

## **Bloques en adobe con fibras de polietileno**



Díaz Méndez Angie Lizeth  
Pinzón Cárdenas Sergio Alexander  
Vanegas Vanegas Henry Humberto

Director Proyecto de Investigación y Desarrollo  
Arq. Mag. Francisco Javier Lagos Bayona  
Codirector Proyecto de Grado  
Adm. Esp. Henry Noreña Villarreal  
Énfasis  
Arq. Fernando Ospina Varón

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Construcción y Gestión en Arquitectura  
Bogotá D.C.  
2025

## **Bloques en adobe con fibras de polietileno**

Díaz Méndez Angie Lizeth  
Pinzón Cárdenas Sergio Alexander  
Vanegas Vanegas Henry Humberto

Director Proyecto de Investigación y Desarrollo  
Arq. Mag. Francisco Javier Lagos Bayona  
Codirector Proyecto de Grado  
Adm. Esp. Henry Noreña Villarreal  
Énfasis  
Arq. Fernando Ospina Varón

Trabajo de grado para optar al título de Constructor y Gestor en Arquitectura

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Construcción y Gestión en Arquitectura  
Bogotá D.C.

2025

NOTAS DE APROBACIÓN

Arq. Mag. Francisco Javier Lagos Bayona  
Director Proyecto de Investigación y Desarrollo

---

---

Adm. Esp. Henry Noreña Villarreal  
Codirector Proyecto de Grado

---

---

Arq. Mag. Pedro Ricardo Medina Mota  
Jurado

---

---

AYCA. Mag. Juan Guillermo Lozano Camelo  
Jurado

---

---

Arq. Mag. Carlos Alberto Corrales Medina  
Jurado

---

---

Arq. Fernando Ospina Varón  
Énfasis

---

---

## **DEDICATORIA** – Henry Vanegas Vanegas

Dedico este trabajo, con un inmenso agradecimiento y cariño, a todas aquellas personas que, de una u otra forma, pertenecieron como pieza fundamental en el trasegar académico y personal.

En primer lugar, a mi núcleo familiar más cercano padres, esposa, hijos y hermanos quienes con su ejemplo de esfuerzo y perseverancia y amor incondicional, me han enseñado que la educación es el camino hacia el crecimiento personal. Agradezco por su apoyo y paciencia, constante en los momentos más difíciles y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Este logro es tan suyo como mío.

A mi familia en general, por su apoyo y ánimo durante los momentos de cansancio y desánimo. Cada palabra de valor, cada gesto de cariño y cada muestra de confianza fueron el impulso que necesité para continuar y culminar este proyecto.

## **AGRADECIMIENTO** – Henry Vanegas Vanegas

A mis profesores, agradezco su dedicación, compromiso y orientación con la formación académica. Su conocimiento y enseñanza han dejado una huella profunda en mi manera de pensar y en mi forma de entender los desafíos que presenta el mundo. Gracias por haber compartido conmigo su experiencia y pasión por el aprendizaje.

A mis compañeros y amigos, quienes con su compañía, apoyo y buen humor hicieron de este momento un rato agradable. Las horas de estudio, discusiones académicas y los momentos de desahogo se convirtieron en una experiencia esencial que hoy culmina.

Finalizó agradeciendo a todas aquellas personas que, sin saberlo, ayudaron a mi crecimiento personal y profesional. Muchos con su ejemplo me inspiraron y me recordaron que todo esfuerzo genera una recompensa.

Este trabajo de grado representa un logro académico, una etapa de aprendizaje, superación y crecimiento personal que marcará para siempre mi trayectoria y aportará al conocimiento de otros.

## **DEDICATORIA – Sergio Pinzón Cárdenas**

Dedico este estudio a mi familia, por enseñarme que cada proyecto comienza con acto de fe, a los artesanos del barro, que con sus manos convierten tierra en hogar, y a todas las personas que creen que reciclar también es forma de sanar el mundo, a quienes luchan por transformar la industria de la construcción desde la sostenibilidad y la innovación, a los maestros y a quienes día a día trabajan en obra, que inspiran a buscar soluciones que cuiden el entorno y mejoren la vida de todos, que este trabajo sea una semilla más en el camino hacia una construcción más limpia, más consciente y más humana.

## **DEDICATORIA – Angie Díaz Méndez**

A Dios, por iluminar cada paso de mi camino, darme fuerzas en los momentos de duda y recordarme siempre que todo es posible de Su mano.

A mi mamita, por ser mi mayor ejemplo de amor, valentía y fortaleza; gracias por sostenerme cuando más lo necesitaba y por enseñarme que los sueños se alcanzan con esfuerzo y fe.

A mi esposo y a mi bebita, quienes se han convertido en mi mayor motivo para seguir adelante. Su amor, su compañía y la ilusión de construir un futuro juntos fueron la inspiración más grande para culminar este logro.

## **AGRADECIMIENTO – Angie Díaz Méndez**

Quiero agradecer a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría y la serenidad necesarias para culminar este proyecto. Su guía ha sido fundamental en cada etapa de mi camino académico y personal.

A mi familia, por su amor, paciencia y apoyo incondicional. Gracias por acompañarme en los momentos más desafiantes, por sus palabras de aliento y por motivarme a seguir adelante aun cuando las dificultades parecían mayores.

A mi mamita, por ser mi ejemplo de vida y mi mayor fuente de inspiración; a mi esposo y a mi bebita, por recordarme cada día el valor de mis esfuerzos y convertirse en la razón más profunda para perseverar.

Agradezco también a mi director de proyecto por su orientación, compromiso y dedicación. Sus aportes fueron esenciales para el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a este logro. Cada gesto y cada palabra quedaron reflejados en este trabajo que hoy presento con orgullo y agradecimiento.

## **PRÓLOGO**

El presente documento es el resultado de un proceso de investigación y experimentación orientado a la búsqueda de alternativas constructivas sostenibles, eficientes y coherentes con las necesidades actuales del gremio, el proyecto “adobe con fibras de polietileno-ECOBLOCK” surge como una respuesta innovadora frente a los desafíos que enfrenta a el sector de la construcción en materia ambiental, social, y tecnológica, proponiendo un material que combina la tradición del adobe con el aprovechamiento de residuos plásticos reciclados.

Durante el desarrollo de este trabajo se abordaron distintas fases: desde la caracterización del suelo y la identificación de las proporciones adecuadas de la mezcla, hasta la incorporación de fibras plásticas en distintos porcentajes, con el fin de evaluar sus incidencias en las propiedades físicas, químicas y mecánicas del material, este proceso les permitió comprobar que la integración de las fibras de polietileno contribuyen significativamente a mejorar la resistencia, disminuir la fisuración y aumentar la durabilidad del adobe, sin comprometer su naturaleza ecológica ni su bajo impacto ambiental.

Más allá de su componente técnico, el proyecto representa una oportunidad de innovación social y ambiental, ya que promueve el uso responsable de los recursos locales, fomenta la reutilización de materiales no biodegradables y plantea una alternativa viable para la

construcción de vivienda dignas, accesibles y sostenibles, de esta manera ECOBLOCK se consolida como un producto que une a la tradición constructiva ancestral con los principios contemporáneos de sostenibilidad y economía circular.

Este documento, estructurado en capítulos que comprenden desde la fundamentación teórica y la metodología experimental, hasta la evaluación económica y administrativa, busca aportar al conocimiento a la práctica de la construcción ecológica, asimismo, pretende inspirar a otros investigadores constructores y comunidades a explorar soluciones que reduzcan el impacto ambiental del sector, sin sacrificar la calidad ni la funcionalidad de las edificaciones. Finalmente, este trabajo refleja el compromiso, la dedicación y la colaboración de un equipo que, desde la academia, contribuye a la transformación del entorno construido mediante la ciencia, la creatividad y la conciencia ambiental, el adobe con fibras de polietileno no solo representan un material alternativo, sino una visión de futuro donde la innovación y la sostenibilidad se convierten en pilares del desarrollo humano y urbano

## **PRÓLOGO 2**

El presente trabajo es el resultado de un proceso investigativo desarrollado a lo largo de cuatro semestres, cuyo propósito fue el mejoramiento del adobe mediante la incorporación de fibras de polietileno, dando origen a un nuevo producto denominado ECOBLOCK. Esta investigación nace del interés por rescatar y fortalecer las técnicas tradicionales de construcción en tierra, profundamente arraigadas en la historia constructiva de nuestro país, pero que con el paso del tiempo han sido desplazadas por materiales industriales de alto impacto ambiental.

El proyecto se planteó con una visión doble: por un lado, mejorar las propiedades del adobe tradicional para hacerlo competitivo frente a los bloques convencionales del mercado, y por otro, mantener viva la práctica ancestral de construir con tierra, promoviendo alternativas sostenibles que sean accesibles a las comunidades rurales. Una de las metas fundamentales fue fomentar la autoconstrucción como herramienta de desarrollo local, permitiendo que los

habitantes puedan fabricar sus propios bloques en el mismo terreno de edificación, reduciendo costos y aprovechando sus saberes empíricos.

Más allá del componente técnico, este trabajo busca generar un impacto ambiental y social positivo, demostrando que el uso de materiales naturales como el adobe no solo reduce el consumo energético y la huella de carbono de la industria de la construcción, sino que también proporciona confort térmico y acústico, traduciéndose en beneficios económicos a largo plazo para los usuarios.

El documento se estructura en capítulos que recorren desde la historia y evolución del adobe, hasta la metodología experimental y los ensayos de laboratorio que sustentan la investigación, incluyendo además la evaluación de costos de producción y proyecciones de comercialización del ECOBLOCK. Con ello, se busca aportar al conocimiento académico en el campo de la construcción sostenible, dejando abierta la posibilidad de que futuras generaciones continúen este camino, perfeccionen el producto incluso incorporando fibras naturales que pueden llegar a aportar las mismas mejoras del polietileno, pero aportando más a la construcción sostenible, y lo lleven a su aplicación real en el mercado.

Este trabajo, más que un cierre académico, representa una apuesta por el equilibrio entre la tradición y la innovación, por una arquitectura más humana, consciente y responsable con su entorno.

## **RESUMEN**

Este proyecto de investigación analiza los métodos de construcción tradicionales enfocándose en los bloques en adobe, utilizados por generaciones y traspassando diferentes etapas de la historia, el prototipo hecho artesanalmente vincula un material que redunda en las obras de construcción y es el polietileno reflejado en un insumo llamado poli sombras. siendo una malla sintética conformada por largas fibras poco reutilizables. La investigación busca incorporar estas fibras cortadas a una longitud no mayor a 2 cm como material de

refuerzo, frente a las condiciones físicas y mecánicas que están expuestos los bloques en adobe.

Los resultados obtenidos por pruebas de laboratorio evidencian un aporte positivo frente a los métodos tradicionales donde la hierba seca como la paja, ramas de árboles, piedras e incluso huesos fueron en su momento componentes que acompañaban la fabricación de estos bloques en adobe, medir las proporciones de arcilla, arena, fibras y agua demostraron un factor considerable para la implementación de los bloques en adobe y demuestra que estos métodos innovadores son aplicables para la creación de nuevos componentes que ayuden y mejoren estos bloques.

Finalmente concluimos que este proyecto funciona como una puerta de acceso para estudios futuros, permitiendo visualizar nuevos componentes y resultados sugiriendo y aportando a investigaciones académicas que deseen experimentar dichas teorías aplicadas.

## **PALABRAS CLAVE**

Reciclaje, adobe, sostenibilidad, ecológico, fibras de polietileno, ECOBLOCK, innovación en materiales, tradición constructiva, autoconstrucción, comunidades rurales, materiales ecológicos, reducción de costos, huella de carbono, eficiencia energética, confort termoacústico, sustentabilidad, industria de la construcción, ensayos de laboratorio, metodología experimental, evaluación de costos, comercialización, desarrollo local, arquitectura sostenible, impacto ambiental, impacto social, construcción en tierra, innovación tecnológica, ensayos, químico, físico, mecánico, fibras naturales.

## **ABSTRACT**

This research project analyzes traditional construction methods focusing on adobe blocks, used for generations and crossing different stages of history, the handcrafted prototype links

a material that results in construction works and is polyethylene reflected in an input called polyshadow being a synthetic mesh made up of long fibers that are not very reusable. The research seeks to incorporate these fibers cut to a length of no more than 2 cm as reinforcement material, in the face of the physical and mechanical conditions that the adobe blocks are exposed to.

The results obtained by laboratory tests show a positive difference compared to the methods traditional where dry grass such as straw, tree branches, stones and even bones were at the time components that accompanied the manufacture of these adobe blocks, measuring the proportions of clay, sand, fibers and water demonstrated an innovative factor for the implementation of the blocks in Adobe and demonstrates that these technological methods are applicable for the creation of new components that help and improve these blocks.

Finally we conclude that this project works as a gateway for future studies, allowing us to visualize new components and results, suggesting and contributing to academic research that wishes to experiment with these applied theories.

