Tierra	1400-1600	6	0.35	Acabados	No
88		Mortero tierra-cal	Mezcla de tierra y cal, flexible y transpirable, utilizada para unir muros y mejorar resistencia de sistemas de tierra.	Tierra + cal	1700-1900	35	0.50	Muros	No
89		Mortero tierra-cemento	Mezcla de tierra, cemento y agua, con mayor resistencia mecánica que morteros naturales, empleado en muros y acabados.	Tierra + cemento	1800-2000	80	0.60	Muros	No
90		Bloque silico-calcáreo	Bloque prefabricado de cal y arena silicea, de buena resistencia y durabilidad, utilizado en muros estructurales y cerramientos.	Cal, arena	1800-2000	160	0.90	Muros	No
91		Piso caucho natural	Revestimiento elástico derivado de látex natural, resistente al desgaste, con buena amortiguación y aislamiento acústico.	Látex	900-1100	120	0.16	Pisos	No

**Tabla 9.** Matriz de materiales de construcción  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

TABLA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION										
Nº	Imagen	Material	Descripción	Materia prima	Densidad Kg/m3	CO <sub>2</sub> A1-A3 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	λ W/m-K	Uso Comun	Disponible DMQ	
92		Resina epóxica	Material polimérico de alta adherencia y durabilidad, usado como recubrimiento protector y autonivelante en pisos y superficies técnicas.	Petróleo	1100-1300	5800	0.20	Pisos	Si	
93		Teja asfáltica	Elemento de cubierta flexible a base de asfalto y refuerzos, impermeable y liviano, aplicado en cubiertas inclinadas.	Betún	1100-1300	1600	0.75	Techos	Si	
94		Teja fibroasfalto	Teja compuesta de cemento y fibras asfálticas, resistente a la humedad y durable, usada en cubiertas de menor pendiente.	Asfalto	1400-1600	1200	0.70	Techos	Si	
95		Agua	Elemento líquido esencial, utilizado en mezclas cementicias, morteros, control de humedad y procesos constructivos diversos.	Agua	1000	0.3	0.60	Sistemas	Si	
96		Aire	El aire confinado y sin movimiento actúa como aislante térmico natural, reduciendo la transmisión de calor. Es una estrategia pasiva eficaz en muros y cubiertas para el clima frío andino.	Aire	1.2 kg	0	0.024	Aislante	Si	
97		Panel fibra vegetal	ablero de fibras vegetales prensadas, utilizado como aislante térmico y acústico en muros, cubiertas y divisiones interiores.	Fibras naturales	200-400	-60	0.045	Muros	No	
98		Panel bagazo prensado	Panel de subproducto agrícola (bagazo de caña) comprimido, empleado como aislante y material liviano para cerramientos sostenibles.	Bagazo	250-350	-90	0.055	Muros	No	
99		Panel cartón reciclado	Tablero liviano fabricado con fibras de cartón reciclado, usado en divisiones interiores y elementos no estructurales.	Cartón	300-500	-40	0.060	Divisiones	No	
100		Panel madera reciclada	ablero elaborado a partir de madera recuperada, de bajo impacto ambiental, utilizado en acabados, revestimientos y sistemas livianos.	Madera reciclada	600-700	-120	0.14	Cerramientos	No	
101		Lana de oveja	Aislante natural obtenido de fibras de lana, renovable y biodegradable, con excelente capacidad térmica y regulación de humedad.	Lana ovina	18-25	-180	0.035	Muros /Cubiertas	No	
102		hormigon reciclado	Hormigón fabricado con áridos procedentes de residuos de demolición, de menor impacto ambiental que el hormigón convencional, usado en muros, pavimentos y estructuras secundarias.	Residuos de hormigon reciclado	2100-2300	180	1.50	Estructuras , Rellenos	Si	

**Tabla 10.** Matriz de materiales de construcción  
Fuente: Elaboracion Propia,2025

## 2.5 Fase 2: Selección de materiales

La selección de materiales de construcción en el Distrito Metropolitano de Quito no puede ser uniforme, debido a la diversidad de sus condiciones climáticas. En esta investigación, la elección de materiales para la vivienda de interés social se basa en la comparación entre dos contextos contrastantes: Nanegalito, en el noroccidente, y Llano Chico, en los valles interandinos. Este enfoque permite pasar de soluciones constructivas industrializadas a una arquitectura adaptada al territorio, orientada a un hábitat sostenible

### 2.5.1. Llano Chico

en Llano Chico debe responder a las condiciones climáticas propias de los valles interandinos del Distrito Metropolitano de Quito, caracterizadas por una marcada oscilación térmica entre el día y la noche. En este contexto, la elección de la materialidad para la vivienda de interés social se orienta a garantizar el confort térmico, la durabilidad de los sistemas constructivos y la sostenibilidad ambiental, considerando criterios técnicos, económicos y de adaptación al territorio.

#### Ubicación

Llano Chico es una parroquia rural ubicada al noreste del Distrito Metropolitano de Quito, en la provincia de Pichincha, dentro de la región interandina del Ecuador. Forma parte del sistema de valles interandinos, caracterizados por una topografía moderadamente irregular y una altitud promedio que oscila entre los 2 300 y 2 800 metros sobre el nivel del mar, condición que influye directamente en su clima y dinámica territorial (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito [MDMQ], 2023).

En términos de extensión territorial, la parroquia de



**Figura 41.** Ubicación de Llano Chico

**Fuente:** Elaboración Propia, 2025

Llano Chico posee una superficie aproximada de 22 km<sup>2</sup>, integrándose funcionalmente al área de expansión periurbana del DMQ. Su ubicación estratégica ha favorecido un crecimiento progresivo de asentamientos residenciales, vinculados tanto a actividades rurales tradicionales como a dinámicas urbanas emergentes propias de la periferia metropolitana (Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda, 2023).

Desde el punto de vista demográfico, Llano Chico registra una población estimada superior a los 15 000 habitantes, con una tendencia de crecimiento sostenido en los últimos años. Este incremento poblacional ha ge-

nerado una mayor demanda de vivienda de interés social, así como la necesidad de soluciones habitacionales que respondan a las condiciones climáticas, sociales y económicas del territorio, reforzando la importancia de una adecuada selección de materiales de construcción (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2022).

## Temperatura

	Llano Chico
Ubicación	NE de Quito
Altitud	2800 m s.n.m
Clima	Templado Andino
Temperatura Máxima	15,5-17,4 °C
Temperatura Mínima	7,3-9,3°C
Meses Calidos	Agosto-Septiembre
Meses frios	Marzo-Abril
Sensación Termica	Fresca durante el dia,Fria en la noche
Condicion Dominante	Frio Nocturno

**Tabla 11.** Temperatura de Llano Chico  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

Llano Chico presenta un piso termico influenciado principalmente por su altitud y por la dinámica atmosférica andina. con temperaturas frescas y muy estables a lo largo del año: los días oscilan entre 15,5 °C y 17,4 °C, y las noches son frías, entre 7,3 °C y 9,3 °C, siendo abril el mes más frío y agosto–septiembre los más cálidos.(Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2022).

## Precipitaciones

Llano Chico presenta un régimen de lluvias propio de los valles interandinos del Distrito Metropolitano de Quito. La cantidad de precipitación anual es moderada y se sitúa, de manera aproximada, entre 900 y 1 200 mm, lo que configura un clima de tipo semi-húmedo (INAMHI, 2022).

Llano Chico no presenta niveles extremos de precipitación, la presencia constante de lluvias en ciertas épocas del año exige que las viviendas cuenten con materiales resistentes a la humedad y soluciones constructivas adecuadas.(ONU-Hábitat, 2023).

	Llano Chico
Lluvias	Moderado
Precipitación Anual	900-1200 mm/año
Meses mas Lluvioso	Marzo-Mayo
Meses Secos	Junio-Septiembre

**Tabla 12.** Precipitaciones de Llano Chico  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## Vientos

En esta zona, los vientos suelen presentarse con intensidad moderada, incrementándose principalmente durante las horas de la tarde y la noche debido a los contrastes térmicos entre el día y la noche (INAMHI, 2022).

Los vientos responde a los patrones regionales andinos, lo que genera corrientes constantes que inciden directamente en la sensación térmica del entorno construido. En sectores como Llano Chico, estos vientos pueden intensificar la percepción de frío, especialmente durante las noches y madrugadas, aun cuando las temperaturas no sean extremas.

	Llano Chico
Dirreccion Predominante	Este-Noreste

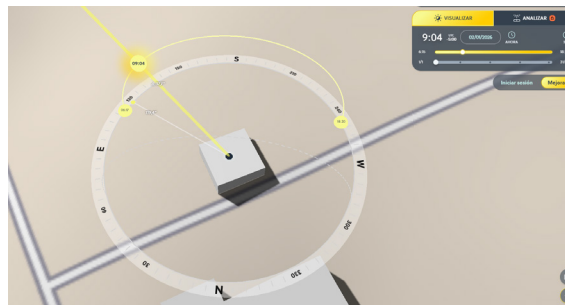
**Tabla 13.** Vientos dominates de Llano Chico

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## Asoleamiento

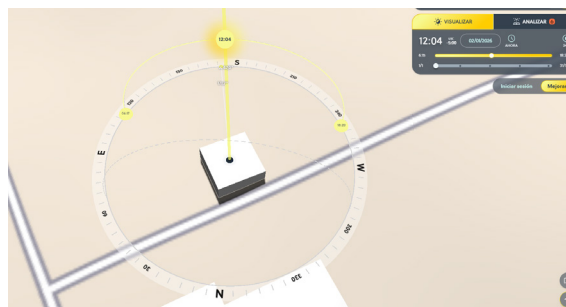
Llano Chico está determinado por su ubicación geográfica dentro de la región interandina del Ecuador y por su cercanía a la línea ecuatorial. Esta condición permite una alta disponibilidad de radiación solar durante todo el año, con una variación estacional poco marcada en comparación con zonas de latitudes mayores.

La trayectoria solar presenta ángulos elevados, lo que favorece la captación de energía solar tanto en horas de la mañana como de la tarde (INAMHI, 2022).



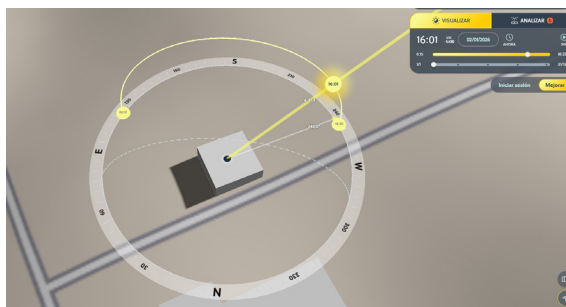
**Figura 42.** Asoleamiento por la mañana

**Fuente:** Shadowmap,2025



**Figura 43.** Asoleamiento al medio día

**Fuente:** Shadowmap,2025



**Figura 44.** Asoleamiento por la tarde

**Fuente:** Shadowmap,2025

## 2.5.1.1. Selección de materiales locales para Llano Chico

### ADOBE BTC



#### **COSTO M2**

El costo estimado de este material incluido mano de obra es de 20 USD



#### **CONFORT TERMICO**

Confort: bueno por inercia térmica, pero aislamiento medio. 0.60 -1.10 W/m.k



#### **IMPACTO AMBIENTAL**

Muy baja  
 $\approx 0.02 - 0.20 \text{ kgCO}_2\text{e}$  por bloque  
(la cal emite menos que el cemento, pero no es "cero")



#### **DISPONIBILIDAD**

Media  
Normalmente se consigue por: productores artesanales de BTC (bajo pedido) o se la hace en obra propia

**Figura 45.** BTC Características Del Material  
**Fuente:** Elaboración Propia,2025

## PIEDRA LOCAL



01

### COSTO M2

El costo estimado de este material incluido mano de obra es de 80 USD

02

### CONFORT TERMICO

$\lambda = 2.0 - 3.5 \text{ W/m}\cdot\text{Kk}$

03

### IMPACTO AMBIENTAL

Baja – media (depende del transporte), 20 – 80 kgCO<sub>2</sub>e / m<sup>3</sup>

04

### DISPONIBILIDAD

Alta (material común).  
Se compra en canteras / bancos de material y ferreterías grandes.

**Figura 46.** Piedra Características Del Material  
**Fuente:** Elaboración Propia,2025

## LANA DE OVEJA



01

### COSTO M2

El costo estimado de este material incluido mano de obra es de 15 USD

02

### CONFORT TERMICO

$\lambda = 0.035 - 0.045 \text{ W/m}\cdot\text{K}$   
Confort: excelente (aislante real).

03

### IMPACTO AMBIENTAL

Baja – media  
 $\approx 5 - 25 \text{ kgCO}_2\text{e} / \text{m}^2$  (para 10 cm, depende del tratamiento, lavado y transporte)

04

### DISPONIBILIDAD

Media  
Se consigue normalmente A productores artesanales (Sierra)Y proveedores de bioconstrucción bajo pedido

**Figura 47.** Lana Oveja Caracteristicas Del Material  
**Fuente:** Elaboración Propia,2025

## MADERA LOCAL



01

### **COSTO M2**

El costo estimado de este material incluido mano de obra es de 80 USD

02

### **CONFORT TERMICO**

Confort: bueno (mejor aislante que BTC, bloque o piedra).