## Contenido

1.	IDENTIFICACIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.....	18
1.1.	Presentación.....	18
1.2.	Área de investigación.....	20
	Fabricación de bloques en adobe .....	20
1.3.	Tema de investigación.....	21
1.4.	Título de la investigación .....	22
1.5.	Línea de investigación.....	24
	Línea 08. Emprendimiento, innovación y transferencia tecnológica: .....	24
1.6.	Tipo de investigación .....	24
1.7.	Clase de investigación .....	24
1.8.	Objetivo general y específicos del producto o servicio.....	25
	Objetivo general:.....	25
	Objetivos específicos:.....	25
1.9.	Cuadro de variables, valores e indicadores.....	26
1.10.	Herramientas de investigación utilizadas .....	27
1.10.1.	Ensayos .....	28
	Ensayo físico del bloque.....	28
	1. Dimensiones y forma.....	28
	Ensayo químico del bloque.....	29
	Ensayo químico del bloque.....	32
	Ensayo mecánico del bloque.....	33
1.10.2.	Elementos que se usan para los ensayos .....	34
1.10.3.	Entrevistas .....	36
1.10.4.	Encuestas.....	36
1.11.	Presupuesto.....	38
1.12.	Cronograma .....	39
1.13.	Obtención del número ORCID .....	41
2.	DESCRIPCIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE POLIETILENO .....	43
2.1.	Formulación del problema a investigar. ....	44
2.1.1.	Árbol del problema, causas y consecuencias, descripción. ....	44

2.1.3.	Árbol del objetivo medios y fines, definición.....	47
2.1.4.	Árbol de objetivos, logros e insumos.....	48
2.1.5.	Delimitación temática.....	48
2.1.6.	Delimitación geográfica.....	49
2.2	Descripción.....	49
2.2.1.	Concepto general del bloque en adobe con fibras de polietileno.....	49
2.2.2.	Impacto Ambiental.....	50
2.2.3	Impacto Social.....	50
2.2.4	Impacto Económico.....	50
2.2.5	Impacto Profesional.....	50
2.2.6	Impacto Tecnológico.....	51
2.2.3.	Potencial innovador.....	51
2.3	Justificaciones del problema a investigar.....	51
2.3.1.	Justificación Ambiental.....	52
2.3.2.	Justificación Social.....	53
2.3.3.	Justificación Económica.....	53
2.3.4.	Justificación Profesional.....	53
2.3.5.	Justificación Tecnológica.....	54
2.3.6.	Necesidades que satisface.....	54
2.3.7.	Impacto ambiental.....	54
2.4.	Metodología de la investigación.....	54
2.4.1.	Alcance.....	57
2.4.2.	Procedimientos.....	59
2.4.3.	Población y muestra. Ensayo, Encuesta o Entrevista.....	70
2.4.4.	Técnicas e instrumentos.....	71
2.5.	Antecedente del problema a investigar.....	71
2.6.	Estado del Arte del problema a investigar.....	74
2.7.	Marcos contextual o referencial.....	77
2.7.1.	Marco Teórico.....	78
2.7.2.	Marco Histórico.....	80
2.7.3.	Marco Normativo.....	92
2.7.4.	Marco Productivo.....	94

3.	BLOQUE DE ADOBE CON FIBRAS DE POLIETILENO-ECOBLOCK.....	99
3.2.	Nombre e imagen del ADOBE .....	99
3.3.	Composición del ADOBE .....	99
3.3.1.	Insumos, elementos y componentes del ADOBE ECOBLOCK.....	100
3.3.2.	Especificaciones técnicas del ADOBE ECOBLOCK .....	100
3.3.3.	Características físicas, químicas y mecánicas del ADOBE ECOBLOCK .....	100
3.4.	Proceso de Producción industrial del ADOBE ECOBLOCK .....	102
3.4.1.	Identificación de las actividades necesarias para el diseño, puesta en marcha y producción. ....	102
3.4.2.	Duración del ciclo productivo .....	102
3.4.3.	Capacidad instalada.....	103
3.4.4.	Proceso de control de calidad. ....	105
3.4.5.	Proceso de seguridad industrial. ....	106
3.4.6.	Puesta en marcha, en obra o en el mercado.....	106
3.5.	Necesidades y requerimientos.....	107
3.5.1.	Materias primas e insumos .....	107
3.5.2.	Pruebas y ensayos. ....	107
3.5.3.	Tecnología, herramientas, equipos y maquinaria. (industrial).....	107
3.5.4.	Pruebas piloto, secuencia de uso, planes de manejo. ....	107
3.5.5.	Sistema de presentación, empaque y embalaje. ....	109
3.6.	Costos.....	109
3.6.1.	Precios unitarios. (4907) .....	111
3.6.2.	Costos globales de producción .....	112
3.6.3.	Valor comercial del producto. ....	113
4.	CONCLUSIONES.....	126
5.	GLOSARIO Y TÉRMINOS Y VOCABULARIO EN INGLÉS A ESPAÑOL.....	128
5.2.	Vocabulario .....	128
5.3.	De la investigación del adobe con polietileno de alta densidad.....	129
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	130
7.1.	Bibliografía básica .....	130
7.2.	Referencias .....	131
7.3.	Metodología.....	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Ficha técnica comparativa	20
Ilustración 2. Análisis del nombre de investigación en la página: calculadora de impacto	22
Ilustración 3. Cuadro de cantidades de materia prima en los prototipos	25
Ilustración 4. Cuadro de variables, valores e indicadores	27
Ilustración 5. Óxido de silicio	29
Ilustración 6. Óxido de aluminio	30
Ilustración 7. Óxido de hierro	30
Ilustración 8. Óxido de calcio	31
Ilustración 9. Óxido de magnesio	31
Ilustración 10. Máquina para prueba de compresión, Universidad La Gran Colombia	35
Ilustración 11. Máquina para prueba de flexión, Universidad La Gran Colombia	35
Ilustración 12. Cuadro del presupuesto aproximado de la investigación	38
Ilustración 13. Cronograma de la investigación	39
Ilustración 14. Generar número ORCID de Sergio Pinzón	41
Ilustración 15. Generar número ORCID de Henry Vanegas	42
Ilustración 16. Generar número ORCID de Angie Díaz	43
Ilustración 17. Árbol de problemas, causas y consecuencias	46
Ilustración 18. Árbol de objetivo, medios y afines, definición	47
Ilustración 19. Árbol de objetivos, logros e insumos	48
Ilustración 20. Preparación de materia, secado de arcilla	59
Ilustración 21. Construcción de los moldes	59
Ilustración 22. Construcción de los moldes	60
Ilustración 23. Preparación de la fibra de polietileno	60
Ilustración 24. Trituración de la arcilla	61
Ilustración 25. Tamizaje de la arcilla	61
Ilustración 26. Selección de la arcilla	62
Ilustración 27. Pesada de las fibras	62
Ilustración 28. Pesada del agua	63
Ilustración 29. Pesada de la arena	63
Ilustración 30. Mezcla de los materiales secos	64
Ilustración 31. Incorporación del agua	64
Ilustración 32. Preparación del molde	65
Ilustración 33. Se vierte la mezcla en los moldes	65
Ilustración 34. Desmolde de los bloques, se organizan para el secado	66
Ilustración 35. Se llevan los bloques para las pruebas de laboratorio	66
Ilustración 36. Se pesan las tres muestras, cada una con un porcentaje diferente de fibras	67
Ilustración 37. Se alistan los bloques para la prueba de flexión	67
Ilustración 38. Se prepara la maquina Versa Tester para la prueba	68

Ilustración 39. Fallo a prueba de flexión	68
Ilustración 40. Máquina Universal para prueba de compresión	69
Ilustración 41. Máquina para prueba de compresión	69
Ilustración 42. Prueba de compresión	70
Ilustración 43. Prototipo final	70
Ilustración 44. Patologías del adobe	71
Ilustración 45. Patologías del adobe	72
Ilustración 46. Patologías del adobe	72
Ilustración 47. Patologías del adobe	73
Ilustración 48. Patologías del adobe	73
Ilustración 49. Patologías del adobe	74
Ilustración 50. Elaboración artesanal del adobe	81
Ilustración 51. Secado y almacenamiento	82
Ilustración 52. Elaboración de adobe tradicional	83
Ilustración 53. Casa en adobe, Ricaurte, Cundinamarca	84
Ilustración 54. Casa en adobe	85
Ilustración 55. Caratula revista	87
Ilustración 56. Tipos de aparejamiento	88
Ilustración 57. Vivienda construida en adobe	89
Ilustración 58. Secado de arcilla	94
Ilustración 59. Elaboración de molde	94
Ilustración 60. Molde	94
Ilustración 61. Fibras de polietileno	95
Ilustración 62. Triturar la arcilla después del secado	95
Ilustración 63. Tamizaje de la arcilla	96
Ilustración 64. Separación de impurezas	96
Ilustración 65. Peso de materiales	96
Ilustración 66. Inicio de mezcla	97
Ilustración 67. Preparación del molde y superficie para un desmolde fácil	97
Ilustración 68. Verter la mezcla en el molde y apisonar cada capa	98
Ilustración 69. Desmolde de los bloques	98
Ilustración 70. Bloques prototipos	99
Ilustración 71. Cuadro de proyección de ventas	103
Ilustración 72. Gráfico de producción	103
Ilustración 73. Gráfico de ventas	104
Ilustración 74. Gráfico de inversión	104
Ilustración 75. Planeación de la inversión fija	105
Ilustración 76. Cuadro de precio del producto	110
Ilustración 77. Cuadro de presupuesto para la publicidad	110
Ilustración 78. Porcentajes y costos	112
Ilustración 79. Precio del bloque de adobe	113
Ilustración 80. Pasos para elaboración del producto	114

Ilustración 81. Diagrama de flujo del producto	115
Ilustración 82. Ficha técnica del producto	115
Ilustración 83. Diagrama de flujo del producto	117
Ilustración 84. Ficha técnica de la mercancía	117
Ilustración 85. Diagrama de flujo del producto	119
Ilustración 86. Ficha técnica del producto	119
Ilustración 87. Cuadro de presupuesto de ventas	120
Ilustración 88. Presupuesto de ventas	123
Ilustración 89. Competencia	123
Ilustración 90. Competencia	124
Ilustración 91. Presupuesto de ventas	125

## INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción representa una de las principales fuentes de consumo de recursos naturales y generación de residuos a nivel global, lo que ha incentivado la investigación en materiales alternativos y sostenibles que permitan mitigar su impacto ambiental. Entre estos materiales, el adobe ha sido históricamente valorado por su bajo costo, disponibilidad local, y eficiencia energética. Sin embargo, presenta limitaciones significativas en cuanto a resistencia mecánica, durabilidad y comportamiento frente a la humedad, lo que restringe su uso en estructuras sometidas a condiciones exigentes. Por esta razón, en los últimos años se ha intensificado el interés por mejorar las propiedades del adobe mediante la incorporación de aditivos y refuerzos que no comprometan su carácter ecológico.

En este contexto, este estudio se centra en la formulación, diseño y creación de un bloque de adobe modificado con fibras de polietileno de alta densidad provenientes de residuos plásticos reciclados. El uso de estas fibras no solo tiene el potencial de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional como la resistencia a la compresión, tracción y flexión, así como su comportamiento ante agentes climáticos, sino que además promueve la reutilización de plásticos de difícil degradación, contribuyendo a la economía circular y al manejo responsable de desechos sólidos urbanos.

El polietileno de alta densidad es un material termoplástico con excelente resistencia química, baja absorción de agua y alta durabilidad, características que lo hacen idóneo como refuerzo en matrices frágiles como el adobe. La inclusión de fibras plásticas dentro de la mezcla mejora la cohesión interna del material, reduce la formación de fisuras y aumenta su resistencia a esfuerzos mecánicos, sin incrementar significativamente el peso o el costo de producción. Además, al tratarse de un residuo de difícil disposición final, su valorización dentro del sector constructivo representa una estrategia efectiva para reducir la contaminación ambiental, especialmente en contextos urbanos con altos volúmenes de desecho plástico.

Este trabajo plantea una metodología experimental que incluye el análisis de distintas proporciones de fibras de HDPE en mezclas de adobe, evaluando sus propiedades a través de ensayos normalizados para determinar su desempeño en términos de resistencia, durabilidad,

absorción de humedad, estabilidad dimensional y comportamiento térmico. De este modo, se busca establecer parámetros óptimos de diseño que permitan la implementación de estos bloques en proyectos de vivienda social o edificaciones sostenibles en regiones donde el adobe es tradicionalmente utilizado.

## **1. IDENTIFICACIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD**

### **1.1. Presentación**

Los bloques en adobe con fibras de polietileno, desde la antigüedad la necesidad de tener una vivienda digna ha sido una de las prioridades del ser humano, esto regulado por las condiciones climáticas a las que están expuestos los entornos habitacionales que los rodean, el uso de materiales originarios del suelo inspiraron la capacidad de construcción de quienes pretendían edificar viviendas evolucionando según su propia necesidad, este desarrollo dejó atrás materiales como pieles de animales, hierbas secas, piedra incluso madera las cuales hacía que su elaboración fuera compleja y desgastante para su proceso. Esta transformación dio paso al uso del suelo como materia principal gracias a su capacidad de resistencia y maleabilidad, dando lugar a fragmentos modulares adecuados por el ser humano, estos bloques compuestos por arcilla, arena y paja o hierbas secas mezcladas con agua fueron pieza clave para estos avances. El adobe tiene una profunda conexión con la historia y las raíces de muchas comunidades rurales e indígenas en América Latina, África y Asia. Construir con bloques en adobe no es solo levantar muros o edificaciones son sinónimo de preservar una forma de vida, que tiene una creencia por la naturaleza y la colaboración comunitaria.

Sustituir las fibras naturales como la paja, huesos o hierbas secas por fibras de polietileno es el resultado de un estudio que identifica las condiciones físicas, químicas y mecánicas que traemos a colación en nuestro proyecto de investigación. Construir con bloques de adobe con fibras de polietileno ayuda a conservar la identidad arquitectónica de comunidades y regiones, prolongando un legado a formas de habitar que tienen un fuerte arraigo cultural, la producción de bloques de adobe con fibras de polietileno no requiere maquinaria compleja, esto quiere decir que las comunidades pueden participar de primera mano en el proceso constructivo, generando empleo local, transmitiendo conocimientos ancestrales, y fortaleciendo el legado social al que le pertenece las construcciones en tierra. Los bloques de

adobe con fibras de polietileno son económicos, por ser fabricado con materiales disponibles localmente, reduce en gran medida los costos de construcción, esto lo convierte en una solución viable para reducir el déficit habitacional en zonas rurales.

En los últimos años ha crecido el interés por soluciones arquitectónicas sostenibles, gracias a este ámbito los bloques de adobe con fibras de polietileno buscan destacar entre ecologistas, arquitectos y consumidores conscientes de los impactos negativos que traen los materiales de construcción utilizados en la actualidad, esto no solo realza que es un recurso de subsistencia rural, sino de un material ecológico premium que comienza a valorarse incluso en entornos urbanos y turísticos.

Para un empresario o inversor con visión de futuro, los bloques de adobe con fibras de polietileno representan un encuentro perfecto entre rentabilidad, innovación y responsabilidad social. pilares que en las últimas décadas han tenido gran relevancia. Esto apunta a un nicho de mercado sostenible, muchos consumidores hoy buscan casas ecológicas, bioclimáticas, o con bajo impacto ambiental. Los bloques de adobe con fibras de polietileno, al ser natural, biodegradable y tener propiedades térmicas excepcionales para su uso. Desde el pequeño productor que fabrica bloques con sus manos, hasta el arquitecto que visualiza y diseña una casa ecológica en la montaña, pasando por el empresario que ve en este material una oportunidad de negocio rentable, todos concluyen con una misma visión: volver a construir con sentido. Más allá de su apariencia rústica, un bloques de adobe con fibras de polietileno encierra siglos de sabiduría y tecnología traída a la actualidad, resiliencia y armonía con el entorno, convirtiéndose en una pieza elemental que puede construir mucho más que edificaciones puede consolidar comunidades fuertes, negocios sostenibles y modelos de desarrollo con verdadero impacto positivo, Invertir en bloques de adobe con fibras de polietileno no es solo una elección económica es una apuesta por un futuro donde lo comercial, económico, social, y ambiental se alinean en una misma dirección. En gran medida, los gobiernos e instituciones internacionales están promoviendo construcciones ecológicas con beneficios fiscales, subsidios o financiamiento blando, Invertir en bloques de adobe con fibras de polietileno puede calificar dentro de estos programas. Esto trae consigo

una imagen de responsabilidad social y ambiental sólida, lo cual tiene un valor creciente en mercados donde el consumidor es más consciente y exigente.

*Ilustración 1. Ficha técnica*

	
<b>ALTO</b>	10 cm
<b>ANCHO</b>	14 cm
<b>LARGO</b>	30 cm
<b>PESO</b>	6.5 kg
<b>COLOR</b>	Beige claro
<b>FLEXION</b>	0.94 MPA
<b>COMPRESSION</b>	44.2 MPA
<b>RENDIMIENTO</b>	30 un * m2

*Fuente. Elaboración propia (2025).*

## 1.2. Área de investigación

### Fabricación de bloques en adobe

El uso de bloques en adobe es un método ancestral y ecológico utilizado en diferentes culturas a través del tiempo, los principales materiales están compuestos por tierra arcillosa, agua, y

en ciertos momentos paja o hierba seca para mejorar la calidad del mampuesto, la mezcla de estos materiales produce una masa homogénea que luego es vaciada en moldes que dan forma al mampuesto. Después de depositarlos en los moldes la mezcla se deja secar al sol para que la temperatura genere una cocción de manera natural, los materiales adicionados como la paja o hierbas funcionan para mejorar el aislamiento térmico convirtiéndose en un material ideal para regular temperaturas externas. Al no utilizar hornos industriales el impacto ambiental es mínimo convirtiéndose en una opción sostenible para la construcción de viviendas en zonas rurales. (*San Miguel de Allende, n.d.*)

El uso del suelo como materia principal está sometido según las características que se encuentran en los terrenos excavados para este uso, la arcilla, limos y arenas son materia de estudio para la aplicación de bloques en adobe estas normas son actualizadas constantemente, el adobe debe contar con un 20 a 30 % de arcilla convirtiéndola en un aglutinador de la tierra para la resistencia debe contar con un 60% de grava y arena para mantener la estructura del bloque, el estudio de suelos a utilizar debe ser debidamente cuidadoso debido a esto su composición puede ser orgánica e inorgánica ya que puede contener aparte de la tierra elementos como madera, piedras, y paja que pueden mejorar las características mecánicas de los adobes. (*Gongora, 2022*)

### **1.3. Tema de investigación**

El adobe es uno de los materiales más antiguos que se pueden encontrar en la construcción, utilizados en su momento por ser un producto a base de materiales fáciles de obtener y aportando propiedades térmicas, otra de sus ventajas es la producción en sitio; a lo largo del tiempo el uso de mampuestos en adobe ha tenido una notable baja por su desconocimiento, ignorando sus características físicas y químicas que aportan de manera natural a la calidez y estética de una vivienda construida con bloques de adobe, utilizar moldes para su elaboración y un curado bajo el sol sin necesidad de hornos que consumen energía eléctrica o fósil generan un secado natural. El uso en ocasiones de una prensa permite optimizar la resistencia y durabilidad, también incorporar otros aditivos como cemento y cal a los mampuestos ayuda a protegerlos de la humedad, fuego e incluso los insectos, evitando patologías que desgastan

con rapidez este material y minimiza el ciclo de vida, esto lo hace un material ecológico reduciendo la huella de carbono en el proceso de fabricación y construcción de edificaciones. *(Revista de Arquitectura Colombia, 2021)*

#### 1.4. Título de la investigación

Sostenibilidad: Adobe con fibras de polietileno de alta densidad.

*Ilustración 2. Análisis del nombre de investigación en la página: calculadora de impacto*

**Calculadora de impacto del título de investigación**

Calcule su RTI basándose en el método aritmético ponderado multivariante.

1. ¿Su título es sencillo e interesante para los lectores? \*

Sí

No

No puedo decirlo

2. ¿Su título contiene alguna información engañosa? \*

Sí

No

No puedo decirlo

3. ¿Su título es informativo? \*

Sí

No

No puedo decirlo

4. ¿Su título es lo suficientemente descriptivo como para predecir el contenido de la investigación? \*

Sí

No

No puedo decirlo

5. ¿Es apropiado para la clasificación? \*

- Sí
- No
- No puedo decirlo

6. ¿Se incluyen palabras clave importantes en el título? \*

- Sí
- No
- No puedo decirlo

7. ¿Se incluyen en el título los resultados parciales? \*

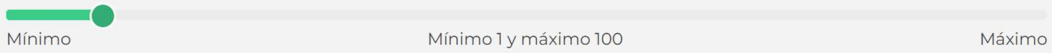
- Sí
- No
- No puedo decirlo

8. ¿El título de su investigación es único? \*

- Sí
- No
- No puedo decirlo

9. ¿Cuántas palabras hay en el título de su investigación?

9



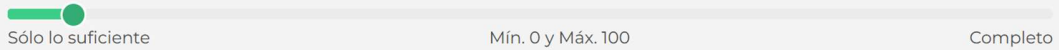
10. ¿Cuántos caracteres (con espacios) hay en el título de su investigación?

64



11. ¿Cuántos detalles de la investigación se han incluido?

6



Título de la investigación Impacto

10.11

Fuente. Adaptado de Calculadora de impacto (2025).

Interpretación de RTI: >9.1: impacto excepcionalmente alto.

## **Trazabilidad título de investigación**

### **Adobe con fibras de polietileno de alta densidad**

Bloque de arcilla prensado en frío con fibras de plástico reciclado (lonas o polisombras).

Adobe con fibras de polietileno de alta densidad reciclado (polisombras).

Bloque en adobe prensado en frío con fibras de plástico reciclado (lonas o polisombras) y aglomerante x.

Arcilla con polietileno de alta densidad y aglomerante x.

### **1.5. Línea de investigación**

#### **Línea 08. Emprendimiento, innovación y transferencia tecnológica:**

“Orientada al reconocimiento de las condiciones que permiten generar un crecimiento económico y social por medio de la producción de nuevo conocimiento e innovación, y potencial transferencia tecnológica, la identificación de resultados de investigación transferibles al sector productivo y a...” (UCMC, 2025, párr. 8)

### **1.6. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es descriptiva porque se enfoca en observar, registrar, analizar y correlacionar características de un fenómeno. aplicable al estudio de un material innovador como el adobe con fibras recicladas, puede requerir una recopilación detallada de datos preliminares antes de que se realicen experimentos más complejos o análisis comparativos más profundos. La investigación descriptiva es perfecta para crear una base de conocimiento sobre el uso de fibras recicladas en adobe. (Mugira, 2025)

### **1.7. Clase de investigación.**

La investigación aplicada tiene conceptos específicos para su desarrollo, para dar inicio debemos definir el problema o la necesidad a solucionar con objetivos claros y específicos para el cuerpo de la investigación. Con el análisis de la literatura podemos identificar las fortalezas y debilidades de los estudios existentes encontrados en literatura ya existente

páginas webs oficiales, artículos científicos, tesis entre otros. Esto para aplicarlo a los grupos poblacionales destinados, con base en los métodos de medición como cuestionarios, escalas y pruebas (Ortega, s.f.)

## 1.8. Objetivo general y específicos del producto o servicio.

### Objetivo general:

Desarrollar un mampuesto en adobe reforzado con fibras de polietileno eficiente y sostenible probado mediante ensayos de laboratorio para determinar su calidad y especificaciones técnicas, como las propiedades físicas como, densidad seca que se encuentra entre 1.600 1.900 kg/m<sup>3</sup>, de igual manera la absorción del agua entre 10% y 25% y la conductividad térmica en el rango de 0.25 a 0.75 W/m\*k (vatios por metro kelvin). Dimensiones alto, largo y ancho, (10\*30\*14) y por último textura, color y peso.

Las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión aproximadamente entre 1.5 a 3.5 MPa, y la resistencia a la flexión de 0.5 a 1.5 Mpa.

Así mismo se evalúa la estabilidad y compatibilidad química (adherencia), entre el adobe y las fibras. Manteniendo una proporción de mezcla del 5% a 15% de fibras de polietileno.

Ilustración 3. Cuadro de cantidades de materia prima en los prototipos

Insumos	Porcentaje %				Volumen cm <sup>3</sup>			Peso gramos		
	PN	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Arcilla	90	47	80	75	1295	1234	1120	3900	3600	3300
Arena		28			764	739	680	2400	2200	2000
Limo		10			281	217	240	0	0	0
Fibras de polietileno	0	5	10	15	150	300	450	3	6	9
Agua	10	10	10	10	800	700	600	800	700	600
Aire	0	0	0	0	1260	1260	1260	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4550</b>	<b>4450</b>	<b>4350</b>	<b>7103,0</b>	<b>6506,0</b>	<b>5909,0</b>

Fuente. Elaboración propia (2025).

### Objetivos específicos:

1. Analizar las propiedades físicas Comprobar la densidad seca entre 1.600 y 1.900 kg/m<sup>3</sup>, con alta humedad llega a 2.200 kg/m<sup>3</sup>; absorción del agua entre 10% y 25%,

si el adobe es muy poroso puede absorber hasta el 30% y conductividad térmica que varía entre 0.25 y 0.75 W/m\*K (vatios por metro kelvin) de los bloques de adobe reforzados con fibras de polietileno de alta densidad mediante pruebas de laboratorio.

2. Analizar las propiedades mecánicas de los bloques de arcilla reforzados con polietileno de alta densidad, evaluando su resistencia a la compresión aproximada entre 1.5 a 3.5 MPa, la resistencia a la flexión que está entre 0.5 y 1.5 MPa.
3. Analizar las propiedades químicas como estabilidad y compatibilidad entre los materiales, que debe ser entre el 20% y 30% del adobe y las fibras de polietileno de alta densidad.

#### **1.9. Cuadro de variables, valores e indicadores.**

Ilustración 4. Cuadro de variables, valores e indicadores

CUADRO DE VARIABLES VALORES E INDICADORES			
TEMA DE INVESTIGACIÓN	¿Cómo influye la incorporación de fibras de polietileno reciclado de polisombras en ladrillos de arcilla prensados en frío en su resistencia mecánica, durabilidad y sostenibilidad para la construcción en zonas rurales?		
	VARIABLES	VALOR	INDICADOR
	Resistencia mecánica	MEDIA/ALTA	Ensayo de compresión, resistencia a carga, módulo de elasticidad.
	Durabilidad	MEDIA	Pruebas de desgaste, exposición a humedad y temperatura, resistencia química.
	Sostenibilidad	ALTA	Reducción de residuos plásticos, huella de carbono, eficiencia energética en la fabricación.
	Impacto estructural	NEUTRO	Evaluación de carga en estructuras, adherencia con mortero, deformaciones.
	Impacto económico	ALTO AHORRO	Costo por unidad, comparación con alternativas comerciales, viabilidad de producción a gran escala.
	Aplicabilidad en zonas rurales	ALTA	Disponibilidad de materia prima, facilidad de fabricación y transporte.

Fuente. Elaboración propia (2025).

### 1.10. Herramientas de investigación utilizadas

Las herramientas de investigación permiten recopilar y analizar información de manera efectiva y objetiva. Hay diferentes categorías, entre ellas están: instrumentos de recolección de datos, técnicas de análisis y herramientas informáticas. Ejemplos, cuestionarios, entrevistas, encuestas, observación, experimentos, análisis de documentos, análisis de datos y software de análisis de datos. Dependiendo del objetivo y del tipo de investigación, se escogen las herramientas a utilizar.

### 1.10.1. Ensayos

#### Ensayo físico del bloque

##### 1. Dimensiones y forma

- A. **Objetivo:** Verificar que el bloque tenga las dimensiones adecuadas y una forma uniforme.
- B. **Procedimiento:** Se mide el largo, ancho y alto con un calibrador o regla. Se comparan los valores con lo establecido en la norma.
- C. **Resultado:** No deben presentar deformaciones ni variaciones mayores a lo permitido.

##### 2. Resistencia a la compresión

- A. **Objetivo:** Medir la capacidad del bloque para soportar cargas sin romperse.
- B. **Procedimiento:** Se coloca el bloque entre dos placas en una prensa hidráulica y se aumenta la carga hasta que se rompe.
- C. **Resultado:** Se expresa en  $\text{kg/cm}^2$  o MPa. Cuanto mayor sea, mejor será la calidad del bloque.