03

### **IMPACTO AMBIENTAL**

Muy baja (y puede ser negativa si se contabiliza carbono almacenado).  
≈ 50 – 150 kgCO<sub>2</sub>e / m<sup>3</sup> (sin contar almacenamiento)  
≈ -600 a -900 kgCO<sub>2</sub>e / m<sup>3</sup> (si se cuenta CO<sub>2</sub> almacenado en la madera)

### **DISPONIBILIDAD**

Alta (muy comercial).  
Se compra en: madereras de Quito, distribuidores de Pomasqui / Calderón / Carapungo, y ferreterías grandes.

**Figura 48.** Madera Características Del Material  
**Fuente:** Elaboración Propia,2025

## VIDRIO RECICLADO



01

### **COSTO M2**

El costo estimado de este material incluido mano de obra es de 35 USD

02

### **CONFORT TERMICO**

$\lambda$ DVH: bueno (reduce pérdidas y mejora confort)

03

### **IMPACTO AMBIENTAL**

Baja – media  
Media (aunque sea reciclado, fundir vidrio consume energía).  
15 – 40 kgCO<sub>2</sub>e / m<sup>2</sup> (vidrio simple)  
25 – 70 kgCO<sub>2</sub>e / m<sup>2</sup> (DVH)

04

### **DISPONIBILIDAD**

Alta (muy comercial).  
Se consigue en: vidrierías de Quito, talleres de aluminio/ventanas, y distribuidores en el norte (Calderón, Carapungo).

**Figura 49.** Vidrio Reciclado Características Del Material  
**Fuente:** Elaboración Propia,2025

## 2.5.2. Nanegal

Nanegalito constituye uno de los territorios rurales del noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito, caracterizado por condiciones ambientales y climáticas distintas a las de los valles interandinos. Su localización, clima cálido-húmedo y alta disponibilidad de recursos naturales influyen directamente en las formas de ocupación del suelo y en los sistemas constructivos utilizados en la vivienda. En este contexto, el análisis de sus características climáticas resulta fundamental para orientar la selección de materiales y estrategias arquitectónicas acordes con los principios del hábitat sostenible

### Ubicación



**Figura 50.** Ubicación de Nagegal  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

Nanegalito se localiza en el noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito, en la provincia de Pichincha, dentro de la región interandina del Ecuador. Se sitúa en una zona de transición entre la Sierra y la Costa, con una altitud aproximada que oscila entre los 500 y 1 800 metros sobre el nivel del mar, lo que determina su clima y biodiversidad característica (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito [MDMQ], 2023).

### Temperatura

	Nanegal
Ubicación	Noroccidente de Pichincha
Altitud	1200 m s.n.m
Clima	Calido
Temperatura Maxima	24-26°C
Temperatura Minima	16-18°C
Meses Calidos	Agosto-Octubre
Meses frios	Enero-Marzo
Sensacion Termica	Calida
Condicion Dominante	Calor Constante

**Tabla 14.** Temperatura de Nanegal  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

El régimen térmico de Nanegalito corresponde a un clima cálido húmedo, con temperaturas medias anuales que se ubican generalmente entre los 18 °C y 24 °C. La variación térmica entre el día y la noche es reducida, debido a la alta humedad ambiental y a la cobertura vegetal predominante. Esta estabilidad térmica disminuye la necesidad de retener calor, pero incrementa la importancia de estrategias de ventilación natural en las viviendas (INAMHI, 2022).

### Precipitaciones

Nanegalito presenta un régimen de lluvias abundante, propio del noroccidente del DMQ. La precipitación anual supera con frecuencia los 2 500 a 3500 mm, concentrándose principalmente entre los meses de enero y mayo, aunque se registran lluvias a lo largo de gran parte del año. Estas condiciones hacen necesario el uso de materiales resistentes a la humedad y sistemas constructivos que faciliten el drenaje y la protección de las edificaciones frente a la lluvia constante (INAMHI, 2022).

	Nanegal
Lluvias	Alto
Precipitación Anual	2500-3500mm/año
Meses mas Lluvioso	Enero-Mayo
Meses Secos	-

**Tabla 15.** Precipitaciones de Nanegal  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

### Vientos

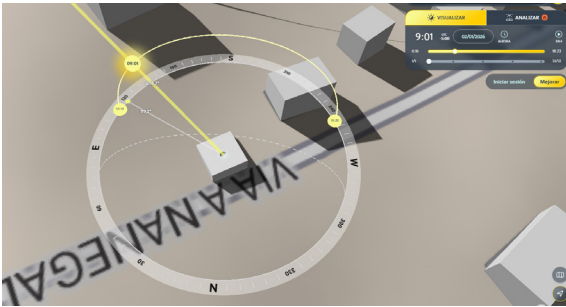
Los vientos en Nanegalito suelen ser suaves a moderados, influenciados por la topografía montañosa y la presencia de masas de aire húmedo provenientes del litoral. Estas corrientes favorecen la ventilación natural, lo que resulta beneficioso para el confort térmico en un clima cálido-húmedo. No obstante, el diseño arquitectónico debe controlar la entrada de viento durante episodios de lluvia intensa para evitar filtraciones y problemas de humedad interior (ONU-Hábitat, 2023).

	Nanegal
Lluvias	Alto
Precipitación Anual	2500-3500mm/año
Meses mas Lluvioso	Enero-Mayo

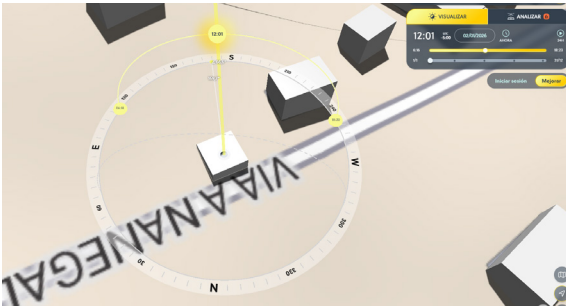
**Tabla 16.** Vientos predominates Nanegal  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## Asoleamiento

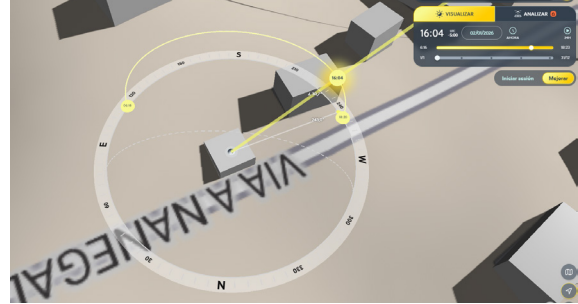
El asoleamiento en Nanegalito es constante durante el año debido a su cercanía a la línea ecuatorial. Sin embargo, la presencia frecuente de nubosidad reduce la incidencia directa de la radiación solar, generando niveles de asoleamiento moderados. En este contexto, el diseño de la vivienda debe priorizar la iluminación natural sin provocar sobrecalentamiento, incorporando aleros, cubiertas adecuadas y elementos de sombra que contribuyan al confort interior (ONU-Hábitat, 2023).



**Figura 51.** Asoleamiento por la mañana  
**Fuente:** Shadowmap,2025



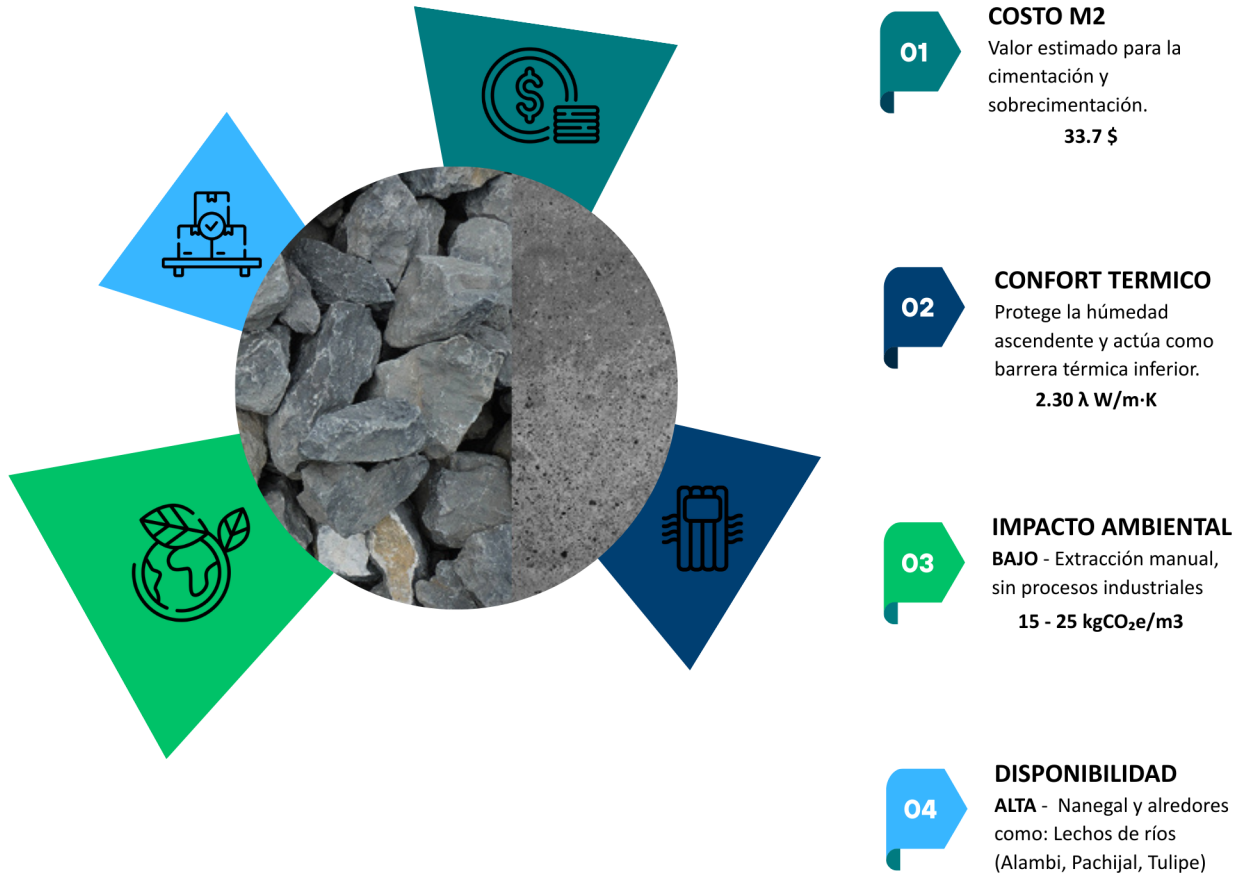
**Figura 52.** Asoleamiento al medio día  
**Fuente:** Shadowmap,2025



**Figura 53.** Asoleamiento por la tarde  
**Fuente:** Shadowmap,2025

### 2.5.2.1. Selección de materiales locales para Nanegal

#### PIEDRA LOCAL



**Figura 54.** Piedra Caracteriticas  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## BARRO - BAHEREQUE



01

### COSTO M2

Valor estimado para los revestimientos internos y externos en los muros.

50.8 \$

02

### CONFORT TERMICO

Reduce pérdidas de calor y controla la humedad, mejora la inercia térmica.

0.90  $\lambda$  W/m·K

03

### IMPACTO AMBIENTAL

**MUY BAJO** - Materiales naturales y reciclables.

5 - 15 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

04

### DISPONIBILIDAD

**ALTA** - Terrenos de ribera, suelos arcillosos cercanos a caminos y quebradas

**Figura 55.** Bareque Caracteristica  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## BAMBÚ - GUADUA



01

### **COSTO M2**

Valor estimado para la estructura de muros y la cubierta.

**47.2 \$**

02

### **CONFORT TERMICO**

Material liviano, presenta buen comportamiento térmico y bajo impacto.

**0.30  $\lambda$  W/m-K**

03

### **IMPACTO AMBIENTAL**

**MUY BAJO** - Negativo al captar CO2

**2 - 6 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>**

04

### **DISPONIBILIDAD**

**MODERADA - ALTA** -

Bosque húmedo, bordes de senderos en bosque protector.

**Figura 56.** Bambu Caracteristicas  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## MADERA LOCAL CEDRELINGA



01

### **COSTO M2**

Valor estimado de madera tropical para la estructura y carpintería

45 - 60 \$

02

### **CONFORT TERMICO**

Reduce pérdidas térmicas, permitiendo evitar superficies frías.

0.13  $\lambda$  W/m·K

03

### **IMPACTO AMBIENTAL**

**BAJO - MEDIO** - Depende del manejo forestal.

150 - 300 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

04

### **DISPONIBILIDAD**

**VARIABLE** - Bosques primarios como la Reserva Biológica Maquipucuna

**Figura 57.** Madera Características  
**Fuente:** Elaboración Propia, 2025

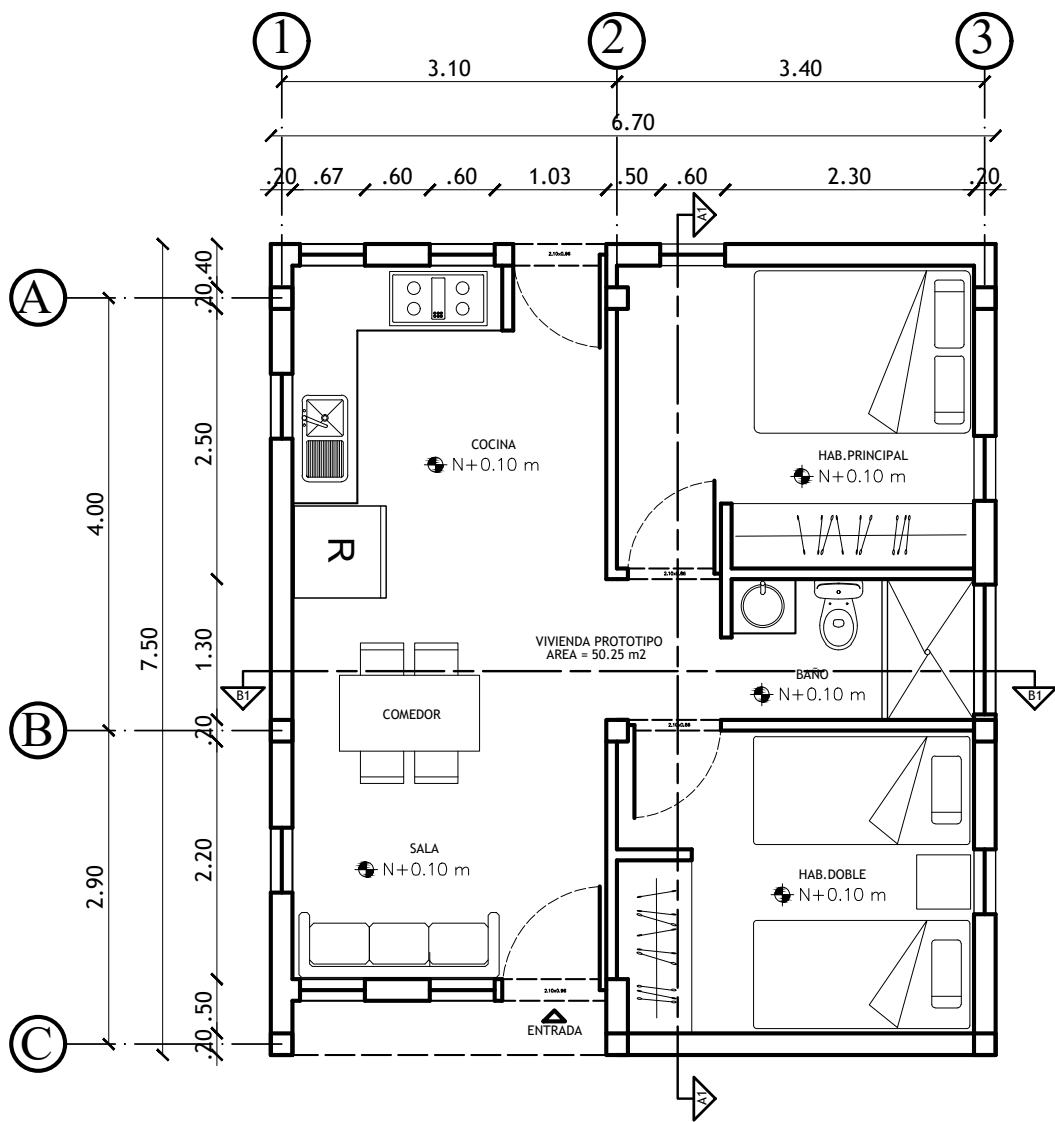
## 2.6 Fase 3: Aplicación de materiales

### 2.6.1. Vivienda prototipo con materiales convencionales

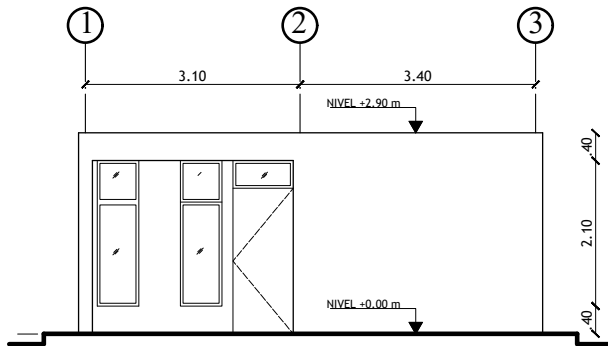
La vivienda se diseñó bajo los parámetros mínimos de habitabilidad con los siguientes espacios: Habitación master (1), Habitación compartida (1), Baño completo (1), Sala (1), Comedor (1), y Cocina (1). Que cuenta con 50,25 metros cuadrados y una altura de contrapiso a techo de 2.50 m, que incorpora materiales convencionales como bloque hueco 20 cm, acero, cemento, hormigón armado, vidrio entre otros materiales



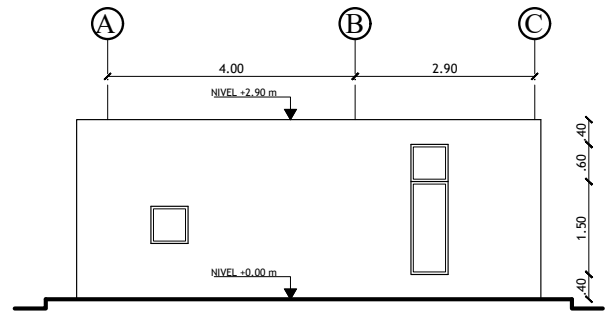
**Figura 58.** Vivienda prototipo convencional  
**Fuente:** Elaboración Propia, 2025



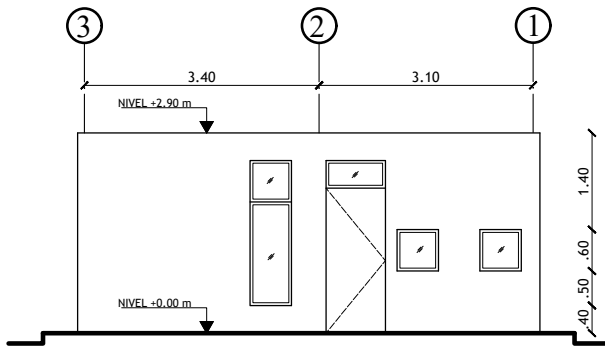
**Figura 59.**Planta arquitectonica vivienda convencional  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025



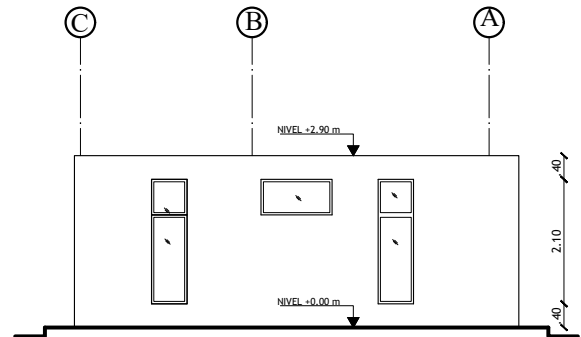
**Figura 60.** Fachada Principal, Autocad  
Fuente: Elaboracion Propia, 2025



**Figura 62.** Fachada Izquierda elaborada en Autocad  
Fuente: Elaboracion Propia, 2025



**Figura 61.** Fachada Posterior, Autocad  
Fuente: Elaboracion Propia, 2025



**Figura 63.** Fachada Derecha elaborada en Autocad  
Fuente: Elaboracion Propia, 2025

## 2.6.1.1. Presupuesto

El presente presupuesto detalla la inversión económica necesaria para la ejecución de una unidad de vivienda unifamiliar diseñada bajo criterios de eficiencia espacial y habitabilidad mínima. El proyecto arquitectónico contempla un área total de construcción de 50,25 m2 optimizada para albergar un programa funcional completo. La estructura y envolvente del proyecto se han resuelto mediante un sistema constructivo convencional.

PRESUPUESTO		VIVIENDA CONVENCIONAL - LLANO CHICO	FECHA:	10/11/2025		
ELABORADO POR:		DARWIN PAUL SANGUÑA QUINATAO	INDIRECTOS (%):	20%		
M2 COSNTRUCCION		50,25 M2				
			<b>BASE IMPONIBLE</b>	<b>28342,00</b>		
			<b>IVA 15%</b>	<b>4251,30</b>		
			<b>MONTO TOTAL</b>	<b>32593,30</b>		
Nro.	CÓDIGO	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>A</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>SUBTOTAL A</b>	<b>29,6475</b>
	C001	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	50,25	0,59	29,65
<b>B</b>	<b>CIMENTACION Y ESTRUCTURA</b>				<b>SUBTOTAL A</b>	<b>13379,25</b>
	C002	TRAZO Y REPLANTEO	M2	50,25	0,45	22,61
	C003	EXCAVACION DE PLINTOS MANUAL 1,50X1,50 X2 M	M3	40,5	22,05	893,03
	C004	FUNDICION DE REPLANTILLO 7,5 CM DE ESPESOR CON HORMIGON 180 KG/M2	M3	1,52	253,08	384,68
	C005	ARMADO DE ZAPATA 1,30X1,30X0,30 M	U	9	136,68	1230,12
	C006	FUNDIDO DE ZAPATA 1,50X1,50X0,30 M	M3	6,08	218,73	1329,8784
	C007	ARMADO DE PEDESTAL 0,20X0,20X1,70 M	U	9	49,61	446,49
	C008	FUNDIDO DE PEDESTAL 0,20X0,20X1,70 M	M3	0,61	244,3	149,023
	C009	RELLENADO DE ZAPATA CON LASTRE COMPACTADO	M3	34,43	61,54	2118,82
	C010	ARMADO DE VIGAS DE CIMENTACION 0,20X0,30 M	ML	42,6	21,46	914,196
	C011	FUNDIDO DE VIGAS DE CIMENTACION 0,20X0,30 M	M3	2,56	231,62	592,95
	C012	RELLENO Y COMPACTACION DE BASE PARA CONTRAPISO	M3	10	63,92	639,2
	C013	COLOCADO DE MALLA ELECTROSOLDADA	M2	50,25	10,83	544,21
	C014	FUNDIDO DE CONTRAPISO 10 CM DE ESPESOR 180KG/M2	M2	50,25	11,67	586,42
	C015	ARMADO DE COLUMNA DE 0,20X0,20X2,50 M INC.ENCOFRADO	U	9	83,26	749,34
	C016	ARMADO Y FUNDIDO DE LOSA ALIGERADA E 0,20CM	M2	50,25	57,09	2868,77
	C017	ALISADO DE LOSA	M2	50,25	2,06	103,515
<b>C</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>				<b>SUBTOTAL B</b>	<b>7245,30</b>
	C018	MAMPOSTERIA DE BLOQUE HUECO DE 20 CM DE ESPESOR,INCLUYE CHICOTES	M2	67,55	46,47	3139,05
	C019	MAMPOSTERIA DE BLOQUE HUECO DE 10 CM DE ESPESOR	M2	29,82	35,32	1053,24
	C020	ENLUCIDO EXTERIOR ESPESOR 1,5 CM	M2	67,55	13,66	922,73
	C021	ENLUCIDO INTERIOR ESPESOR 1,5 CM	M2	127,19	10,55	1341,85
	C022	ENLUCIDO DE TUMBADO ESPERSOR 1,5 CM	M2	50,25	15,69	788,42
<b>D</b>	<b>ACABADOS</b>				<b>SUBTOTAL C</b>	<b>6483,31</b>
	C023	EMPASTE EXTERIOR 2mm	M2	67,55	6,61	446,51
	C024	EMPASTE INTERIOR 2 mm	M2	127,19	8,16	1037,87
	C025	PINTURA EXTERIOR 2 MANOS	M2	67,55	6,97	470,82
	C026	PINTURA INTERIOR 2 MANOS	M2	127,19	5,45	693,19
	C027	VENTANA DE 0,60X0,60	U	3	98,95	296,85
	C028	VENTANA DE 0,60X2,10 M	U	6	196,03	1176,18
	C029	PUERTAS DE MADERA TAMBOREADAS	U	5	222,36	1111,8
	C030	CERAMICA NACIONAL EN PISO	M2	50,25	16,46	827,115
	C031	LAVAMANO EN BAÑO INCLUYE GRIFERIA	U	1	86,15	86,15
	C032	INODORO INCLUYE MANGUERAS	U	1	100,92	100,92
	C033	LAVAPLATOS INCLUYE GRIFERIA	U	1	141,54	141,54
	C034	DUCHA INCLUYE GRIFERIA	U	1	72,59	72,59
	C035	ACCESORIOS DE BAÑO	U	1	21,78	21,78
<b>E</b>	<b>INSTALCIONES SANITARIAS Y ELECTRICAS</b>				<b>SUBTOTAL D</b>	<b>1010,49</b>
	C036	CAJA DE REVICION 0,60X0,60X1M	U	1	140,76	140,76
	C037	PUNTO DE AGUA FRIA DE 1/2 PULG INC ACCESORIOS	PTO	4	32,34	129,36
	C038	PUNTO DE DESAGUE PVC 110 MM INC ACCESORIOS	PTO	1	49,92	49,92
	C039	PUNTO DE DESAGUE PVC 50MM INC ACCESORIOS	PTO	3	31,14	93,42
	C040	PUNTOS DE LUZ INC CABLES	PTO	14	33,78	472,92
	C041	CAJA TERMICA	U	1	85,92	85,92
	C042	LIMPIEZA GENERAL	M2	50,25	0,76	38,19

Figura 64. Presupuesto vivienda convencional

Fuente: Elaboracion Propia,2025

## 2.6.1.2. Impacto Ambiental

El análisis de emisiones incorporadas muestra que una vivienda de 50,25 m<sup>2</sup> construida con materiales convencionales genera 24.917,14 kg de CO<sub>2</sub> en la etapa de fabricación de los materiales. Este valor evidencia el impacto ambiental inicial asociado a materiales tradicionales, debido a sus procesos industriales de alto consumo energético. En promedio, representa 495,86 kg de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, lo que resalta la necesidad de considerar alternativas constructivas con menor huella de carbono.