##### 3. Absorción de agua

- A. **Objetivo:** Determinar la porosidad del bloque, lo cual influye en su resistencia y durabilidad.
- B. **Procedimiento:**
  - a. Se seca el bloque al horno hasta peso constante.
  - b. Se sumerge en agua durante 24 horas.
  - c. Se calcula el porcentaje de agua absorbida.
- C. **Resultado:** Un bloque de buena calidad no debe absorber más del 20% de su peso seco en agua.

##### 4. Densidad aparente

- A. **Objetivo:** Conocer la masa por unidad de volumen del bloque.

B. **Procedimiento:** Se pesa el bloque seco y se divide por su volumen.

C. **Resultado:** Se expresa en  $\text{kg/m}^3$ . A mayor densidad, mayor resistencia y menor absorción.

## Ensayo químico del bloque

### 1. Análisis de óxidos principales

A. **Objetivo:** Determinar la composición química de la arcilla con que se fabricó el bloque.

B. **Óxidos más comunes compuestos de la arcilla.**

#### Sílice - ( $\text{SiO}_2$ ) óxido de silicio: Función

*Ilustración 5. Óxido de silicio*



*Fuente. Aula online cerámica, Royo, (2025).*

A. Aporta resistencia térmica y estabilidad química

B. Es el componente estructural básico de los minerales arcillosos

#### Alúmina - ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) óxido de aluminio: Función

*Ilustración 6. Óxido de aluminio*



*Fuente. Myasa, Sumano, (2019).*

- A. Mejora la plasticidad (Maleable)
- B. Mejora la resistencia mecánica y mejora la resistencia al calor

### **Hematita, magnetita - ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) óxido de hierro: Función**

*Ilustración 7. Óxido de hierro*



*Fuente. Lifeder, Stea, (2024).*

- A. Proporciona color (rojo, amarillo o marrón dependiendo de su estado de oxidación).
- B. Facilita la vitrificación (proceso de cambios físicos en la estructura de la arcilla expuesta a altas temperaturas dando como resultado un producto fuerte e impermeable al agua)

### **Cal - ( $\text{CaO}$ ) óxido de calcio: Función**

*Ilustración 8. Óxido de calcio*



*Fuente. Vital del ecuador, (2021).*

- A. Influye en la resistencia a la humedad
- B. Ayuda como fundante para que los componentes se funcionen en la cocción

**(MgO) óxido de magnesio: Función**

*Ilustración 9. Óxido de magnesio*



*Fuente. Materias primas, Somex, (2025).*

- A. Modifica la plasticidad y mejora la resistencia térmica

**(Na<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O) óxidos alcalinos: Función**

- A. Pueden influir en la coloración final del producto cocido
- B. Actúan como fundentes que bajan el punto de fusión durante la cocción.
- C. **Método:** Se usa espectroscopia (como XRF o ICP) tras una preparación por fusión o disolución ácida.

## 2. Determinación de materia orgánica

- A. **Objetivo:** Identificar residuos orgánicos que podrían quemarse durante la cocción, generando poros o debilidad.
- B. **Método:** Calcinación de la muestra a altas temperaturas y medición de la pérdida de masa (pérdida por ignición).
- C. **Resultado:** Expresado como porcentaje de materia volátil.

## 3. Ensayo de sales solubles (sulfatos, cloruros y nitratos)

- A. **Objetivo:** Evaluar la presencia de sales que pueden causar eflorescencias o deterioro del bloque por cristalización.
- B. **Método:** Disolución del polvo del bloque en agua destilada, seguida de análisis químico (titulación, gravimetría o espectroscopia).
- C. **Resultado:** Se informa la concentración de cada tipo de sal (en % o ppm).

## 4. pH del extracto acuoso

- A. **Objetivo:** Determinar la acidez o alcalinidad del bloque, lo que puede afectar su interacción con otros materiales de construcción.
- B. **Método:**
  - Triturar una muestra del bloque (normalmente 10–20 g).
  - Mezclar con agua destilada en una proporción 1:5 o 1:10.
  - Agitar y dejar reposar (normalmente 24 horas).
  - Filtrar el líquido.
  - Medir el pH con un medidor de pH o papel indicador.

## Ensayo químico del bloque

**Calidad del producto:** Una composición adecuada garantiza resistencia, durabilidad y buen comportamiento frente a la humedad.

**Prevención de patologías:** Permite evitar problemas como eflorescencias, grietas por expansión de cal, o desintegración química.

**Control de materias primas:** Asegura que la arcilla utilizada sea apta antes de producir bloques en masa.

## **Ensayo mecánico del bloque**

### **Resistencia a la compresión**

1. **Objetivo:** Determinar la capacidad del bloque para soportar cargas sin romperse.
2. **Importancia:** Es el parámetro mecánico más relevante, ya que los bloques trabajan principalmente a compresión en las construcciones.
3. **Procedimiento:**
  - A. Se toma una muestra representativa de bloques (usualmente 5 a 10 unidades).
  - B. Se nivelan sus caras con una capa de mortero o se lijan para que sean planas y paralelas.
  - C. Se colocan en una prensa hidráulica.
  - D. Se aplica una carga creciente hasta que el bloque se fractura.
  - E. Se registra la carga máxima soportada.

#### **1. Cálculo:**

Resistencia a compresión (MPa) =  $\frac{\text{Carga máxima (N)}}{\text{Área de carga (mm}^2\text{)}}$

Resistencia a compresión (MPa) =  $\frac{\text{Carga máxima (N)}}{\text{Área de carga (mm}^2\text{)}}$

#### **2. Resultado típico:**

- A. Bloques comunes: 3–10 MPa
- B. Bloques estructurales: más de 10 MPa (NSR-10 Título D, Item 4.2 Resistencia a la compresión, 2025)

### **Resistencia a la flexión**

1. **Objetivo:** Determinar la capacidad del bloque para resistir esfuerzos de flexión o curvado.
2. **Procedimiento:** Se apoya el bloque sobre dos puntos y se aplica una carga en el centro (ensayo de viga simple).

3. **Resultado:** Se expresa en MPa. Aunque no es un esfuerzo predominante en la práctica, puede ser útil en aplicaciones especiales.

#### **Carga de rotura (ensayo de impacto o fractura directa)**

1. **Objetivo:** Conocer la fuerza requerida para fracturar un bloque bajo condiciones simples (por ejemplo, al dejarlo caer o golpearlo).
2. **Procedimiento:** Se puede dejar caer desde una altura estándar o aplicar una carga directa sin preparación previa.
3. **Resultado:** Aporta una idea general de la fragilidad o tenacidad del bloque.

#### **1.10.2. Elementos que se usan para los ensayos**

##### **Máquinas utilizadas para ensayos**

Prueba de compresión elaborada con el técnico, Ovando Castellano Ruiz.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Técnico del laboratorio de la Universidad la Gran Colombia.

Ilustración 10. Máquina para prueba de compresión, Universidad La Gran Colombia



Fuente. Elaboración propia (2025).

Prueba de flexión elaborada con el técnico, Ovando Castellano Ruiz.

Ilustración 11. Máquina para prueba de flexión, Universidad La Gran Colombia



Fuente. Elaboración propia, (2025).

### **1.10.3. Entrevistas**

- A. Habitantes de sabana centro
- B. Profesores de la universidad Mayor de Cundinamarca facultad de ingeniería y arquitectura
- C. Auto constructores

### **1.10.4. Encuestas**

#### **Primer cuestionario**

¿Qué plásticos conoce que se incorporen en materiales de construcción?

PET (Tereftalato de Polietileno)

HDPE (Polietileno de Alta Densidad)

PVC (Policloruro de Vinilo)

LDPE (Polietileno de Baja Densidad)

PP (Polipropileno)

PS (Polietileno)

Otros plásticos, ¿cuál?

En una escala de 1 a 5, ¿qué tan familiarizado está con el adobe reforzado con fibras de polietileno de alta densidad?

1

2

3

4

5

¿Consideraría usar adobe con fibras de polietileno de alta densidad?

Si, ¿por qué?

No, ¿por qué?

¿Qué obstáculo ve para utilizar este producto?

## **Segundo cuestionario**

### **Conocimiento del Material:**

¿Habías escuchado antes sobre los bloques de adobe reforzados con fibras de polietileno?

Sí

No

### **Percepción de Resistencia y Durabilidad:**

¿Consideras que añadir fibras de polietileno podría mejorar la resistencia y durabilidad del adobe?

Mucho

Algo

Poco

Nada

### **Aislamiento Térmico y Acústico:**

¿Qué tan importante es para ti que los bloques ofrezcan buen aislamiento térmico y acústico?

Muy importante

Importante

Poco importante

No es importante

### **Impacto Ambiental:**

¿Te preocupa el impacto ambiental del uso de polietileno en la construcción?

Sí, mucho

Sí, en cierta medida

No, poco

No, en absoluto

### Interés en su Uso:

¿Estarías dispuesto a considerar este tipo de bloque para una construcción futura?

Sí, definitivamente

Tal vez

No lo creo

No, definitivamente no

### 1.11. Presupuesto

*Ilustración 12. Cuadro del presupuesto aproximado de la investigación*

Clase	Descripción	Medio	Costo Unitario	Cant	Valor
<b>Materiales oficina</b>	Impresiones	Fotocopias y artículos destinados al proyecto	\$150	10	\$2.250
	Investigación de datos (web y biblioteca)	Uso de medios tecnológicos y asistencia a la biblioteca de la universidad	\$20.000	1	\$20.000
<b>Transportes</b>	Laboratorio	Asistencia a laboratorio universidad La Gran Colombia	\$3.200	4	\$12.800
	Universidad	Asistencia tutorías universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	\$3.200	10	\$32.000
	Campo	Asistencia a zona de suministro de materiales	\$12.000	5	\$60.000
<b>Alimentació</b>	Refrigerios	Alimentación para las	\$10.000	3	\$30.000

n		diferentes actividades			
<b>Suministro materiales para la elaboración de los ladrillos</b>	Arcilla, limos, arena y agua	Materia prima	\$20.000	2	\$40.000
	Micro esferas de polímeros	Aditivo para mejorar su desempeño	\$79.000	1	\$79.000
	Madera y tornillos para moldes	Elaboración de los moldes para los ladrillos	\$45.000	1	\$45.000
Laboratorio	Elementos de protección	Uso de bata, gafas y guantes	\$15.000	1	\$15.000
Difusión de las encuestas	Uso de redes sociales y comunicación	Uso de datos de paquetes y de internet	\$15.000	1	\$15.000
<b>Total</b>					<b>\$351.050</b>

*Fuente. Elaboración propia, (2025).*

## 1.12. Cronograma

*Ilustración 13. Cronograma de la investigación*

Actividades	Semestre 8	Semestre 9	Semestre 10
<b>Elaboración anteproyecto</b>			
<b>Revisión Bibliográfica</b>			
<b>Análisis del problema y objetivo</b>			
<b>Árboles de problemas</b>			
<b>Marco teórico</b>			
<b>Observaciones del jurado</b>			
<b>Inicio del proyecto</b>			

<b>Diseño de la metodología</b>			
<b>Recolección de datos (entrevista encuesta)</b>			
<b>Análisis productivo y de competencia</b>			
<b>Información del producto</b>			
<b>Materiales para la fabricación del producto</b>			
<b>Presentación laboratorio de ensayos</b>			
<b>Elaboración del producto</b>			
<b>Primera sustentación</b>			
<b>Resultados de laboratorio</b>			
<b>Procesamiento y análisis de datos</b>			
<b>Redacción de resultados</b>			
<b>Redacción último documento</b>			
<b>Revisión y corrección del documento</b>			
<b>Sustentación final</b>			

*Fuente. Elaboración propia, (2025).*

### 1.13. Obtención del número ORCID

Ilustración 14. Generar número ORCID de Sergio Pinzón

**ORCID**  
Connecting research and researchers

Sergio Alexander Pinzón Cárdenas English

Search the ORCID registry...

<https://orcid.org/0009-0000-9992-7399>  
[Preview public record](#)

**Emails & domains**

**Email addresses**

- sergioal.pinzon@gmail.com
- salexanderpinzon@unicolmayor.edu.co

**Verified email domains**

- unicolmayor.edu.co

**Websites & social links**

**Keywords**

**Countries**

Printable version

**Names**

Published name  
**Sergio Alexander Pinzón Cárdenas**

Name  
Sergio Alexander Pinzón Cárdenas

**Biography**

Everyone

**Activities** [Collapse all](#)

**Employment (1)** Add Sort

**Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca: Bogotá, Bogota D.C., CO** Everyone

2025-04 to present | Estudiante (Cundinamarca)  
Employment [Show more detail](#)

Source: Sergio Alexander Pinzón Cárdenas

Fuente. Página ORCID, (2025).

Ilustración 15. Generar número ORCID de Henry Vanegas



Conectando a los investigadores con su investigación

Henry Humberto Vanegas Vanegas

Español

Buscar en el registro ORCID...

Versión imprimible

**id**

<https://orcid.org/0009-0002-8645-2181>

[Vista previa del registro público](#)

**Correos electrónicos y dominios**

**Direcciones de correo electrónico**

henryvanegas684@gmail.com

hhvanegas@unicolmayor.edu.co

**Dominios de correo electrónico verificados**

unicolmayor.edu.co

**Enlaces a sitios web y redes sociales**

**Palabras clave**

**Países**

**Nombres**

Nombre  
Henry Humberto Vanegas Vanegas

**Biografía**

Público

**Actividades** [Plegar todo](#)

**Empleo (1)** Agregar Ordenar

**Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca: Bogotá, Bogota D.C., CO**

2025-04 hasta la fecha  
Empleo [Mostrar más detalles](#)

Fuente: Henry Humberto Vanegas Vanegas

**Educación y titulaciones (0)** Agregar Ordenar

Fuente. Página ORCID, (2025).