HUELLA DE CARBONO INCORPORADA EN EL PROYECTO DE 50,25 M2					
Descripción	Material Principal	Cantidad	Unidad	CO <sub>2</sub> A1–A3 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub> A1–A3 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> total
Escavacion de plintos					0
Fundicion de replantillo	Hormigon 180	0,97	m3	240	232,8
Armado de zapata	Hierro	9	kg		0
Fundicion de zapata	Hormigon 210	3,88	k3	280	1086,4
Armado de pedestal 0,20 x 0,20 m Inc.encofrado	Hierro	8,9	kg	1,9	16,91
Fundido de pedestal 0,20x0,20 m	Hormigon	0,61	m3	280	170,8
Rellenado de zapata					0
Compatacion de rellenado de zapata					0
Armado de vigas de cimentacion Inc.encofrado	Hierro	24,7	kg	1,9	46,93
Fundido de viga de cimentacion 0,20 x 0,30 m	Hormigon	2,55	m3	280	714
Relleno de cimentacion					0
Compactado de cimentacion					0
Colocacion de malla de refuerzo	Hierro	141	kg	1,9	267,9
Fundido de contrapiso	Hormigon	5	m3	280	1400
Armado de columna 0,20 x 0,20 m Inc.encofrado ,longitud 2,50m	Hierro	118	kg	1,9	224,2
Fundicion de columna de 0,20 x 0,20 longitus 2,50 m	Hormigon	0,9	m3	280	252
Encofrado de losa					0
Armado de losa de hormigon armado	Hierro	350	kg	1,9	665
Fundido de losa de hormigon aramado	Hormigon	50,25	m3	280	14070
Alisado de losa					0
Enlucido de tumbado	Mortero	0,5	m3	275	137,5
Mamposteria exterior bloque de 20 cm	Bloque	13,51	m3	240	3242,4
Mamposteria interior 10 cm	Bloque	2,98	m3	240	715,2
Enlucido exterior	Mortero	0,67	m3	275	184,25
Enlucido interior	Mortero	1,27	m3	275	349,25
Empaste exterior	Empaste	0,27	m3	180	48,6
Empaste interior	Empaste	0,5	m3	180	90
colocacion de ceramica piso	Ceramica	0,72	m3	380	273,6
Colocacion de ventanas	Vidrio	0,047	m3	2200	103,4
Colocacion de puertas					0
Pintura exterior	Pintura	0,14	m3	1100	154
Pintado de tumbado	Pintura	0,1	m3	1100	110
Pintura interior	Pintura	0,26	m3	1100	286
Puntos de luz					0
Puntos de agua					0
Colocacion de inodoro					0
Colocacion de lavamano					0
Colocacion de ducha					0
Colocacion de desagüe					0
Meson de cocina con ceramica de 0,45x0,45m	Ceramica	0,2	m3	380	76
Instalacion de lavaplatos					0
Retiro de escombros					0
Limpieza general					0
<b>HUELLA DE CARBONO INCORPORADA EN EL PROYECTO CO2 kg/M3</b>					<b>24917,14</b>

Figura 65. Impacto ambiental vivienda convencional

Fuente: Elaboracion Propia,2025

### 2.6.1.3. Confort Termico

Los materiales convencionales analizados presentan alta conductividad térmica, especialmente la losa de hormigón y el aluminio, lo que incrementa la transferencia de calor y provoca pérdidas térmicas rápidas hacia el exterior. En conjunto, el sistema constructivo resulta poco eficiente para el confort térmico, por lo que se requiere incorporar estrategias o materiales de aislamiento para mejorar su desempeño.








TABLA DE VALORES DE CONDUCTIVIDAD TERMICA PROTIPO DE VIVIENDA CONVENCIONAL LLANO CHICO					
Nº	Imagen	Material	Espesor	$\lambda$ W/m-K	Compartamiento Termico
1		Bloque Hueco	0,20 m	1,1	calor se pierde rápidamente en la noches
2		Enlucido (cemento-arena)	0,01 m	1,4	Sol cumple funcion de acabado su aporte termico es nulo
3		Pintura Exterior	0,003 m	0,2	Su aporte termico es nulo , solo cumple solo como proteccion superficial
4		Pintura Interior	0,003 m	0,2	Su aporte termico es nulo , solo cumple solo como proteccion superficial
5		Vidrio Simple	0,004 m	0,95	Su conductividad termica es elevada por ende las perdidas de calor lo es igual
		Losa de Hormigon	0,10 m	4,8	altamente ineficiente desde el punto de vista del confort térmico
		Aluminio	0,002 m	210	Este material hace que se pierda mucho mas rapido el calor del interior al exterior

Figura 66. Confort termico vivienda convencional

Fuente: Elaboracion Propia,2025

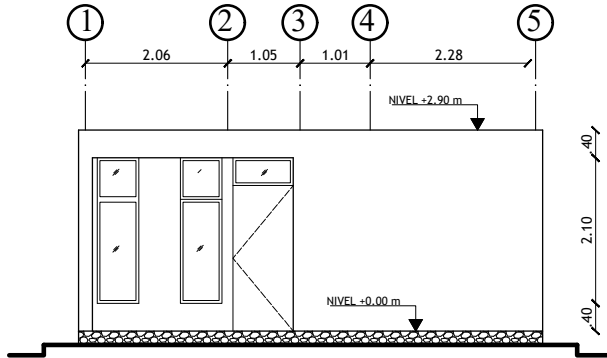
## 2.6.2. Vivienda prototipo con materiales locales Llano Chico

La vivienda se diseño bajo los parametros minimos de habitabilidad con los siguientes espacios: Habitación master (1), Habitación compartida (1), Baño completo (1), Sala (1), Comedor (1), y Cocina (1). Que cuenta con 50,25 metros cuadros y una altura de contrapiso a techo de 2.50 m, que incorpora materiales locales como BTC, Piedra, Madera, Cal, vidrio reciclado entre otros materiales



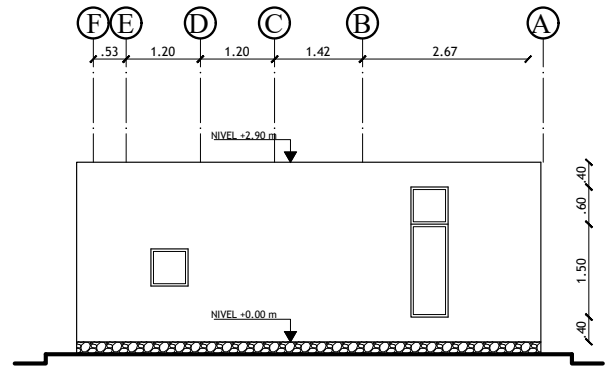
**Figura 67.** Prototipo vivienda sostenible Llano chico  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025





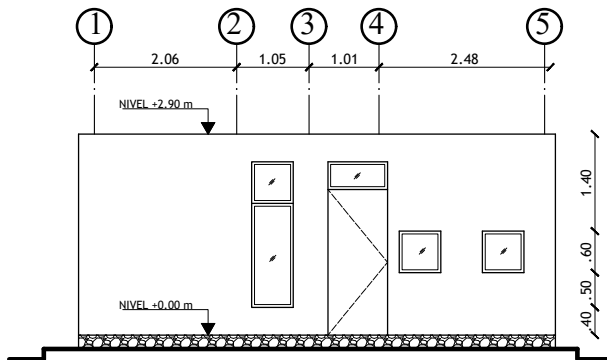
**Figura 69.** Fachada Principal vivienda sostenible Llano chico

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025



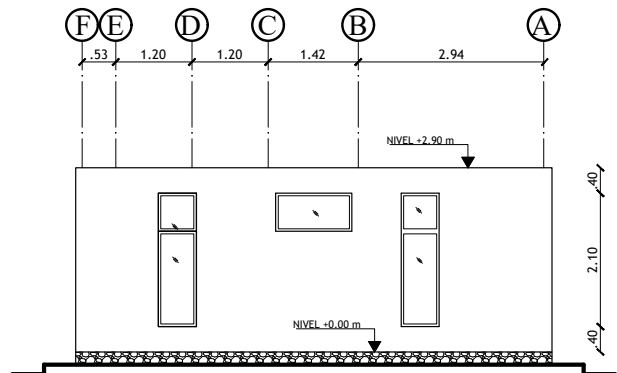
**Figura 71.** Fachada Izquierda vivienda sostenible Llano chico

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025



**Figura 70.** Fachada Posterior vivienda sostenible Llano chico

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025



**Figura 72.** Fachada Derecha vivienda sostenible Llano chico

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## 2.6.2.1. Presupuesto

El presente presupuesto detalla la inversión económica necesaria para la ejecución de una unidad de vivienda unifamiliar diseñada bajo criterios de eficiencia espacial y habitabilidad mínima. El proyecto arquitectónico contempla un área total de construcción de 50,25 m2 optimizada para albergar un programa funcional completo. La estructura y envolvente del proyecto se han resuelto mediante un sistema constructivo local

PRESUPUESTO	VIVIENDA SOSTENIBLE - LLANO CHICO	FECHA:	10/11/2025
ELABORADO POR:	DARWIN PAUL SANGUÑA QUINATO	INDIRECTOS (%):	20%
M2 COSNTRUCCION	50,25 M2		

						BASE IMPONIBLE	22513,25
						IVA 15%	3376,99
						MONTO TOTAL	25890,24
Nro.	CÓDIGO	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
<b>A</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>SUBTOTAL A</b>	<b>28,14</b>	
	C001	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	50,25	0,56	28,14	
<b>B</b>	<b>CIMENTACION Y ESTRUCTURA</b>				<b>SUBTOTAL A</b>	<b>9049,97</b>	
	C002	TRAZO Y REPLANTEO	M2	50,25	0,43	21,61	
	C003	EXCAVACION MANUAL DE DE ZANJA PARA CIMIENTO DE PIEDRA	M3	8,52	21	178,92	
	C004	COMPACTADO DE ZANJA CON PISON MANUAL	ML	42,34	10,43	441,61	
	C005	ARMADO DE VIGAS DE CIMENTACION 0,20X0,30 M	ML	42,34	17,63	746,4542	
	C006	FUNDIDO DE VIGAS DE CIMENTACION 0,20X0,30 M	M3	2,52	227,19	572,52	
	C007	RELLENO Y COMPACTACION DE BASE PARA CONTRAPISO	M3	10	62,32	623,2	
	C008	PISO DE MADERA MACHIMBRADAS	M2	50,25	51,86	2605,97	
	C009	BASE DE TABLONES PARA BASE DE PISO	M2	50,25	33,71	1693,93	
	C010	CUBIERTA DE BARRO CON ESTRUCTURA DE MADERA	M2	50,25	43,1	2165,775	
<b>C</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>				<b>SUBTOTAL B</b>	<b>9261,25</b>	
	C011	MAMPOSTERIA DE BLOQUE BTC CON CAL 10 CM DE ESPESOR EXTERIOR	M2	135,1	41,21	5567,47	
	C012	MAMPOSTERIA DE BLOQUE BTC CON CAL DE 10 CM DE ESPESOR INTERIOR	M2	29,82	41,21	1228,88	
	C013	ENLUCIDO EXTERIOR ESPESOR 1,5 CM ARENA+CAL HIDRAULICA+AGUA	M2	67,55	17,47	1180,10	
	C014	AISLAMIENTO TERMICO DE LANA DE OVEJA 5 CM ESPESOR	M2	67,55	19,02	1284,80	
<b>D</b>	<b>ACABADOS</b>				<b>SUBTOTAL C</b>	<b>3163,39</b>	
	C015	LECHADA DE CAL EXTERIOR 2mm	M2	67,55	3,58	241,83	
	C016	LECHADA DE CAL INTERIOR 2mm	M2	127,19	2,7	343,41	
	C017	VENTANA DE 0,60X0,60 CON MARCO DE MADERA	U	3	75,49	226,47	
	C018	VENTANA DE 0,60X2,10 M CON MARCO DE MADERA	U	6	136,15	816,90	
	C019	PUERTAS DE MADERA TAMBOREADAS	U	5	222,36	1111,8	
	C020	LAVAMANO EN BAÑO INCLUYE GRIFERIA	U	1	86,15	86,15	
	C021	INODORO INCLUYE MANGUERAS	U	1	100,92	100,92	
	C022	LAVAPLATOS INCLUYE GRIFERIA	U	1	141,54	141,54	
	C023	DUCHA INCLUYE GRIFERIA	U	1	72,59	72,59	
	C024	ACCESORIOS DE BAÑO	U	1	21,78	21,78	
<b>E</b>	<b>INSTALCIONES SANITARIAS Y ELECTRICAS</b>				<b>SUBTOTAL D</b>	<b>1010,49</b>	
	C025	CAJA DE REVISION 0,60X0,60X1M	U	1	140,76	140,76	
	C026	PUNTO DE AGUA FRIA DE 1/2 PULG INC ACCESORIOS	PTO	4	32,34	129,36	
	C027	PUNTO DE DESAGUE PVC 110 MM INC ACCESORIOS	PTO	1	49,92	49,92	
	C028	PUNTO DE DESAGUE PVC 50MM INC ACCESORIOS	PTO	3	31,14	93,42	
	C029	PUNTOS DE LUZ INC CABLES	PTO	14	33,78	472,92	
	C030	CAJA TERMICA	U	1	85,92	85,92	
	C031	LIMPIEZA GENERAL	M2	50,25	0,76	38,19	

Figura 73. Presupuesto vivienda sostenible Llano chico

Fuente: Elaboracion Propia, 2025

## 2.6.2.2. Impacto Ambiental

El análisis de huella de carbono incorporada del proyecto de 50,25 m<sup>2</sup> determina un total de 11.240,30 kg de CO<sub>2</sub> asociado principalmente a la fabricación de los materiales constructivos. Este resultado evidencia una reducción significativa frente a una vivienda convencional, lo que confirma que el uso de materiales alternativos y de menor impacto ambiental contribuye directamente a disminuir las emisiones y mejorar la sostenibilidad del sistema constructivo.