Ilustración 16. Generar número ORCID de Angie Díaz

ORCID  
Conectando a los investigadores con su investigación

Angie Lizeth Diaz Mendez Español

Buscar en el registro ORCID...

id  
https://orcid.org/  
**0009-0009-3491-5894**  
[Vista previa del registro público](#)

Correos electrónicos y dominios  
Direcciones de correo electrónico  
angielizethdiazmendez@gmail.com  
anglizme@hotmail.com  
Dominios de correo electrónico verificados  
No hay ningún dominio de correo electrónico verificado

Enlaces a sitios web y redes sociales

Palabras clave

Nombres  
Nombre  
Angie Lizeth Diaz Mendez

Biografía  
Público

Actividades  
Plegar todo

Empleo (1)  
+ Agregar Ordenar

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca: Bogotá, Bogota D.C., CO  
Público

2021-01 hasta la fecha | Estudiante (Facultad de Ingeniería y Arquitectura)  
Empleo  
[Mostrar más detalles](#)

Fuente: Angie Lizeth Diaz Mendez

Educación y titulaciones (0)  
+ Agregar Ordenar

Fuente. Página ORCID, (2025).

## 2. DESCRIPCIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE POLIETILENO

El adobe con fibras de polietileno es un material de construcción resultante de la mezcla tradicional de tierra, agua y aditivos naturales, al cual se le incorporan fibras plásticas de polietileno en distintas proporciones, este tipo de adobe busca mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques, superando las limitaciones que presentan los adobes convencionales frente a la humedad, la resistencia estructural y la durabilidad en el tiempo.

las fibras de polietileno actúan como un refuerzo interno que contribuye a:

A. Reducir las fisuras por retracción durante el proceso de secado

- B. Aumentar la resistencia a la compresión y a la flexión, gracias a la función de “puente” que ejercen entre las partículas de la mezcla.
- C. Mejora la resistencia al impacto y a las cargas dinámicas, otorgando mayor tenacidad.

Adicionalmente, este material tiene un componente ambiental sostenible, al aprovechar residuos de polietileno, unos de los plásticos de mayor uso y difícil degradación, reduciendo su impacto en vertederos y ecosistemas.

En síntesis, el adobe con fibras de polietileno se plantea como una alternativa constructiva innovadora, que conserva la economía y tradición del adobe, pero con un desempeño mejorado y un valor agregado en términos de sostenibilidad y eficiencia.

## **2.1. Formulación del problema a investigar.**

¿No resulta evidente la fragilidad y baja durabilidad del adobe tradicional en comparación con materiales modernos, considerando que estos últimos ofrecen mayor resistencia a factores climáticos, estructurales y de mantenimiento a largo plazo?

### **2.1.1. Árbol del problema, causas y consecuencias, descripción.**

El adobe tradicional presenta una baja resistencia mecánica, lo que lo convierte en un material poco confiable para soportar cargas estructurales significativas. Cuando no se incorporan refuerzos adicionales, este material se vuelve especialmente frágil, aumentando el riesgo de fallas en la construcción. Como consecuencia, muchas viviendas edificadas con adobe tienden a deteriorarse de forma prematura, e incluso pueden llegar al colapso, especialmente en condiciones climáticas adversas o ante movimientos sísmicos.

La acumulación de residuos plásticos, como el polietileno de alta densidad (PEAD), representa un problema ambiental creciente, ya que gran parte de estos desechos terminan en vertederos o dispersos en el ambiente, incrementando los niveles de contaminación. Sin embargo, este material, lejos de ser un desecho inútil, posee un potencial reciclable significativo que actualmente se encuentra desaprovechado. En particular, sus fibras podrían ser utilizadas como refuerzo en la fabricación de adobe, contribuyendo no solo a mejorar sus

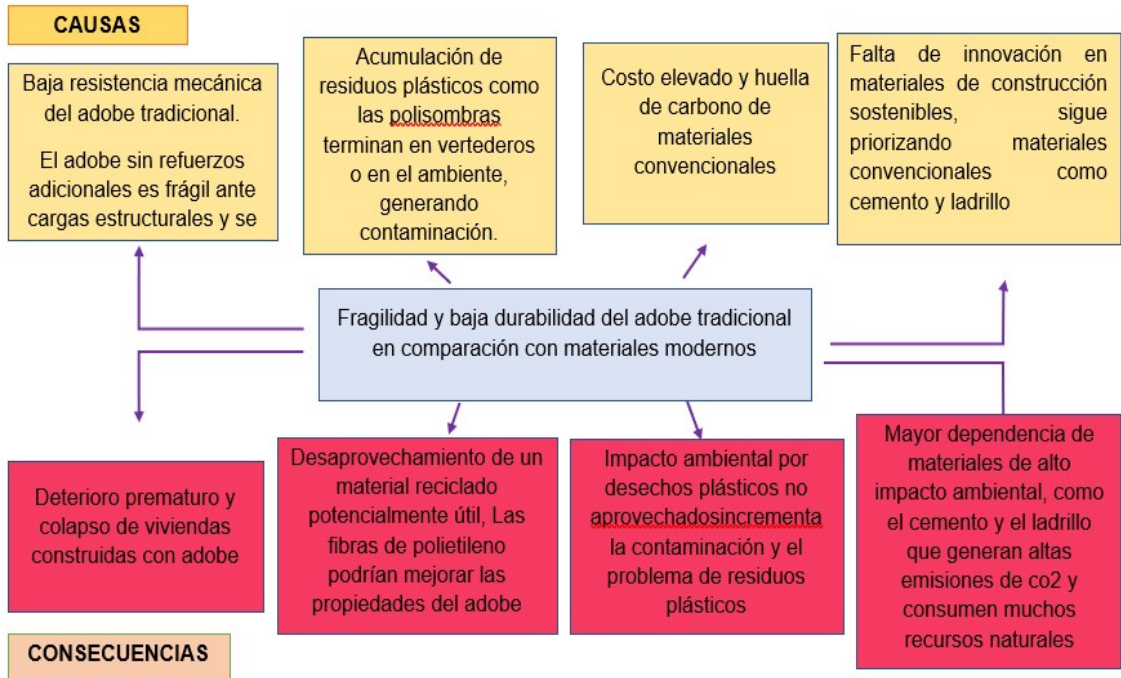
propiedades mecánicas, sino también a reducir el impacto ambiental al dar un nuevo uso a los plásticos descartados.

El uso de materiales convencionales en la construcción no solo implica un costo elevado, sino también un considerable aumento en la huella de carbono, debido a los procesos industriales necesarios para su fabricación. Al mismo tiempo, el impacto ambiental generado por los desechos plásticos no aprovechados continúa en ascenso, ya que estos materiales terminan acumulándose en el entorno, contribuyendo a la contaminación y agravando el problema global de la gestión de residuos plásticos. Aprovechar estos desechos podría representar una solución económica y ecológica frente a ambos desafíos.

La falta de innovación en materiales de construcción sostenibles ha llevado a que aún se priorice el uso de materiales convencionales como el cemento y el bloque, a pesar de sus conocidos impactos negativos sobre el medio ambiente. Esta tendencia genera una mayor dependencia de insumos de alto impacto ambiental, los cuales no solo emiten grandes cantidades de CO<sub>2</sub> durante su producción, sino que también consumen enormes cantidades de recursos naturales, profundizando la crisis ambiental y dificultando la transición hacia una construcción más responsable y ecológica.

### **2.1.2.**

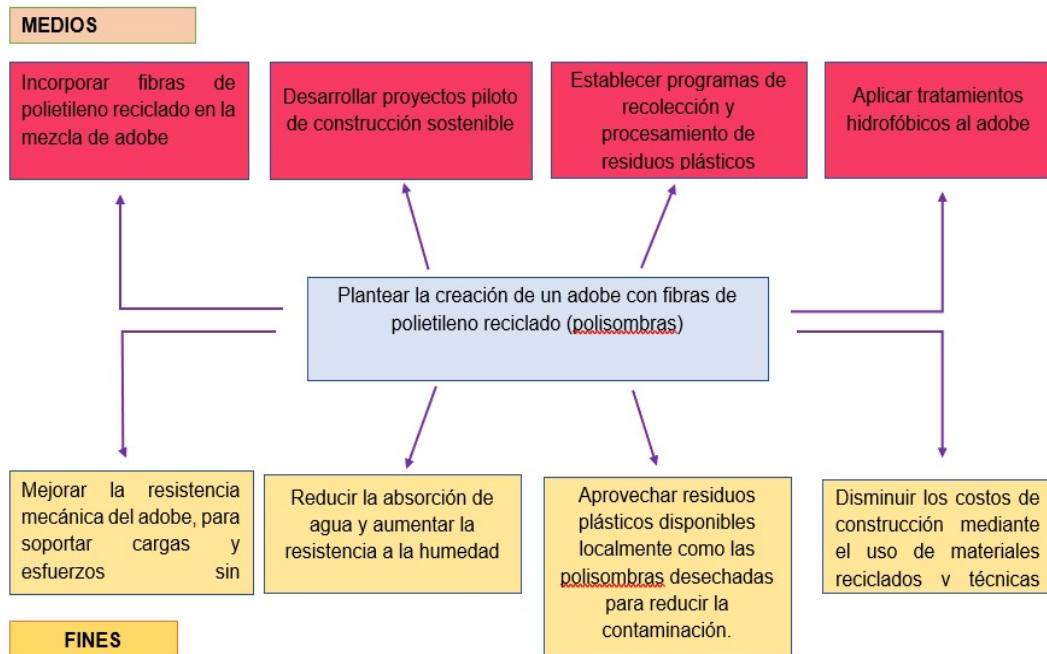
Ilustración 17. Árbol de problemas, causas y consecuencias



Fuente. Elaboración propia (2025).

### 2.1.3. Árbol del objetivo medios y fines, definición.

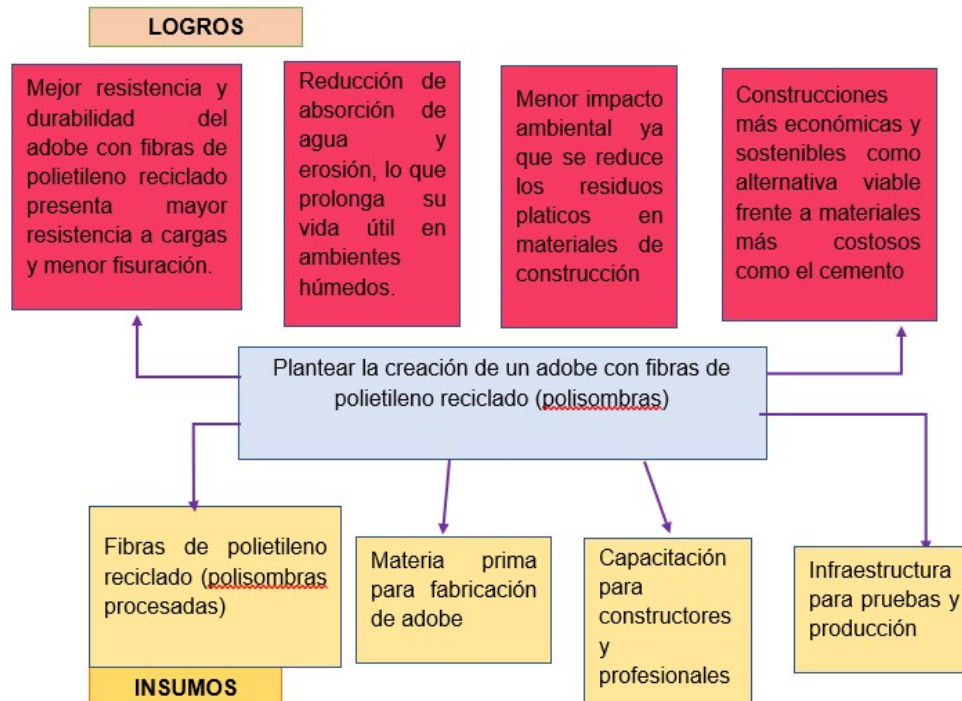
Ilustración 18. Árbol de objetivo, medios y afines, definición



Fuente. Elaboración propia (2025).

### 2.1.4. Árbol de objetivos, logros e insumos

Ilustración 19. Árbol de objetivos, logros e insumos



Fuente. Elaboración propia. (2025).

### 2.1.5. Delimitación temática

La presente investigación se centra en el desarrollo y uso de bloques de adobe como material para la construcción, se busca analizar las especificaciones técnicas, económicas y durables de los mampuestos hechos con arcillas y agregados, la recolección de información está sujeta a los últimos avances tecnológicos en la fabricación y uso de los bloques en adobe, así como el uso de componentes nuevos que buscan mejorar todas las capacidades ya conocidas, el uso de normativas nacionales e internacionales aplicables a este producto reseñadas en distintos documentos consultados en diferentes medios, usar factores que pueden mejorar el producto con las siguientes especificaciones.

- A. Propiedades:** Identificar y analizar la resistencia física química y mecánica que indica su capacidad máxima y mínima a las cuales puede ser aplicado como sistema constructivo
- B. Diseño.** es importante realizar un diseño eficaz y cuidadoso que optimice el desempeño eficaz y seguro de los bloques en adobe propuestos
- C. Calidad:** La calidad de los bloques tiene como fundamento la selección de materiales de alta calidad como lo son arcilla, limos, arena y agregados como son fibras de polietileno de alta densidad.
- D. Ambiental y económico:** El uso y aprovechamiento de materiales encontrados en sitio permiten minimizar un impacto ambiental y económico comparados con formas de construcción industriales.

#### **2.1.6. Delimitación geográfica**

Esta investigación tiene una delimitación geográfica a la región de sabana centro Colombia ubicada en el departamento de Cundinamarca, compuesta por los municipios de Chía, Cajicá, Zipaquirá, Tabio, Tenjo, Tocancipá, Sopó, Cota y parte de Bogotá. Los suelos arcillosos óptimos para la fabricación de bloques en adobe y su clima templado de altiplano forman características ideales para su fabricación y la constante invención de infraestructuras habitacionales para cumplir con la demanda de vivienda permiten ámbitos de comercialización como producto diferente a los sistemas industriales.