HUELLA DE CARBONO INCORPORAD EN EL PROYECTO DE 50,25				
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	CO2 KGCOE	CO2 kgCo2/m3 TOTAL
LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	50,25	0	0,00
TRAZO Y REPLANTEO	M2	50,25	0	0,00
EXCAVACION MANUAL DE DE ZANJA PARA CIMIENTO DE PIEDRA	M3	8,52	0	0,00
COMPACTADO DE ZANJA CON PISON MANUAL	M3	42,34	15	635,10
FUNDIDO DE VIGAS DE CIMENTACION 0,20X0,30 M	M3	2,52	100	252,00
RELLENO Y COMPACTACION DE BASE PARA CONTRAPISO	M3	10	15	150,00
PISO DE MADERA MACHIMBRADAS	M2	50,25	20	1005,00
BASE DE TABLONES PARA BASE DE PISO	M2	50,25	10	502,50
CUBIERTA DE BARRO CON ESTRUCTURA DE MADERA	M2	50,25	25	1256,25
MAMPOSTERIA DE BLOQUE BTC CON CAL 10 CM DE ESPESOR EXTERIOR	M2	135,1	30	4053,00
MAMPOSTERIA DE BLOQUE BTC CON CAL DE 10 CM DE ESPESOR INTERIOR	M2	29,82	30	894,60
ENLUCIDO EXTERIOR ESPESOR 1,5 CM ARENA+CAL HIDARUILICA+AGUA	M2	67,55	5	337,75
AISLAMIENTO TERMICO DE LANA DE OVEJA 5 CM ESPESOR	M2	67,55	8	540,40
LECHADA DE CAL EXTERIOR 2mm	M2	67,55	5	337,75
LECHADA DE CAL INTERIOR 2mm	M2	127,19	5	635,95
VENTANA DE 0,60X0,60 CON MARCO DE MADERA	U	3	30	90,00
VENTANA DE 0,60X2,10 M CON MARCO DE MADERA	U	6	50	300,00
PUERTAS DE MADERA TAMBOREADAS	U	5	50	250
<b>HUELLA DE CARBONO INCORPORADO</b>				<b>11240,30</b>

**Figura 74.** Impacto ambiental vivienda sostenible  
Llano chico

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

### 2.6.2.3. Confort Termico

Los materiales alternativos evaluados presentan un mejor desempeño térmico que los convencionales, destacando la lana de oveja por su muy baja conductividad ( $\lambda \approx 0,035-0,045 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ) y la lechada de cal por su aporte aislante. En conjunto, estos materiales permiten reducir la transferencia de calor, mejorar la estabilidad térmica interior y aumentar el confort en la vivienda, especialmente en condiciones nocturnas.



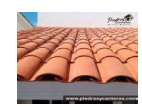

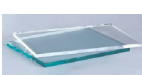

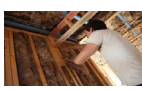
TABLA DE VALORES DE CONDUCTIVIDAD TERMICA PROTIPO DE VIVIENDA CONVENCIONAL LLANO CHICO					
Nº	Imagen	Material	Espesor	$\lambda \text{ W/m}\cdot\text{K}$	Compartamiento Termico
1		BTC	0,1	0.4 – 0.7	Excelente masa térmica; retiene calor y estabiliza la temperatura interior.
2		MADERA	0,1	1,4	Masa moderada y buena aislante; ayuda a mantener calor sin perderlo rápidamente.
3		BARRO TEJA	0,003 m	0.6 – 1.0	Alta inercia térmica; almacena calor y lo libera lentamente de noche.
4		PIEDRA	DIFERENTES TAMANOS	1.5 – 2.0	Alta masa, pero conductividad alta; necesita aislamiento para evitar pérdidas rápidas.
5		Vidrio Simple	0,004 m	0,95	Su conductividad termica es elevada por ende las perdidas de calor lo es igual
		LECHADA DE CAL	0,002	0.3 – 0.5	Muy baja conductividad; excelente para reducir pérdidas de calor.
		LANA DE OVEJA	0,002 m	0.035 – 0.045	Este material hace que se pierda mucho mas rapido el calor del interior al exterior

Figura 75. Confort termico vivienda sostenible Llano chico

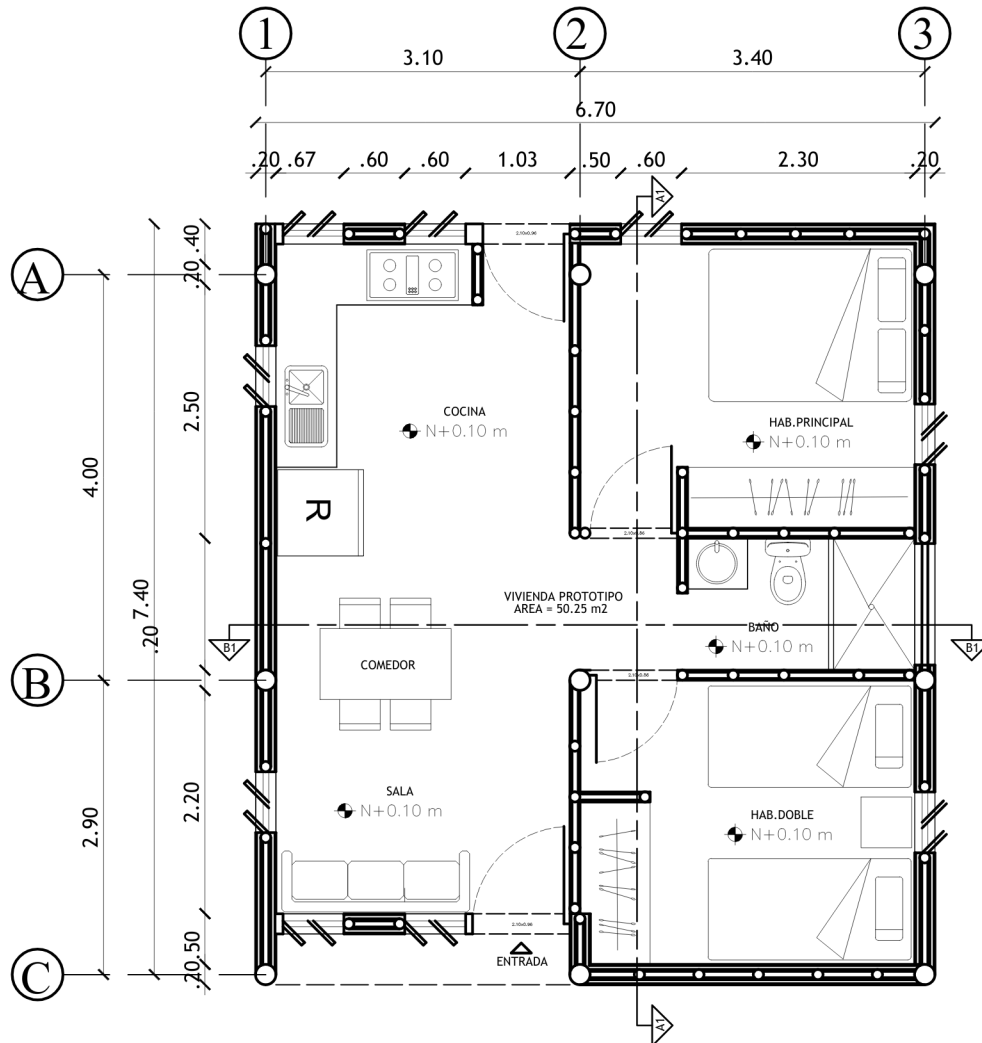
Fuente: Elaboracion Propia,2025

### 2.6.3. Vivienda prototipo con materiales locales Nanegal

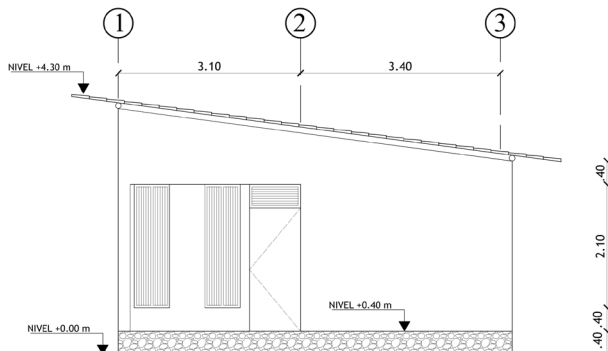
La vivienda se diseño bajo los parametros minimos de habitabilidad con los siguientes espacios: Habitación master (1), Habitación compartida (1), Baño completo (1), Sala (1), Comedor (1), y Cocina (1). Que cuenta con 50,25 metros cuadros y una altura de contrapiso a techo de 2.50 m, que incorpora materiales locales como Caña Gadua, Piedra, Madera, Cal, Sistema de Bareheque entre otros materiales



**Figura 76.** Prototipo vivienda sostenible nanegal  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

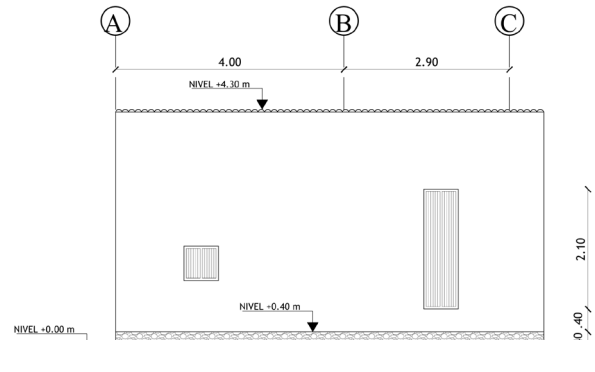


**Figura 77.** Planta arquitectonica vivienda sostenible nanegal



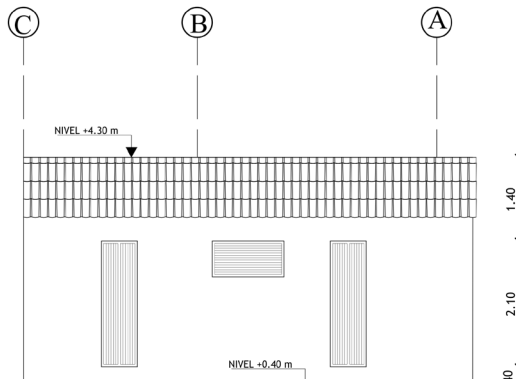
**Figura 78.** Fachada Principal vivienda sostenible nanegal

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025



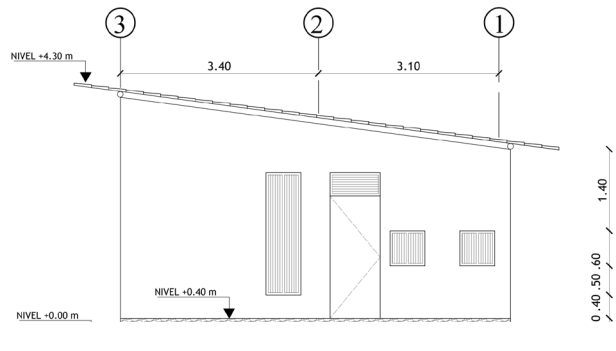
**Figura 80.** Fachada Izquierda vivienda sostenible nanegal

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025



**Figura 79.** Fachada Posterior vivienda sostenible nanegal

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025



**Figura 81.** Fachada Derecha vivienda sostenible nanegal

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

## 2.6.3.1. Presupuesto

El presupuesto de la vivienda de 50,25 m<sup>2</sup> confirma que el costo se concentra en sistemas construidos con materiales locales de Nanegal (guadua, bahareque, caña brava, piedra y teja artesanal), evidenciando una propuesta viable que reduce el uso de materiales industrializados y se adapta al contexto local.