## **2.2 Descripción**

### **2.2.1. Concepto general del bloque en adobe con fibras de polietileno**

Un bloque en adobe funciona como un elemento constructivo tradicional utilizado por diferentes civilizaciones para levantar edificaciones si bien este método se sigue utilizando en la actualidad son pocos los que consideran continuar con su uso. está hecho principalmente de arcilla, arena, agua y elementos naturales como fibras vegetales secas que funcionan como refuerzos, para mejorar su desempeño se va a sustituir estas fibras naturales por fibras de

polietileno mejorando sus capacidades físicas, químicas y mecánicas sin perder el proceso tradicional de ser mezclado y vaciado en moldes rectangulares en frío y expuesto al sol hasta alcanzar la dureza adecuada para su uso comercial.

### **2.2.2. Impacto Ambiental**

Los bloques en adobe son un método de construcción ancestral hecho principalmente de materiales naturales como lo son arcillas, limos, y arenas encontradas en excavaciones. Estos materiales pueden ser reciclados de construcciones para implementarlos en la fabricación de estos, su impacto ambiental puede ser relativamente bajo ya que el secado es de manera natural colocándolos bajo el sol utilizando las temperaturas que se generan durante el día, por estar hecho de tierra pueden ser biodegradables al triturarlos y poder utilizarlos nuevamente si se les aplica el tratamiento indicado.

### **2.2.3 Impacto Social**

Las ventajas sociales se pueden caracterizar en diferentes medidas la preservación ancestral de los métodos de construcción tradicionales, fomentar la autoconstrucción a causa de los materiales encontrados en sitio, y generación de empleo local son índices que puede aportar la construcción con bloques en adobe.

### **2.2.4 Impacto Económico**

Al usar materiales naturales reduce la dependencia de procesos industriales, estos generan un impacto económico alto ya que su fabricación depende de terceros y no de la población local la cual puede hacer sus propios bloques en adobe con un conocimiento básico de su elaboración y sin necesidad de grandes maquinarias que los fabrican y transportan.

### **2.2.5 Impacto Profesional**

Tener la posibilidad de generar proyectos en construcción sostenibles con métodos arquitectónicos tradicionales, son los desafíos que los bloques en adobe aportan a las personas que decidan aplicar estos sistemas en las edificaciones, esto resalta la formación técnica y profesional con las comunidades locales considerando el conocimiento técnico tradicional de las construcciones ancestrales

### **2.2.6 Impacto Tecnológico**

Si bien las normativas aplicables son pocas estas permiten la innovación de nuevos componentes que ayuden a mejorar las propiedades que los bloques pueden tener, estudiar los métodos ancestrales con tecnologías que no existieron en su momento ayudan con estos desempeños que pueden evolucionar en un mejor producto.

#### **2.2.3. Potencial innovador.**

la investigación posee un alto potencial innovador, dado que busca transformar una técnica constructiva tradicional como el adobe, el cual presenta limitaciones de resistencia mecánica, durabilidad y vulnerabilidad frente a agentes climáticos, es un material más eficiente y sostenible, la incorporación de fibras de polietileno es distintas proporciones constituye una estrategia novedosa que no solo mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques, sino que además contribuyes a la reutilización de residuos plásticos, mitigando su impacto ambiental.

de esta manera, se innova en dos aspectos fundamentales:

- A. técnico-constructivos: al obtener un bloque con mayor resistencia, menor absorción de agua y mejor desempeño térmico, lo que amplía las posibilidades de uso del adobe en edificaciones más seguras y duraderas.
- B. ambiental: al introducir un enfoque de economía circular, aprovechando un desecho de difícil degradación como es el polietileno, otorgándole un valor agregado dentro de la industria de la construcción.

En este enfoque integra la tradición con la sostenibilidad, generando un material competitivo, económico y de bajo impacto ambiental, con potencial para ser replicado en comunidades rurales y urbanas que buscan alternativas constructivas accesibles y resistentes.

### **2.3 Justificaciones del problema a investigar.**

La percepción sobre el uso del adobe como material de construcción muchas veces no toma en cuenta su fragilidad inherente y su baja durabilidad frente a condiciones adversas. Aunque es un material económico, ecológico y culturalmente valioso,

especialmente en zonas rurales o patrimoniales, su comportamiento estructural presenta limitaciones significativas.

Una de las principales debilidades del adobe es su vulnerabilidad ante la humedad. Al ser un material poroso y sin tratamiento impermeabilizante, el contacto prolongado con el agua puede degradarse rápidamente. Esta susceptibilidad compromete no solo la integridad de los muros, sino también la seguridad estructural de toda la edificación. Por el contrario, los materiales modernos incorporan aditivos y tratamientos que mejoran su comportamiento frente al agua, lo que prolonga su vida útil y reduce el riesgo de colapsos.

En términos estructurales, el adobe tiene una baja resistencia a la tracción, flexión y sismos. Estas limitaciones impiden su uso en edificaciones de varios niveles o en zonas sísmicas sin recurrir a refuerzos adicionales. Los materiales contemporáneos, en cambio, están diseñados para cumplir con normativas técnicas más exigentes, garantizando un desempeño más predecible bajo carga y en condiciones extremas.

Además, los requerimientos de mantenimiento del adobe son mayores. Requiere revisión y reparación frecuentes, sobre todo en climas húmedos o con cambios estacionales bruscos. Mientras tanto, los materiales modernos presentan menor desgaste y pueden mantenerse en buen estado durante décadas con intervenciones mínimas. Esta diferencia incide directamente en los costos acumulados y en la percepción de confiabilidad de las construcciones hechas con adobe.

En conclusión, aunque el adobe es un material con valor histórico, ecológico y económico, no resulta evidente para muchos su fragilidad y baja durabilidad frente a los materiales modernos. Esta falta de percepción puede llevar a decisiones de construcción poco informadas, con consecuencias en seguridad, costo y sostenibilidad a largo plazo.

### **2.3.1. Justificación Ambiental**

El uso de métodos ancestrales con adobe es una práctica que minimiza el impacto ambiental que puede tener la construcción de una vivienda, esta opción sostenible y respetuosa con el medio ambiente puede ser desarrollada en el sitio utilizando la materia prima encontrada en el terreno, está compuesto principalmente de tierra mezclada con agua añadiendo hierba o

ramas para mejorar sus capacidades de resistencia y durabilidad, la selección de tierra debe ser cuidadosa siendo gredosa para garantizar una plasticidad ideal. Esto para darle forma dentro de un molde con las medidas adecuadas, poner en práctica este método minimiza el traslado y el uso de hornos para su elaboración, ya que para su secado se utiliza el sol como fuente de energía principal, esto lo convierte en un material con capacidades termoacústicas de manera natural.

### **2.3.2. Justificación Social**

La construcción de viviendas hechas en adobe como material principal en zonas rurales incide en el acceso a viviendas asequible para comunidades de bajos ingresos, en comparación a materiales convencionales, minimizando la brecha y condición de vida, estas construcciones proporcionan espacios saludables y seguros para sus habitantes, fomentando la autogestión local y participación social de las comunidades implicadas en el proceso.

### **2.3.3. Justificación Económica**

El adobe es un material de bajo costo ampliamente utilizado en regiones con economías emergentes, donde el acceso a materiales convencionales es limitado, debido a su alto costo, desde la investigación se plantea el material como una alternativa rentable, ya que es abundante, de bajo costo debido a su producción; según estudios el reciclaje de plásticos puede reducir los costos de producción de materiales de construcción en hasta un 30% lo que lo convierte en una opción atractiva para proyectos de vivienda de interés social y desarrollo urbano.

### **2.3.4. Justificación Profesional**

La investigación sobre los usos de adobe con fibras de polietileno de alta densidad, tiene una relevancia profesional en el gremio de la construcción sostenible, sea por la demanda de viviendas más asequibles y sostenibles buscando soluciones innovadoras en materiales compuestos contribuyendo a prácticas constructivas más eficientes y respetuosas con el medio ambiente, esta investigación permite explorar nuevas aplicaciones para materiales reciclados que actualmente representan un desafío ambiental debido a su acumulación en vertederos o ecosistemas naturales.

### **2.3.5. Justificación Tecnológica**

El uso del adobe como material de construcción ha demostrado ser eficaz en términos de sostenibilidad y de bajo impacto al medio ambiente, pero su poca resistencia mecánica y durabilidad con respecto a las condiciones medioambientales ha llevado a buscar alternativas para mejorar la calidad, desde el punto tecnológico la investigación busca justificar la necesidad de desarrollar materiales de construcción más eficientes y sostenibles, que reduzcan la dependencia de recursos no renovables, y minimicen el impacto ambiental, contribuyendo a la economía circular y reduciendo la acumulación de residuos plásticos en el medio ambiente.

### **2.3.6. Necesidades que satisface**

Si bien los bloques en adobe ayudan con la necesidad de vivienda convirtiéndola en un refugio, esto se debe a los bajos costos de producción y alcance para las zonas rurales. Esto lo convierte en un material accesible para poblaciones de bajos recursos al ser un producto elaborado con materiales extraídos de la tierra, esto ayuda a auto constructores en construcción de viviendas simples divisiones de muros básicos ofreciendo capacidades de mejoras térmicas, acústicas e incluso estéticas.

### **2.3.7. Impacto ambiental.**

Los bloques en adobe son materiales amigables con el medio ambiente ya que su fabricación es hecha con materiales extraídos del suelo, al ser adobes no necesitan de hornos de cocción pues son secados en frío expuestos al sol, esta forma de curado en frío lo convierte en un material biodegradable al ser triturado y devuelto a un estado de aprovechamiento sin la necesidad de utilizar productos que lo degraden o combustibles que generan un impacto ambiental altamente dañino para el medio ambiente.

## **2.4. Metodología de la investigación.**

Para comprobar la durabilidad de los bloques de arcilla reforzados con fibras de polietileno de alta densidad a comparación de los bloques convencionales se debe realizar el producto para realizar las respectivas pruebas, la elaboración del bloque, inicia con el alistamiento de los materiales (tierra, polietileno y agua), también se necesita de un molde que en esta primera prueba es de madera. Se cogen los materiales secos, tierra y polietileno, se mezclan, se comienza a agregar agua en

pequeñas cantidades hasta obtener una masa maleable, debajo del molde se pone un plástico para que no se adhiera al suelo, se llena el molde y se deja secar por un periodo de 30 días para que alcance tiempo posible para que llegue a su mayor dureza posible.

Con el objetivo de comprobar la durabilidad de los bloques de arcilla reforzados con fibras de polietileno de alta densidad en comparación con los bloques convencionales y determinar el efecto del porcentaje de fibras (0%, 5%, 10%, 15% en volumen) sobre las propiedades físicas, mecánicas y térmicas, (resistencia a la compresión y flexión), se estableció una metodología experimental compuesta por las siguientes etapas:

Diseño experimental

### **Material y equipo**

- Suelo (mezcla de arena, limo y arcilla según fórmula en tabla ...)
- Fibra de polietileno
- Agua potable
- Moldes de madera para bloques (10x30x14 cm)
- Prensa manual
- Balanza (+-1g)
- Registro fotográfico

Preparación de la mezcla

### **Revisión bibliográfica**

Se realizó una investigación documental con el propósito de recopilar información relevante sobre el uso de fibras plásticas (especialmente HDPE) en materiales cerámicos, así como métodos estandarizados para evaluar la durabilidad de bloques frente a condiciones ambientales adversas. Esta fase permitió definir criterios técnicos para el diseño experimental y la selección de las pruebas más adecuadas.

### **Diseño experimental**

Se estructuraron dos grupos de estudio:

**Grupo control:** Bloques convencionales, sin adición de fibras.

**Grupo experimental:** Bloques de arcilla reforzados con fibras de polietileno en diferentes proporciones (5%, 10% y 15% en peso).

Se identificaron como variables independientes, la incorporación y proporción de fibras de polietileno, mientras que las variables dependientes fueron los niveles de absorción de humedad, resistencia térmica y resistencia al desgaste.

### **Elaboración de las muestras**

Se fabrican los bloques utilizando una mezcla homogénea de arcilla y fibras HDPE trituradas, siguiendo un mismo proceso de moldeo y secado. Posteriormente, las unidades fueron sometidas a cocción bajo condiciones controladas, garantizando uniformidad en su conformación física y mecánica.

### **Ensayos de durabilidad**

Las muestras fueron sometidas a pruebas de laboratorio específicas para evaluar su comportamiento frente a distintos agentes de deterioro:

**Prueba de humedad:** Se aplicó el ensayo de absorción de agua por inmersión parcial según la norma ASTM C67, con ciclos repetidos de humedad y secado para simular condiciones reales de intemperie.

**Prueba de calor:** Los bloques fueron expuestos a temperaturas elevadas en una cámara térmica, observando cambios físicos (fisuras, deformaciones) y pérdida de masa.

**Prueba de desgaste:** Se realizaron ensayos de abrasión mediante fricción y compresión, evaluando la pérdida de material superficial y la resistencia mecánica residual según normas ASTM correspondientes.

### **Recolección y análisis de datos**

Los datos obtenidos de cada ensayo fueron registrados en tablas comparativas. Se utilizó software estadístico para aplicar pruebas de significancia (como T de Student y ANOVA) con el fin de determinar diferencias relevantes entre los grupos evaluados.

### **Interpretación de resultados**

Se procedió al análisis crítico de los datos, estableciendo comparaciones entre los bloques convencionales y los reforzados con fibras HDPE. Se identificaron los comportamientos más resistentes bajo cada condición ambiental evaluada.