PRESUPUESTO		VIVIENDA LOCAL - NANEGAL QUITO		FECHA:		10/11/2025	
ELABORADO POR:		DANIEL ALFONSO ROSERO LIGNA		INDIRECTOS (%):		20%	
M2 COSNTRUCCION		50,25 M2					
						<b>BASE IMPONIBLE</b>	<b>14997,52</b>
						<b>IVA 15%</b>	<b>2249,63</b>
						<b>MONTO TOTAL</b>	<b>17247,14</b>
Nro.	CÓDIGO	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
<b>A PRELIMINARES</b>							
	C001	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	50,25	0,7	35,175	
	C002	TRAZO Y REPLANTEO	M2	50,25	0,6	30,15	
						<b>SUBTOTAL A</b>	<b>65,325</b>
<b>B CIMENTACION Y SOBRECIMIENTO</b>							
	C003	ECAVACION MANUAL DE ZANJAS	M3	7,5	12	90,00	
	C004	CIMENTO CORRIDO DE PIEDRA + BARRO ESTABILIZADO	M3	6,8	85	578,00	
	C005	SOBRECIMIENTO DE PIEDRA H=0,40 M	M3	5,2	95	494,00	
	C006	CAPA IMPERMEABLE NATURAL (CAL + CENIZA)	ML	42,6	4	170,4	
						<b>SUBTOTAL B</b>	<b>1332,40</b>
<b>C ESTRUCTURA VERTICAL – GUADUA</b>							
	C007	COLUMNAS DE GUADUA Ø20 CM TRATADA (2,80 M)	U	12	35	420,00	
	C008	ANCLAJE DE GUADUA A SOBRECIMIENTO	U	12	12	144	
	C009	VIGAS SOLERAS DE GUADUA Ø12–14 CM	ML	42,6	14	596,40	
						<b>SUBTOTAL C</b>	<b>1160,40</b>
<b>D MUROS DE BAHAREQUE</b>							
	C010	BASTIDOR DE GUADUA Y MADERA	M2	67,55	18	1215,90	
	C011	TEJIDO DE CAÑA BRAVA	M2	67,55	10	675,50	
	C012	RELLENO DE BARRO (TIERRA + FIBRA)	M2	67,55	12	810,6	
	C013	REVOQUE DE BARRO INTERIOR	M2	67,55	8	540,40	
	C014	REVOQUE DE BARRO EXTERIOR	M2	67,55	9	607,95	
	C015	BAHAREQUE INTERIOR SIN REVOQUE	M2	29,82	22	656,04	
						<b>SUBTOTAL D</b>	<b>4506,39</b>
<b>E ENTABLADO DEL PISO CAÑA BRAVA</b>							
	C016	ENTABLADO DE CAÑA BRAVA	M2	50,25	14	703,50	
	C017	CAMARA DE AIRE VENTILADA	M2	50,25	6	301,50	
	C018	BASTIDOR DE GUADUA Y MADERA	M2	50,25	12	603,00	
						<b>SUBTOTAL E</b>	<b>1608,00</b>
<b>F CARPINTERIA MADERA - PUERTAS Y VENTANAS</b>							
	C019	PUERTAS DE MADERA MACIZA ARTESANAL	U	5	160	800,00	
	C020	VENTANAS DE MADERA SIN VIDRIO	U	6	110	660,00	
	C021	MARCOS Y CONTRAMARCOS	U	11	45	495,00	
						<b>SUBTOTAL F</b>	<b>1955,00</b>
<b>G INSTALACIONES SANITARIAS Y ELECTRICAS</b>							
	C022	PUNTO DE AGUA FRIA PVC DE 1/2 PULG INC ACCESORIOS	PTO	5	18	90,00	
	C023	TUVERIA PVC DE 1/2 PULG	ML	32	3	96,00	
	C024	LLAVE DE PASO	U	2	8	16	
	C025	DESAGUE PVC 110 MM	ML	12	8	96	
	C026	DESAGUE PVC 50 MM	ML	18	5	90	
	C027	CAJA DE REVISION SANITARIA	U	1	25	25	
	C028	APARATOS SANITARIOS MAS GRIFERIA	GLOBAL	1	250	250	
	C029	TUVERIA PVC DE 1/2 PULG	ML	45	2	90	
	C030	CAJAS Y ABRAZADERAS	U	1	80	80	
	C031	PUNTO DE ILUMINACION	PTO	6	18	108	
	C032	TOMACORRIENTES E INTERRUPTORES	GLOBAL	1	70	70	
	C033	TABLEROS MAS BREAKERS	U	1	70	70	
	C034	CABLEADO MAS PUESTO A TIERRA	GLOBAL	1	85	85	
						<b>SUBTOTAL G</b>	<b>1166,00</b>
<b>H CUBIERTA TEJA DE BARRO CON ESTRUCTURA DE GUADUA</b>							
	C035	ESTRUCTURA PRINCIPAL DE GUADUA (CERCHAS)	ML	38	18	684	
	C036	CORREAS DE GUADUA	ML	45	10	450	
	C037	ENTABLADO DE CAÑA BRAVA	M2	60	12	720	
	C038	TEJA DE BARRO ARTESANAL COLOCADA	M2	60	18	1080	
	C039	ALERO PROTECTOR	ML	18	15	270	

Figura 82. Presupuesto vivienda sostenible nanegal

Fuente: Elaboracion Propia,2025

### 2.6.3.2. Impacto Ambiental

La huella de carbono incorporada del proyecto de 50,25 m<sup>2</sup> alcanza un total de 3.071,07 kgCO<sub>2</sub>e, generada principalmente por componentes como la teja de barro, los elementos de mampostería/piedra y las instalaciones básicas. Este resultado refleja un impacto ambiental reducido en comparación con sistemas convencionales, debido al uso de materiales naturales y locales como guadua, barro, caña y cal.







HUELLA DE CARBONO INCORPORADA EN EL PROYECTO DE 50,25 M2					
Descripción	Material Principal	Cantidad	Unidad	CO <sub>2</sub> A1-A3 (kgCO <sub>2</sub> e/m3)	CO <sub>2</sub> A1-A3 (kgCO <sub>2</sub> e/m3 total)
Excavación manual de zanjas	Trabajo manual	25,92	m3	0,5	12,96
Sobremuro de piedra 40 cm	Piedra natural	14,8	m3	15	222
Capa impermeable natural	Barro + cal	42,6	ml	2	85
Columnas de guadua	Guadua	22,5	ml	2,5	56,25
Vigas y soleras de guadua	Guadua	42,6	ml	2,5	106,5
Bastidor para bahareque	Guadua	67,55	m3	2	135,1
Entramado y relleno de bahareque	Barro + caña	67,55	m3	5	337,75
Revoque barro-cal (ambos lados)	Barro + cal	127,19	m3	4	508,76
Cámara de aire ventilada	—	50,25	m3	2	101
Piso de caña brava	Caña brava	48,25	m3	3	144,75
Estructura de cubierta	Guadua	50,25	3	4	201
Teja de barro artesanal	Barro cocido	55	m3	12	660
Ventanas de madera	Madera local	10	U	18	180
Puertas de madera	Madera local	5	U	22	110
Instalación eléctrica básica	Cobre (reducido)	1	global	120	120
Instalación sanitaria básica	PVC (reducido)	1	global	90	90
HUELLA DE CARBONO INCORPORADA EN EL PROYECTO CO2 KG/M3					3071,07

**Figura 83.** Impacto ambiental vivienda sostenible nanegal

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

### 2.6.3.3. Confort Termico

Los materiales evaluados presentan un comportamiento térmico adecuado para el clima cálido de Nanegal, ya que elementos como el bahareque, la guadua, la caña brava y la cámara de aire reducen la transmisión directa de calor y favorecen ambientes interiores más frescos. Además, su capacidad de regulación higrótérmica contribuye a controlar la humedad y mejorar el confort, disminuyendo la dependencia de sistemas artificiales de enfriamiento.

TABLA DE VALORES DE CONDUCTIVIDAD TERMICA PROTIPO DE VIVIENDA CONVENCIONAL LLANO CHICO					
Nº	Imagen	Material	Espesor	$\lambda$ W/m-K	Compartimiento Termico
1		Muro exterior de bahareque + relleno de barro	0,20 m	0,60	La masa del barro permite almacenar calor durante el día y liberarlo lentamente en la noche, mejorando el confort térmico en clima frío-húmedo.
2		Revoque de barro exterior	0,02 m	0,90	Actúa como regulador higrótérmico. Reduce pérdidas de calor, controla humedad y protege el muro del ambiente exterior.
3		Revoque de barro interior	0,02 m	0,90	Mejora la inercia térmica interior y regula la humedad relativa, generando ambientes térmicamente estables.
4		Muro interior de bahareque sin revoque	0,12 m	0,70	Permite el intercambio térmico interno entre espacios, evitando acumulación excesiva de frío y mejorando la ventilación natural.
5		Piso de caña brava	0,04 m	0,15	Excelente aislante térmico. Reduce la sensación de piso frío y a su vez mejora el confort en zonas húmedas.
6		Camara de aire bajo piso	0,10 m	0,025	Aislante térmico natural muy eficiente. Reduce la transferencia de humedad y frío desde el suelo hacia la vivienda.
7		Sobrecimiento de piedra	0,40 m	2,30	Alta inercia térmica. Este protege de la humedad ascendente y actúa como una barrera térmica inferior.
8		Puertas y ventanasde madera macizas (sin vidrio)	0,04 m	0,13	Bajo coeficiente de conductividad. Reduce pérdidas térmicas permitiendo evitar superficies frías típicas del vidrio.
9		Cubierta de teja de barro	0,02 m	0,85	Muestra una buena inercia térmica. Atenuando el ingreso del frío nocturno y del calor diurno.
10		Estructura de guadua	0,10 m	0,30	Material liviano presenta buen comportamiento térmico y un bajo impacto ambiental.

**Figura 84.** Confort termico vivienda sostenible nanegal  
Fuente: Elaboracion Propia,2025





**ETAPA 3**  
**Resultados**



## Resultados

### 3.1 Conclusión

Los resultados obtenidos a lo largo del estudio permiten una lectura integral del desempeño ambiental, térmico y económico de tres tipologías de vivienda de 50,25 m<sup>2</sup>, evaluadas bajo criterios comparativos consistentes. Más allá de presentar valores aislados, el análisis evidencia que la selección de materiales, el sistema constructivo y el contexto territorial influyen directamente en el comportamiento final de cada propuesta. En este marco, se confirma que el impacto ambiental inicial — medido mediante emisiones incorporadas constituye una variable determinante que debe incorporarse desde las fases tempranas de diseño, especialmente en proyectos orientados a la sostenibilidad.

La Caracterización de materiales cumplió un rol clave al consolidar una matriz técnica para sustentar la elección de componentes constructivos. En esta fase se recopilaron y analizaron materiales utilizados en el contexto del DMQ considerando densidad, conductividad térmica, disponibilidad local, uso común y huella de carbono incorporada. Este proceso permitió establecer criterios verificables para seleccionar los materiales más idóneos en función de las condiciones climáticas y territoriales de Llano Chico y Nanegal, integrando el enfoque de materiales locales como eje central de la investigación.

En primer lugar, la vivienda convencional en Llano Chico presenta la mayor carga ambiental, con 24.917,14 kg de CO<sub>2</sub> en fabricación de materiales,

asociada al uso predominante de hormigón, bloque y aluminio, componentes con alta demanda energética y procesos industriales intensivos. Además, estos materiales presentan valores elevados de conductividad térmica, lo que reduce la eficiencia de la envolvente y limita la estabilidad térmica interior. De forma coherente, esta tipología registra el presupuesto más alto: \$32.593,30, evidenciando una mayor dependencia de materiales comerciales, transporte y sistemas constructivos industrializados.

En contraste, la vivienda sostenible de Llano Chico muestra una reducción significativa, alcanzando 11.240,30 kg de CO<sub>2</sub> y un presupuesto de \$25.890,24. Esto confirma que la incorporación de materiales alternativos y estrategias constructivas más eficientes puede disminuir simultáneamente el impacto ambiental y el costo global, demostrando que la sostenibilidad no implica necesariamente un incremento económico.

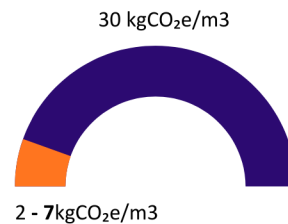
Finalmente, la vivienda sostenible de Nanegal registra el menor impacto ambiental (3.071,07 kgCO<sub>2</sub>e) y el menor presupuesto (\$17.247,14), resultado directamente relacionado con el uso de materiales locales como guadua, bahareque, caña brava, barro y cal. Estos recursos reducen industrialización, transporte y dependencia externa, además de presentar ventajas higrótérmicas coherentes con el clima cálido-húmedo del sector.

En conjunto, los hallazgos confirman que priorizar materiales locales y de baja transformación influye de manera determinante en la reducción de emisiones incorporadas, la mejora del desempeño térmico y la disminución de costos, posicionando a las soluciones sostenibles como alternativas más eficientes frente al modelo convencional.

# DESEMPEÑO DE MATERIALES



## IMPACTO AMBIENTAL



**BLOQUE DE HORMIGON**

**BTC CON CAL**

Tiempo



Ciclo de vida



Huella de Carbono



Confort térmico



Disponibilidad



Costos



**Figura 85.** Comparativa de materiales 01

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

# DESEMPEÑO DE MATERIALES



■ ENLUCIDO TRADICIONAL



■ LANA DE OVEJA

## IMPACTO AMBIENTAL

220 - 250 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



30-40 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

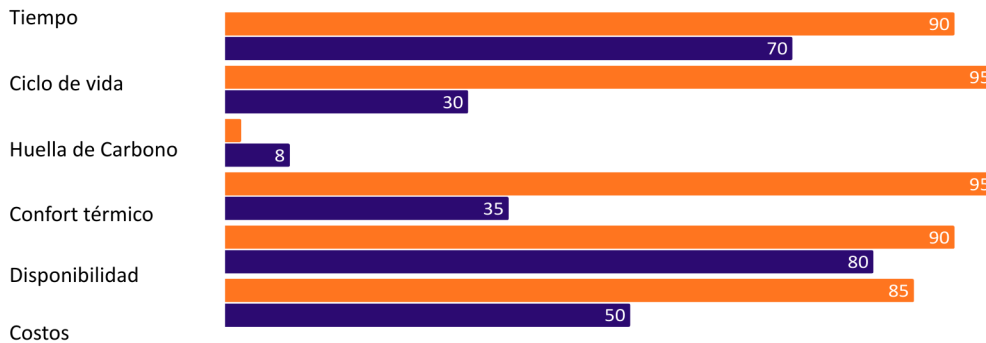
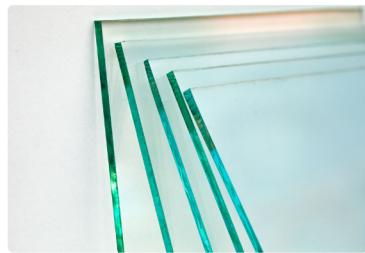


Figura 86. Comparativa de materiales 02

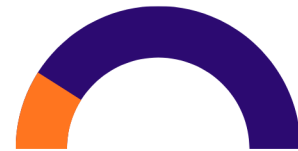
Fuente: Elaboracion Propia,2025

# DESEMPEÑO DE MATERIALES



## IMPACTO AMBIENTAL

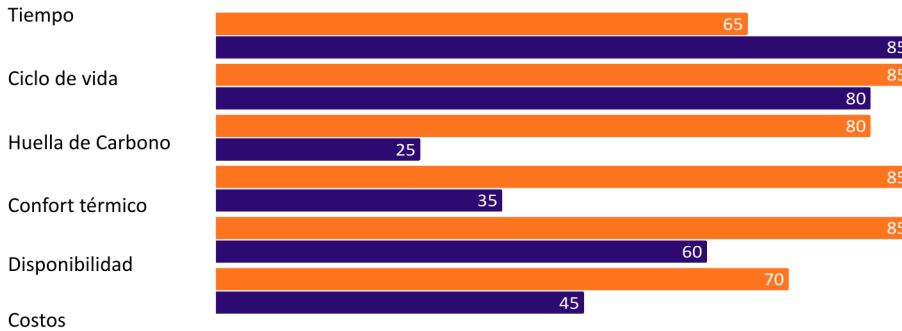
1.800 - 2.500 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



150 - 300 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

**VENTANAS DE VIDRIO**

**VENTANAS MACIZAS MADERA**



**Figura 87.** Comparativa de materiales 03  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

# DESEMPEÑO DE MATERIALES



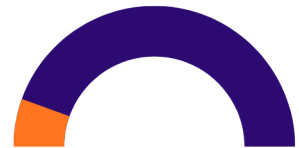
**HORMIGÓN ARMADO**



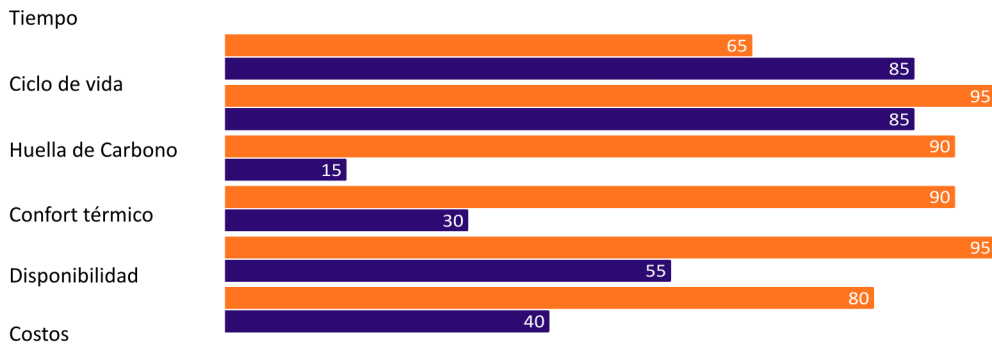
**BAMBÚ ESTRUCTURA**

## IMPACTO AMBIENTAL

300 - 350 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



2 - 6 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

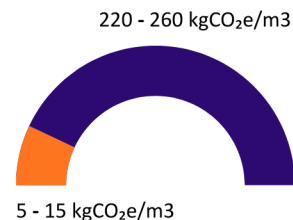


**Figura 88.** Comparativa de materiales 04

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

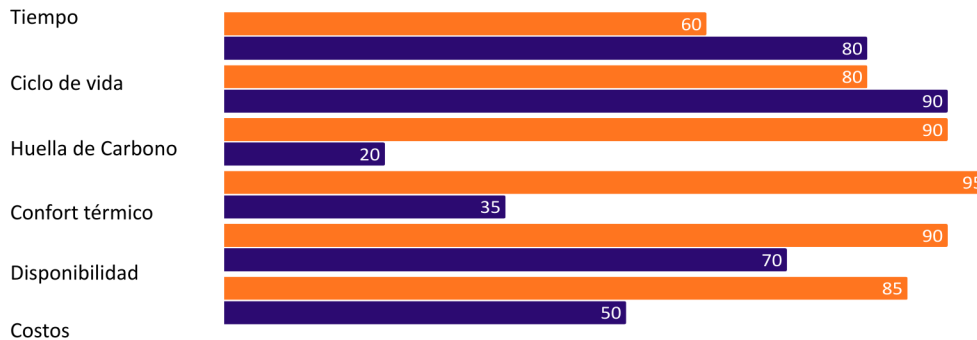
# DESEMPEÑO DE MATERIALES

## IMPACTO AMBIENTAL



**BLOQUES HORMIGÓN**

**BAHEREQUE MUROS**



**Figura 89.** Comparativa de materiales 05

**Fuente:** Elaboracion Propia,2025

### 3.2 Reflexiones finales

Los resultados obtenidos demuestran que la selección de materiales y el sistema constructivo influyen de manera directa en el impacto ambiental, el desempeño térmico y el costo final de una vivienda. La tipología convencional en Llano Chico presenta la mayor huella de carbono incorporada (24.917,14 kgCO<sub>2</sub>) y el presupuesto más alto (\$32.593,30), debido al uso predominante de materiales industrializados como hormigón, bloque y aluminio, los cuales requieren procesos de fabricación intensivos en energía y suelen tener mayor conductividad térmica, reduciendo la eficiencia de la envolvente.

En contraste, la vivienda sostenible de Llano Chico evidencia que es posible reducir emisiones y costos mediante materiales alternativos y estrategias constructivas más eficientes, alcanzando 11.240,30 kgCO<sub>2</sub> y un presupuesto de \$25.890,24. Finalmente, la vivienda sostenible de Nanegal registra el menor impacto ambiental (3.071,07 kgCO<sub>2</sub>e) y el menor costo (\$17.247,14), principalmente por el uso de materiales locales como guadua, bahareque, caña brava, barro y cal, los cuales disminuyen la industrialización y el transporte.

En conjunto, la investigación confirma que priorizar materiales locales y de baja transformación no solo reduce significativamente la huella de carbono incorporada, sino que también mejora la pertinencia climática y la viabilidad económica del proyecto, posicionando a las soluciones sostenibles como alternativas más eficientes frente al modelo convencional.

### 3.3 Recomendaciones

Se recomienda que futuras propuestas de vivienda incorporen de forma obligatoria el análisis de impacto ambiental en etapa A1–A5, ya que los resultados evidencian que una parte significativa de las emisiones se define desde la selección de materiales y el sistema constructivo. Para mejorar la precisión, es prioritario desarrollar factores de emisión y bases de datos locales, especialmente para materiales convencionales e insumos tradicionales, evitando depender únicamente de valores internacionales.

En relación con la economía circular, se sugiere priorizar materiales renovables, reutilizables y de baja transformación, además de implementar estrategias de reducción de residuos en obra, recuperación de componentes y selección de materiales con potencial de reparación y mantenimiento. Esto permite disminuir emisiones, reducir costos y optimizar el uso de recursos del territorio.

Desde el enfoque económico, se recomienda fortalecer la planificación presupuestaria vinculándola a criterios ambientales, demostrando que el uso de materiales locales puede reducir simultáneamente huella de carbono y costo total. A su vez, se recomienda promover de manera activa la mano de obra local, ya que la contratación y capacitación de habitantes del sector reduce costos de ejecución, disminuye impactos por transporte, fortalece



**ETAPA 4**  
**Referentes Bibliográficos**

## 4. Referentes Bibliográficos

Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). Déficit habitacional en América Latina y el Caribe: diagnóstico y oportunidades. BID. <https://publications.iadb.org>

Banco Mundial. (2021). Construcción sostenible y desarrollo urbano en América Latina. World Bank Open Knowledge Repository. <https://openknowledge.worldbank.org>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). Panorama de la sostenibilidad en el sector de la construcción en América Latina. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2024). Indicadores de desarrollo sostenible y vivienda social en América Latina. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org>

Flores, P. (2021). La construcción sostenible en Latinoamérica. *Limaq*, 3(1), 44–60. <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Limaq/article/view/5336>

Saavedra, J. F. C., Peralta, D. A. T., & Barrero, B. Y. M. (2025). Análisis de la influencia de materiales reciclados para la construcción sostenible en Latinoamérica. Repositorio Uniminuto. <https://repository.uniminuto.edu>

United Nations Environment Programme (UNEP). (2023). 2023 Global status report for buildings and construction. <https://unep.org>

UN-Habitat. (2023). World cities report 2023: Towards sustainable urban futures. <https://unhabitat.org>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2023). Informe nacional sobre vivienda de interés social y sostenibilidad en Colombia. Gobierno de Colombia. <https://www.dnp.gov.co>

Gómez, L., & Restrepo, C. (2020). Guadua y tierra estabilizada: materiales sostenibles en la vivienda social colombiana. *Revista de Arquitectura y Urbanismo*, 26(2), 73–90.

Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT). (2023). Informe de vivienda sustentable en México. Gobierno de México. <https://portal-mx.infonavit.org.mx>

Ministerio das Cidades. (2023). Relatorio sobre habitação social sustentável no Brasil. Governo do Brasil. <https://www.gov.br>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). (2023). Sistema de Certificación de Vivienda Sustentable (SCVS) — Resultados 2023. Gobierno de Chile. <https://minvu.gob.cl>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2022). Balance nacional de vivienda social y autoconstrucción en el Perú. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/mvcs>

antos, E. (2021). Autoconstrucción y materiales tradicionales en la vivienda social peruana. *Revista Ingeniería y Sociedad*, 19(2), 102–120.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SE-DATU). (2022). Avances del Programa de Vivienda Sustentable en México. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/sedatu>

- Silva, R., & Andrade, F. (2022). Desafíos ambientales del programa Minha Casa, Minha Vida en Brasil. *Revista Latinoamericana de Arquitectura*, 17(3), 32–49.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) — Condiciones de vivienda en Quito. Gobierno del Ecuador. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- López, M. (2022). Impacto ambiental de la expansión urbana en el Distrito Metropolitano de Quito. *Revista Ecuatoriana de Urbanismo y Territorio*, 8(2), 55–70.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ). (2022). Diagnóstico del déficit habitacional y políticas de vivienda del DMQ. Gobierno Autónomo Descentralizado de Quito. <https://www.quito.gob.ec>
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ). (2023). Informe del Programa de Vivienda Social y Hábitat Sostenible 2020–2023. Secretaría de Hábitat y Vivienda. <https://www.quito.gob.ec>
- Páez, F., & Naranjo, P. (2023). Evaluación del uso de materiales locales en la construcción de vivienda social en Quito. *Revista Hábitat Sustentable*, 11(1), 25–40.
- Secretaría de Ambiente del DMQ. (2023). Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del Distrito Metropolitano de Quito. Gobierno del Distrito Metropolitano de Quito. <https://www.quitoambiente.gob.ec>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). Déficit habitacional en América Latina y el Caribe: diagnóstico y oportunidades. BID.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). Panorama de la sostenibilidad en el sector de la construcción en América Latina. CEPAL.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU-Hábitat). (2023). *World Cities Report 2023: Towards Sustainable Urban Futures*. ONU-Hábitat.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). (2023). *2023 Global Status Report for Buildings and Construction*. UNEP.
- CEPAL. (2001). *Equidad y desarrollo territorial en América Latina*. Naciones Unidas.
- Comisión Brundtland. (1987). *Our common future*. Oxford University Press.
- Harvey, D. (2012). *Rebel cities: From the right to the city to the urban revolution*. Verso.
- IPCC. (2023). *Sixth Assessment Report: Climate Change 2023*.
- ONU. (1972). *Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano*. Naciones Unidas.
- ONU-Hábitat. (2012). *State of the World's Cities Report 2012/2013: Prosperity of Cities*. United Nations Human Settlements Programme.
- ONU-Hábitat. (2023). *World Cities Report 2023: Towards sustainable urban futures*. United Nations Human Settlements Programme.
- Redclift, M. (2005). Sustainable development (1987–2005): An oxymoron comes of age. *Sustainable Development*, 13(4), 212–227.

Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.

Vázquez Barquero, A. (2019). *Desarrollo local y territorio: nuevas perspectivas*. Editorial Síntesis.

CEPAL. (2023). *Informe regional sobre sostenibilidad urbana en América Latina*. Naciones Unidas.

Comisión Brundtland. (1987). *Our common future*. Oxford University Press.

Daly, H. (1996). *Beyond growth: The economics of sustainable development*. Beacon Press.

Hall, S. (1997). *Representation: Cultural representations and signifying practices*. Sage.

Harvey, D. (2012). *Rebel cities: From the right to the city to the urban revolution*. Verso.

IPCC. (2023). *Sixth Assessment Report: Climate Change 2023*.

ONU-Hábitat. (2020). *The right to adequate housing*. United Nations Human Settlements Programme.

ONU-Hábitat. (2023). *World Cities Report 2023: Towards sustainable urban futures*. United Nations Human Settlements Programme.

Redclift, M. (2005). Sustainable development (1987–2005): An oxymoron comes of age. *Sustainable Development*, 13(4), 212–227.

Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.

Vázquez Barquero, A. (2019). *Desarrollo local y territorio: nuevas perspectivas*. Editorial Síntesis

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). *Vienda social sostenible en América Latina: desafíos y oportunidades*. BID.