### **Conclusiones y recomendaciones**

Con base en los resultados, se determinaron las ventajas y limitaciones del uso de fibras HDPE como refuerzo en bloques de arcilla. Asimismo, se plantearon recomendaciones sobre la proporción óptima de aditivo y las condiciones ideales de aplicación en contextos de construcción sostenible.

#### **2.4.1. Alcance**

El presente proyecto tiene como alcance el diseño, elaboración y evaluación de bloques de adobe reforzados con fibras de polietileno reciclado, con el fin de innovar en el uso tradicional del adobe y promover su reintroducción como material constructivo eficiente, sostenible y de bajo impacto ambiental.

El estudio comprende:

1. Formulación del material, donde se determinan las proporciones óptimas de suelo, agua y porcentajes variables de fibras de polietileno que permitan mejorar la cohesión interna y la resistencia del adobe.
2. Fabricación de prototipos de bloques, aplicando técnicas controladas de moldeado y secado, incorporando diferentes porcentajes de fibras para analizar su comportamiento.

3. Caracterización física, mecánica y química de los bloques, mediante ensayos de laboratorio orientados a evaluar:

- Resistencia a compresión y flexión
- Densidad y absorción de agua
- Comportamiento ante esfuerzos y agrietamiento
- Estabilidad dimensional y durabilidad

4. Comparación entre el adobe tradicional y el adobe modificado, para verificar si la adición de fibras de polietileno contribuye al mejoramiento de sus propiedades y viabilidad constructiva.

5. Análisis de sostenibilidad, considerando el aprovechamiento de residuos plásticos como refuerzo, la reducción del impacto ambiental y la potencial implementación en proyectos de vivienda sostenible.

El alcance incluye la propuesta técnica del material, la validación experimental y la formulación de recomendaciones para su aplicación en obra, dejando abiertas líneas futuras de investigación relacionadas con su desempeño estructural y normativo.

## 2.4.2. Procedimientos

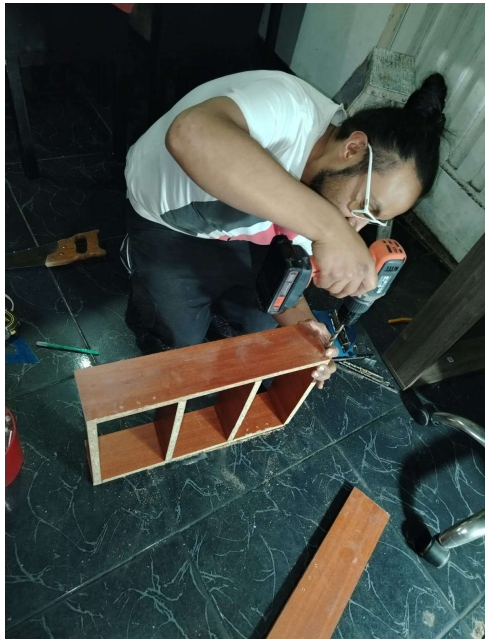
*Ilustración 20. Preparación de materia, secado de arcilla*



A. Después de adquirir la arcilla en una cantera es extendida sobre un plástico para que empiece un proceso de secado durante 8 días, mientras seca se continúa con los siguientes pasos correspondientes.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 21. Construcción de los moldes*



B. Se fabrica el molde en madera aglomerada y unido con tornillos.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 22. Construcción de los moldes*



C. Las dimensiones escogidas para los bloques en adobe corresponden a las medidas comerciales de la competencia.

Alto; 10 cm

Largo; 30 cm

Ancho; 15 cm

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 23. Preparación de la fibra de polietileno*



D. Se desfibra la poli sombra para obtener los hilos de polietileno estos deben ser cortados a una longitud de 2 cm.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 24. Trituración de la arcilla*



E. Pasados los 8 días es necesario triturar la arcilla ya que esta se une y compacta formando pequeñas piedras complicando el tamizaje.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 25. Tamizaje de la arcilla*



F. Tamizar 1.5 mm la arcilla, para obtener una mezcla limpia y moldeable.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

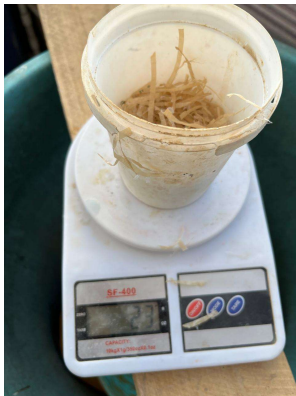
*Ilustración 26. Selección de la arcilla*



G. La arcilla tamizada es separada de las imperfecciones contaminantes que puede traer al momento de ser extraída de la cantera.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 27. Pesada de las fibras*



H. Después del tamizaje es necesario pesar los elementos como las fibras, para verificar que estas cumplan con el peso según el porcentaje aplicado a los bloques.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

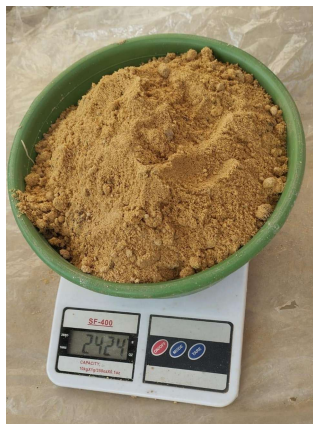
*Ilustración 28. Pesada del agua*



I. El agua cumple con el peso según el porcentaje aplicado a los bloques no debe humedecer un 100 % la arcilla.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 29. Pesada de la arena*



J. El peso de la arena varía el porcentaje de los bloques esta también es tamizada antes del mezclado.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 30. Mezcla de los materiales secos*



K. Añadir las fibras y mezclarlas con la arcilla incorporando todos los componentes en su totalidad.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 31. Incorporación del agua*



L. En un recipiente se incorpora agua en pequeñas cantidades hasta lograr una mezcla homogénea y moldeable.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 32. Preparación del molde*



M. Después de preparar el molde con aceite lubricante esto con el fin de que los materiales mezclados no se adhieran al molde se empieza a vaciar la mezcla hecha con la tierra mezclada con las fibras de polietileno y agua.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 33. Se vierte la mezcla en los moldes*



N. Se aplica en diferentes capas y en cada una de ellas se apisonan los materiales buscando minimizar el aire que tengan los materiales.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 34. Desmolde de los bloques, se organizan para el secado*



O. El desmolde de los bloques en adobe con fibras en polietileno es inmediato permitiendo la circulación del clima ambiente para dejar secar por mínimo 30 días en un lugar fresco con viento donde no tenga probabilidad de lluvia directa sobre los bloques.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 35. Se llevan los bloques para las pruebas de laboratorio*



P. Pasados los 30 días los ladrillos en adobe con fibras en polietileno fueron llevados al laboratorio técnico de la Universidad La Gran Colombia obteniendo los datos y especificaciones necesarias para competir en el mercado.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 36. Se pesan las tres muestras, cada una con un porcentaje diferente de fibras*



Q. En el laboratorio los bloques son puestos sobre una báscula obteniendo su peso en seco con un total de 6 kilos este peso varía según el porcentaje de fibras haciendo un cambio en gramos.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 37. Se alistan los bloques para la prueba de flexión*



R. Se disponen los prototipos para la prueba de flexión, primero se marca la mitad del bloque y se alisa un poco la superficie para que la muestra salga mejor.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 38. Se prepara la maquina Versa Tester para la prueba*



S. El laboratorista procede a manipular la primera prensa hidráulica que ejerce presión en la mitad de bloque hasta obtener la información justo en el momento que falla el bloque.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 39. Fallo a prueba de flexión*



T. Visualmente se identifica el momento en que el bloque falla a flexión porque se fisura, generalmente en el medio que es donde se aplica la presión, la máquina cuenta con un tablero donde se muestra el resultado.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 40. Máquina Universal para prueba de compresión*



U. Para la segunda prueba los bloques fueron sometidos a la máquina de compresión allí se determina cuántas libras de presión pueden soportar mediante una prensa hidráulica.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 41. Máquina para prueba de compresión*



V. Para el ensayo es necesario colocar un par de planchas en acero las cuales distribuyen la presión de forma uniforme sobre los bloques por medio de la segunda prensa hidráulica.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 42. Prueba de compresión*



W. La falla provocada por la segunda prensa hidráulica es representada por las diferentes rupturas en todo el bloque logrando medir la resistencia al momento de ser presionado hasta su máxima resistencia, estos datos los recolecta una computadora que forma parte de la máquina.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 43. Prototipo final*



X. Para el resultado final concluimos que los bloques funcionan de una manera adecuada frente al momento de flexión y compresión.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

#### **2.4.3. Población y muestra. Ensayo, Encuesta o Entrevista.**

En esta investigación la población corresponde a los bloques de adobe elaborados con diferentes porcentajes de fibra de polietileno (5%, 10%, 15%) preparado bajo condiciones controladas.

La muestra está constituida por 9 bloques distribuidos en 3 grupos, cada uno de 3 unidades por cada dosificación de polietileno, con el fin de garantizar la validez estadística de los resultados.

Cada grupo de bloques será sometido a ensayos físicos y mecánicos tales como:

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión

De esta manera, los resultados permitirán comparar el comportamiento de las diferentes proporciones de la fibra en las propiedades del material.

#### **2.4.4. Técnicas e instrumentos.**

Las técnicas empleadas corresponden a ensayos experimentales de laboratorio, orientados a medir las propiedades físicas y mecánicas del adobe con adición de fibras.

- Balanza digital de precisión: para determinar masas de los bloques y de los materiales en estado seco y húmedo.
- Cinta métrica: para medir dimensiones de los bloques y calcular volúmenes.
- Máquina universal de ensayos: para determinar la resistencia a la compresión y flexión.

La combinación de estas técnicas permitirá obtener datos cuantitativos confiables para el análisis comparativo de los bloques elaborados.

#### **2.5. Antecedente del problema a investigar.**

Patologías en adobes tradicionales

- Erosión superficial: causada por la lluvia directa y escorrentía

*Ilustración 44. Patologías del adobe*



*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

- Disgregación por humedad ascendente: humedad que proviene de suelo.

*Ilustración 45. Patologías del adobe*



*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

- Fisuración por retracción: Durante el secado del bloque o del muro

*Ilustración 46. Patologías del adobe*



*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

- Pérdida de material en las esquinas y aristas: debido a baja resistencia mecánica

*Ilustración 47. Patologías del adobe*



*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

- Ataque biológico: (hongos, moho, líquenes) por acumulación de humedad.

*Ilustración 48. Patologías del adobe*



*Fuente. Arquitectura en tierra, historia y renovación. Gómez, Mileto, Vegas, García. (2016).*

*<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>*

- Desmoronamiento por sismos: debido a la fragilidad del material

*Ilustración 49. Patologías del adobe*



*Fuente. Arquitectura en tierra, historia y renovación. Gómez, Mileto, Vegas, García. (2016).*

*<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>*

## **2.6. Estado del Arte del problema a investigar**

El adobe ha sido históricamente uno de los materiales de construcción más utilizados a nivel mundial, especialmente en regiones áridas y templadas. Su bajo costo, disponibilidad local y reducido impacto ambiental lo convierten en una opción atractiva dentro de las prácticas constructivas tradicionales. No obstante, estudios recientes han evidenciado importantes limitaciones en cuanto a su comportamiento estructural y durabilidad, particularmente en comparación con materiales modernos como el concreto, el acero o los bloques de cemento estabilizado. Estas diferencias no siempre son evidentes para la población general, lo que puede derivar en decisiones constructivas no informadas ni adecuadas al contexto.

La literatura técnica ha documentado que el adobe tradicional presenta una resistencia a la compresión que varía generalmente entre 1.5 y 3.5 MPa, con una respuesta aún más débil ante esfuerzos de tracción y flexión (Walker, 2004; Millogo et al., 2008). Su alta porosidad lo hace especialmente vulnerable a la acción del agua, provocando degradación por humedad, erosión superficial y pérdida de cohesión interna. En contraste, los materiales

contemporáneos han sido diseñados bajo estándares normativos que les otorgan mayor resistencia estructural, durabilidad y estabilidad frente a condiciones climáticas adversas.

En un esfuerzo por mitigar estas deficiencias, diversas investigaciones han explorado la estabilización del adobe mediante la incorporación de materiales como cal, cemento, fibras naturales y polímeros (Guerrero, 2012; Pacheco-Torgal, 2014). Estas técnicas han demostrado mejoras considerables en la resistencia mecánica y la durabilidad del adobe frente a la humedad. Sin embargo, su aplicación en contextos rurales o tradicionales sigue siendo limitada, lo cual perpetúa el uso de adobes no estabilizados que mantienen sus debilidades estructurales.

Por otra parte, enfoques centrados en la sostenibilidad han resaltado las virtudes del adobe en cuanto a aislamiento térmico, regulación de humedad interior y bajo impacto ambiental (Minke, 2006). Estos atributos han incentivado un renovado interés por su uso en la arquitectura sustentable. No obstante, esta valoración ecológica del material frecuentemente omite una evaluación rigurosa de su comportamiento estructural a largo plazo, lo que puede fomentar una percepción idealizada o poco realista de sus capacidades.

En síntesis, aunque la bibliografía especializada reconoce ampliamente las limitaciones del adobe tradicional frente a los materiales modernos en términos estructurales, climáticos y de mantenimiento, esta información no siempre se transfiere efectivamente a los usuarios finales, constructores o tomadores de decisiones. Esta falta de visibilidad sobre su fragilidad y baja durabilidad constituye un problema relevante, especialmente en zonas donde el adobe sigue siendo un material común. Por tanto, se justifica la necesidad de continuar investigando y difundiendo tanto las propiedades como las limitaciones del adobe, promoviendo un uso más consciente y técnicamente fundamentado del mismo.