CEPAL. (2023). *Informe regional sobre sostenibilidad urbana y cambio climático en América Latina*. Naciones Unidas.

Givoni, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. Wiley.

Gómez, R., & Rojas, F. (2020). Estrategias bioclimáticas para viviendas sociales en climas andinos. *Revista de Arquitectura Sostenible*, 12(3), 45–60.

IPCC. (2023). *Sixth Assessment Report: Climate Change 2023*.

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38–49.

MIDUVI. (2026). Acuerdo Ministerial N.º 0026: Normativa técnica para proyectos de vivienda VIS. Registro Oficial del Ecuador.

ONU-Hábitat. (2020). *The right to adequate housing*. United Nations Human Settlements Programme.

ONU-Hábitat. (2023). *World Cities Report 2023: Towards sustainable urban futures*. United Nations Human Settlements Programme.

Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*.

Columbia University Press.

Vázquez Barquero, A. (2019). *Desarrollo local y territorio: nuevas perspectivas*. Editorial Síntesis.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2014). *Políticas de vivienda en América Latina y el Caribe: diagnóstico y líneas de acción*. BID.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). *Vivienda social sostenible en América Latina: desafíos y oportunidades*. BID.

CEPAL. (2023). *Informe regional sobre sostenibilidad urbana y cambio climático en América Latina*. Naciones Unidas.

MIDUVI. (2026). Acuerdo Ministerial N.º 0026: Normativa técnica para proyectos de vivienda de interés social. Registro Oficial del Ecuador.

Municipio de Quito. (1998). *Programa de mejoramiento barrial y vivienda popular*. Alcaldía Metropolitana de Quito.

Municipio de Quito. (2012). *Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del DMQ 2012–2022*.

Municipio de Quito. (2015). *Informe técnico del proyecto Vivienda Sostenible de Quitumbe*.

Municipio de Quito. (2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del DMQ 2021–2031*.

ONU-Hábitat. (2012). *State of the World's Cities Report 2012/2013: Prosperity of Cities*. United Nations Human Settlements Programme.

ONU-Hábitat. (2020). *The right to adequate housing*. United Nations Human Settlements Programme.

ONU-Hábitat. (2023). *World Cities Report 2023: Towards sustainable urban futures*. United Nations Human Settlements Programme.

Turner, J. F. C. (1976). *Housing by people: Towards autonomy in building environments*. Marion Boyars Publishers.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). *Vivienda social sostenible en América Latina: desafíos y oportunidades*. BID.

CEPAL. (2023). *Informe regional sobre sostenibilidad urbana y cambio climático en América Latina*. Naciones Unidas.

Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC). (2025). *Normas técnicas para edificaciones seguras y sostenibles*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador.

MIDUVI. (2026). Acuerdo Ministerial N.º 0026: Normativa técnica para proyectos de vivienda de interés social. Registro Oficial del Ecuador.

Municipio de Quito. (2021). *Manual de Evaluación de Vivienda Social Sostenible*. Alcaldía Metropolitana de Quito.

ONU-Hábitat. (2020). *The right to adequate housing*. United Nations Human Settlements Programme.

ONU-Hábitat. (2023). *World Cities Report 2023: Towards sustainable urban futures*. United Nations Human Settlements Programme.

ments Programme.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). Innovación y sostenibilidad en la vivienda social latinoamericana. BID.

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.

Oliver, P. (2006). *Built to Meet Needs: Cultural Issues in Vernacular Architecture*. Routledge.

ONU-Hábitat. (2023). *World Cities Report 2023: Towards Sustainable Urban Futures*. ONU-Hábitat.

Rincón, L. (2020). *Sostenibilidad constructiva y materiales locales en América Latina*. Universidad Nacional de Colombia.

Salazar, F. (2021). *Arquitectura y materiales sostenibles en contextos andinos*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Innovación y sostenibilidad en la vivienda social latinoamericana*. BID.

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.

Oliver, P. (2006). *Built to Meet Needs: Cultural Issues in Vernacular Architecture*. Routledge.

ONU-Hábitat. (2023). *World Cities Report 2023: Towards Sustainable Urban Futures*. ONU-Hábitat.

Rincón, L. (2020). *Sostenibilidad constructiva y materiales locales en América Latina*. Universidad Nacional de Colombia.

Salazar, F. (2021). *Arquitectura y materiales sostenibles en contextos andinos*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Innovación y sostenibilidad en la vivienda social latinoamericana*. BID.

Ching, F. D. K., & Adams, C. (2020). *Building Construction Illustrated*. John Wiley & Sons.

MIDUVI. (2026). *Guía técnica para el uso de materiales locales en proyectos VIS*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador.

Oliver, P. (2006). *Built to Meet Needs: Cultural Issues in Vernacular Architecture*. Routledge.

ONU-Hábitat. (2023). *World Cities Report 2023: Towards Sustainable Urban Futures*. ONU-Hábitat.

Rincón, L. (2020). *Sostenibilidad constructiva y materiales locales en América Latina*. Universidad Nacional de Colombia.

Salazar, F. (2021). *Arquitectura y materiales sostenibles en contextos andinos*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). *Innovación y sostenibilidad en la vivienda social latinoamericana*. BID.

- Ching, F. D. K., & Adams, C. (2020). *Building Construction Illustrated*. John Wiley & Sons.
- MIDUVI. (2026). *Guía técnica para el uso de materiales locales en proyectos VIS*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador.
- Oliver, P. (2006). *Built to Meet Needs: Cultural Issues in Vernacular Architecture*. Routledge.
- ONU-Hábitat. (2023). *World Cities Report 2023: Towards Sustainable Urban Futures*. ONU-Hábitat.
- Rincón, L. (2020). *Sostenibilidad constructiva y materiales locales en América Latina*. Universidad Nacional de Colombia.
- Salazar, F. (2021). *Arquitectura y materiales sostenibles en contextos andinos*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Cabeza, L. F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G., & Castell, A. (2018). Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 394–416.
- Guinée, J. (2011). Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. *Environmental Science & Technology*, 45(1), 90–96.
- ISO. (2006). *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework (ISO 14040:2006)*. International Organization for Standardization.
- ISO. (2020). *Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines (ISO 14044:2020)*. International Organization for Standardization.
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.
- MIDUVI. (2026). *Guía técnica para materiales locales sostenibles en vivienda social*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador.
- ONU. (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas.
- UNEP. (2023). *Sustainable Building Materials and Construction: Guidelines for Environmental Performance Assessment*. United Nations Environment Programme.
- BID. (2022). *Informe de sostenibilidad en vivienda social en América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cabeza, L. F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G., & Castell, A. (2018). Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 394–416.
- ISO. (2006). *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework (ISO 14040:2006)*. International Organization for Standardization.
- ISO. (2020). *Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines (ISO 14044:2020)*. International Organization for Standardization.
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to*

Cradle: Remaking the Way We Make Things. North Point Press.

MIDUVI. (2026). Guía técnica para materiales locales sostenibles en vivienda social. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador.

Oliver, P. (2006). *Built to Meet Needs: Cultural Issues in Vernacular Architecture*. Routledge.

ONU-Hábitat. (2023). *World Cities Report 2023: Towards Sustainable Urban Futures*. ONU-Hábitat.

Rincón, L. (2020). *Sostenibilidad constructiva y materiales locales en América Latina*. Universidad Nacional de Colombia.

UNEP. (2023). *Sustainable Building Materials and Construction: Guidelines for Environmental Performance Assessment*. United Nations Environment Programme.

Cabeza, L. F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G., & Castell, A. (2018). Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 394–416.

ISO. (2020). *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework (ISO 14040-14044)*. International Organization for Standardization.

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.

MIDUVI. (2026). Guía técnica para materiales locales sostenibles en vivienda social. Ministerio de Desarrollo

Urbano y Vivienda del Ecuador.

ONU. (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas.

UNEP. (2023). *Sustainable Building Materials and Construction: Guidelines for Environmental Performance Assessment*. United Nations Environment Programme.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). *Vivienda social sostenible en América Latina: Retos y oportunidades*. BID.

Cabeza, L. F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G., & Castell, A. (2018). Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 394–416.

Finnveden, G., Hauschild, M., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., ... & Suh, S. (2009). Recent developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management*, 91(1), 1–21.

Guinée, J. (2011). Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. *Environmental Science & Technology*, 45(1), 90–96.

Huijbregts, M. A. J., Steinmann, Z. J. N., Elshout, P. M. F., & van Zelm, R. (2017). ReCiPe 2016: A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(2), 138–147.

ISO. (2020). *Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines (ISO 14044:2020)*. International Organization for Standardi-

zation.

MIDUVI. (2026). Guía técnica para la evaluación ambiental de materiales locales en vivienda social. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador.

UNEP. (2023). Sustainable Building Materials and Construction: Guidelines for Environmental Performance Assessment. United Nations Environment Programme.

Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., & Weidema, B. P. (2016). The Ecoinvent database version 3 (part I): Overview and methodology. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(9), 1218–1230.

Athena Sustainable Materials Institute. (2018). Athena Impact Estimator for Buildings: User Guide. Athena Institute.

Banco Interamericano de Desarrollo [IDB]. (2023). Guía para la implementación de EDGE en proyectos de vivienda social. IDB.

Ciroth, A. (2007). ICT for environment in life cycle applications: OpenLCA—a new open source software for life cycle assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 12(4), 209–210.

Huijbregts, M. A. J., Steinmann, Z. J. N., Elshout, P. M. F., & van Zelm, R. (2017). ReCiPe 2016: A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(2), 138–147.

International Finance Corporation [IFC]. (2022). EDGE User Guide and Certification Standard. World Bank

Group.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). Proyecciones poblacionales y estadísticas territoriales del Distrito Metropolitano de Quito. INEC.

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2023). Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2023–2035. Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda.

<https://www.quito.gob.ec>

Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda. (2023). Diagnóstico territorial de las parroquias rurales del DMQ. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

Lippiatt, B. (2002). Building for Environmental and Economic Sustainability (BEES) Technical Manual. National Institute of Standards and Technology (NIST).

One Click LCA. (2022). One Click LCA software overview and methodology. One Click LCA Ltd.

Pehnt, M. (2006). Dynamic life cycle assessment (LCA) of renewable energy technologies. *Renewable Energy*, 31(1), 55–71.

Simonen, K., Rodriguez, B., & Huang, M. (2017). Tally: Environmental impact tool for Revit. University of Washington.

UNEP. (2023). Sustainable Building and Construction

Programme Report 2023. United Nations Environment Programme.

Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., & Weidema, B. P. (2016). The Ecoinvent database version 3 (part I): Overview and methodology. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(9), 1218–1230.

Ministerio de Turismo del Ecuador. (2023). *Guía oficial de patrimonio natural y cultural*. Editorial Nacional.

- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2024). *Proyecciones poblacionales y superficie territorial del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: INEC.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2023). *Quito: Primer Patrimonio Cultural de la Humanidad. Informe sobre conservación y gestión del centro histórico*. UNESCO.

Ministerio de Cultura y Patrimonio del Ecuador. (2023). *Políticas de preservación del patrimonio material e inmaterial en el Ecuador*. Quito: MCP.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ). (2023). *Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2023–2035*. Quito: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda.

ONU-Hábitat. (2022). *Ciudades sostenibles y resilientes: Diagnóstico de sostenibilidad urbana en América Latina*. Nairobi: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.

Ministerio de Turismo del Ecuador. (2023). *Guía de viaje y sostenibilidad en la Región Insular*. Secretaría Nacional

de Turismo.

Parque Nacional Galápagos. (2023). *Informe anual de monitoreo climático y biodiversidad*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Vivienda social y salud: El impacto del aislamiento térmico en zonas altoandinas*. Publicaciones del BID.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción: Eficiencia Energética en Edificaciones (NEC-HS-EE)*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

McDonough, W., y Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2026). *Manual de resiliencia y vivienda vernácula en ecosistemas críticos*. Gobierno de la República del Ecuador.

ONU-Hábitat. (2023). *Materiales locales y construcción sostenible: El uso de la tierra en la arquitectura contemporánea*. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.

Rincón, J. (2020). *Estrategias bioclimáticas para el trópico: Ventilación y permeabilidad en estructuras de baja inercia*. Editorial Universitaria.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). *Proyecciones poblacionales y estadísticas territoriales del*

Distrito Metropolitano de Quito. INEC.

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2023). Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2023–2035. Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda.

<https://www.quito.gob.ec>

Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda. (2023). Diagnóstico territorial de las parroquias rurales del DMQ. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2022). Anuario meteorológico del Ecuador. INAMHI.

<https://www.inamhi.gob.ec>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2022). Anuario meteorológico del Ecuador. INAMHI.

<https://www.inamhi.gob.ec>

Organización de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2023). Housing and climate adaptation. ONU-Hábitat.

<https://unhabitat.org>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2022). Anuario meteorológico del Ecuador. INAMHI.

<https://www.inamhi.gob.ec>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2022).

Anuario meteorológico del Ecuador. INAMHI.

<https://www.inamhi.gob.ec>

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2023). Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2023–2035.

<https://www.quito.gob.ec>

Organización de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2023). Climate-responsive housing and sustainable settlements. ONU-Hábitat.

<https://unhabitat.org>



# ETAPA 5

## Anexos

## 5. Anexos



**Anexo 1. APUS NANEGAL**  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025



**Anexo 2. APUS LLANO CHICO SOSTENIBLE**  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025



**Anexo 3.** APUS vivienda con  
**Fuente:** Elaboracion Propia,2025





**Universidad  
Indoamérica**

**Arquitectura  
2025**