### **Contexto colombiano y brechas identificadas**

En Colombia, el adobe representa uno de los materiales de construcción más tradicionales, especialmente en zonas rurales y municipios con patrimonio histórico. Su uso ha sido predominante en regiones con clima seco como Boyacá, Cundinamarca, Nariño y Santander,

debido a la disponibilidad local de materia prima y su bajo costo de producción. Sin embargo, a pesar de su importancia cultural y ambiental, el adobe tradicional presenta limitaciones significativas en cuanto a su resistencia estructural y durabilidad, las cuales no siempre son evidentes para constructores y habitantes que lo utilizan como alternativa principal frente a materiales industrializados.

Estudios realizados en el contexto colombiano, como los desarrollados por el Instituto de Estudios del Patrimonio de la Universidad Nacional y el SENA, han demostrado que los adobes sin estabilización poseen una resistencia a la compresión entre 1.5 y 3 MPa, con una resistencia a la flexión inferior a 0.5 MPa, lo cual los hace vulnerables frente a cargas sísmicas y condiciones de humedad. Estos valores contrastan fuertemente con los materiales modernos como el bloque de concreto (resistencia superior a 7 MPa) o el concreto armado, que no solo ofrecen mayor capacidad estructural sino también mejor comportamiento ante factores ambientales y menor requerimiento de mantenimiento.

En respuesta a estas debilidades, diferentes investigaciones y proyectos en Colombia han explorado la estabilización del adobe mediante el uso de cemento, cal, fibras naturales (como fique o paja de arroz) y polímeros. Por ejemplo, trabajos desarrollados por universidades como la Universidad del Valle y la Universidad de los Andes han demostrado mejoras notables en la resistencia mecánica y la durabilidad del adobe al aplicar estas técnicas. Sin embargo, dichas tecnologías no han sido adoptadas de manera masiva, debido a factores como el desconocimiento técnico, la resistencia al cambio en comunidades tradicionales y la falta de normativas que impulsen su implementación.

Al mismo tiempo, diversas iniciativas de arquitectura sostenible han retomado el adobe como alternativa ecológica, destacando su eficiencia térmica, su bajo impacto ambiental y su capacidad para generar espacios confortables con mínima demanda energética. Sin embargo, estas valoraciones muchas veces idealizan el material y omiten sus riesgos estructurales cuando no se refuerza adecuadamente, especialmente en contextos como Colombia, donde gran parte del territorio se encuentra en zonas de amenaza sísmica media o alta.

En conclusión, aunque en Colombia existe un cuerpo creciente de conocimiento técnico sobre las propiedades del adobe y las posibles mejoras mediante estabilización, persiste una brecha entre el conocimiento académico y la práctica constructiva real. Esta brecha impide que se reconozcan adecuadamente las limitaciones del adobe tradicional frente a los materiales modernos, lo que puede poner en riesgo la seguridad estructural y la durabilidad de las construcciones. Por ello, se hace necesario seguir investigando, normativizado y divulgando prácticas seguras y adaptadas al contexto colombiano para un uso responsable de este material.

### **Barreras Actuales**

1. **Normativas:** NSR-10 no contempla especificaciones para adobe reforzado con polímeros (AIS, 2023).
2. **Percepción:** 68% de constructores prefieren materiales tradicionales (Encuesta Camacol, 2023).
3. **Cadena de suministro:** Limitada infraestructura para acopio y procesamiento de HDPE en zonas rurales (Min Ambiente, 2023).

### **Tendencias Globales Relevantes para Colombia**

1. **Certificaciones sostenibles:** Sistemas EDGE y CASA Colombia comienzan a evaluar materiales alternativos (2023).
2. **Políticas públicas:** Nuevos incentivos tributarios para construcción circular (Proyecto de Ley 215/2023 Senado).
3. **Tecnologías disruptivas:** Impresión 3D con composites tierra-plástico (MIT, 2023) adaptable a contextos rurales.

#### **2.7. Marcos contextual o referencial**

El uso de materiales naturales para la fabricación de adobes es una práctica que ha sido utilizada durante siglos en diversas partes del mundo, estos bloques están hechos de tierra comprimida para la construcción de viviendas, su materia principal es la tierra que debe contener proporciones de arcilla, limo y arena para alcanzar las características adecuadas para su uso, en el mezclado diferentes materiales se pueden agregar por error como, fibras de

hierba encontradas en el mismo suelo excavado para la elaboración del bloque en adobe. Incorporar nuevos materiales de procedencia animal, vegetal, materiales de origen mineral, fibras vegetales, derivados de la madera, conglomerantes, aceites vegetales y residuos agrícolas, estudiando las reacciones físicas y químicas como compresión, tracción, permeabilidad, plasticidad del adobe, esto con el fin de explorar cuál de los diferentes componentes aporta mejor características de manera natural. (Goyes, 2024).

### **2.7.1. Marco Teórico**

#### **Adobe como material de construcción**

El adobe es un material de construcción ancestral el cual está compuesto de tierra, agua, material orgánico (paja, fibra vegetal, boñiga) (Norton,1997) que actúan como refuerzo, su fácil disponibilidad, bajo costo y propiedades térmicas lo hacen un material idóneo para la construcción en zonas rurales , sin embargo presenta limitaciones en la resistencia mecánica, durabilidad ante la humedad y susceptibilidad a las fisuras a lo largo de su ciclo de vida (Villamizar et al,2012), la norma ASTM c62 clasifica al adobe como materiales no estructural en condiciones húmedas, lo cual se debe reforzar con aditivos o otros materiales. (NSR-10, D 3)

#### **Polietileno de alta densidad reciclado**

El polietileno es un termoplástico con alta resistencia química y mecánica, usado en tuberías y envases, su reciclaje en las obras reduce el impacto ambiental y promueve la economía circular (Aguilar et al; 2016), las fibras de polietileno reciclado ofrecen ventajas como la baja absorción de agua y resistencia a la degradación biológica como la que tiene la paja o similares, ideales para el refuerzo de materiales porosas como el adobe (ashby, 2013).

#### **Propiedades mecánicas del adobe reforzado**

Estudios demuestran que la incorporación de fibras sintéticas mejora la resistencia a la tracción y reduce la fisuración por la contracción, Danso et al. (2015) señala que las fibras como el polipropileno aumentan la cohesión de la matriz de la tierra, mientras que Villamizar et al. (2012) observaron incrementos del 30 % en la resistencia a compresión con fibras vegetales, la eficacia depende de la distribución, longitud y adherencia de las fibras.

### **Mecanismos de reforzamiento en compuestos tierra- fibra**

la interacción fibra-tierra es clave para transferir tensiones y limitar propagación de grietas, según Callister (2018), las fibras actúan como puentes de tensiones, mejorando la tenacidad del material, la longitud crítica de las fibras y su orientación influyen en la eficiencia del reforzamiento, en adobe una distribución homogénea de fibras cortas (5-20 mm) optimiza la cohesión sin comprometer la trabajabilidad (araya-letelier et al.,2019)

### **Sustentabilidad y economía circular**

La integración de fibras de polietileno de alta densidad reciclado en el bloque de adobe reduce los residuos de construcción, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible (ONU,2015), Stanley (2016) enfatiza que reutilizar materias en ciclos técnicos como la construcción disminuye la extracción de recursos vírgenes. Estudios como los de ilam et al. (2020) validar que los materiales compuestos o combinados con plásticos reciclados pueden alcanzar estándares de construcción sin incrementar los costos en los materiales o presupuestos de obras

El uso del MANUAL POPULAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA DE ADOBE SISMO-RESISTENTE escrito por en el Salvador con apoyo de (JICA) cooperación internacional del Japón tiene como base indicaciones básicas e ilustradas del uso de materiales, dimensiones específicas y un paso a paso del proceso constructivo para poder construir una vivienda en adobe que pueda garantizar la resistencia y habitabilidad de la misma. (TAISHIN, s.f.)

1. Revisión Teórica de Construcción con Tierra y Sostenibilidad. La construcción con adobe, un material hecho por el secado al sol de mezclas de arcilla y arena es una práctica antigua instalada en miles de familias en Colombia, particularmente en áreas

rurales. A pesar de ello, con frecuencia se necesita mejoras en su resistencia a la humedad y al corte, de allí el empleo de refuerzos para Bitcoin En relación con la Norma Técnica Colombiana NTC 5324, Materiales de construcción bloques de tierra comprimida, 2015, se necesita refuerzos sintéticos. Gómez, L., & Rondón, J. (2019)

## 2. Marco Teórico sobre Economía Circular y Aprovechamiento de Residuos

La incorporación de HDPE reciclado en el adobe se alinea con los principios de economía circular, promovidos en Colombia por la Ley 1672 de 2013 (Congreso de Colombia, 2013), que incentiva el uso de residuos plásticos en nuevos productos. La NTC-ISO 14040 (ICONTEC, 2007) permite evaluar el impacto ambiental de este material, mostrando reducciones en la huella de carbono.

Según Torres & Mendoza (2021), el adobe con fibras de plástico reciclado no solo mejora propiedades mecánicas, sino que contribuye a la gestión de residuos. Sin embargo, falta normativa específica que regule su aplicación en construcciones sismo-resistentes bajo el NSR-10 (AIS, 2010).

### 2.7.2. Marco Histórico

#### A Nivel Nacional

La característica de que el adobe sea uno de los materiales de edificación más viejos y extendidos en varias culturas de la tierra, sobre todo en lugares áridos y semiáridos, se puede entender en el contexto nacional, donde ha sido fundamental a lo largo de la historia y el desarrollo de diferentes poblaciones, constituyéndose en un elemento que refleja tradiciones, técnicas y adaptaciones culturales que se conservan en su forma tradicional hasta el presente, o que se han ido transformando en sus usos y prácticas.

*Ilustración 50. Elaboración artesanal del adobe*



*Fuente. Arquitectura en tierra, historia y renovación. Gómez, Mileto, Vegas, García. (2016).  
<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>*

### **Construcción del adobe**

El uso del adobe data de épocas prehispánicas en las múltiples culturas que habitaban y construían, hoy en su gran mayoría, en América Latina, pero en nuestro país las civilizaciones nativas, como los mayas, los aztecas y los incas, entre otros pueblos de gran renombre, lo utilizaban para la construcción de moradas, templos o edificios de gran marca de importancia. La técnica consiste en mezclar arcilla, arena, agua y, en algunos casos,

Incorporar paja o fibras vegetales, que, una vez mezclados, se convierten en bloques que se secan al sol.

*Ilustración 51. Secado y almacenamiento*



*Fuente. Arquitectura en tierra, historia y renovación. Gómez, Mileto, Vegas, García. (2016).  
<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>*

### **Etapas Colonial y uso del adobe**

En la época colonial, continuó como el material predominante en la construcción de templos, haciendas y moradas en el campo. La disponibilidad de arcilla y la simplicidad en su elaboración posibilitaron que comunidades locales construyeron edificaciones duraderas y económicas, con la influencia también de la española que hizo entrar otras técnicas y estilos para mezclarse con las tradiciones indígenas.

*Ilustración 52. Elaboración de adobe tradicional*



*Fuente. Arquitectura en tierra, historia y renovación. Gómez, Mileto, Vegas, García. (2016).  
<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>*

### **La Época Colonial y el Uso del Adobe**

En la época colonial, el adobe se mantuvo como uno de los materiales más importantes en la construcción de iglesias, haciendas y viviendas en el medio rural. La abundante existencia de arcilla, la facilidad de su elaboración permitió a las comunidades locales levantar obras

perdurables de bajo coste. La llegada de los españoles también introdujo técnicas y estilos que se fusionaron con las tradiciones indígenas.

*Ilustración 53. Casa en adobe, Ricaurte, Cundinamarca*



*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

### **Siglos XIX y XX: Modernización y Conservación**

Pero poco a poco, el uso del adobe se fue desvaneciendo por la incorporación de nuevos materiales de construcción y la evolución de las técnicas constructivas, aunque en innumerables regiones continuaba todavía tratándose de una importante referencia, un símbolo de identidad cultural, un patrimonio arquitectónico. En las últimas décadas, las técnicas tradicionales han vuelto a resurgir en el ámbito del conocimiento y del uso del adobe, incrementando su uso sostenible y ecológico.

*Ilustración 54. Casa en adobe*



*Fuente. Arquitectura en tierra, historia y renovación. Gómez, Mileto, Vegas, García. (2016).  
<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>*

### **Importancia y cultura ambiental**

Si bien el adobe constituye solamente una técnica constructiva, éste tiene el valor de un patrimonio cultural que es capaz de recoger la historia, las tradiciones o la propia identidad que las comunidades expresan. Es un material ecológico, de bajo impacto ambiental, que contribuye a la sostenibilidad en la construcción.

## Línea de tiempo

### HISTORIA DEL ADOBE NACIONAL

El adobe ha sido utilizado en Colombia desde tiempos prehispánicos y durante la colonia, especialmente en zonas del altiplano cundiboyacense, Antioquia y otras regiones con tradición agrícola. Su uso ha perdurado por generaciones debido a su resistencia, bajo costo y adaptabilidad al clima andino.



Época Precolombina  
(Antes del siglo XVI)

#### Valle de Ubaté, altiplano cundiboyacense

Aunque las culturas indígenas colombianas usaban más madera, palma y piedra, en zonas secas como Boyacá y Cundinamarca, ya se usaba barro como base para estructuras



Época Colonial (1538 - 1810)

#### Villa de Leyva, Barichara, Monguí, Popayán

- Los españoles introdujeron el uso del adobe como técnica de construcción.
- Se combinó con techos de teja y estructuras de madera.
- Muy común en pueblos coloniales.



Patrimoniales  
Destacados en Colombia

- Villa de Leyva (Boyacá): Uno de los pueblos coloniales más representativos, con construcciones en adobe.
- Barichara (Santander): Reconocido por conservar su arquitectura tradicional en adobe y piedra.
- Popayán (Cauca): Su centro histórico conserva casas coloniales con muros de adobe enlucado.



Actualidad  
(siglo XXI)

- Tolima, Nariño, Cauca
- Aún se usa en zonas rurales, especialmente por su bajo costo y sostenibilidad.
- Existen iniciativas de bioarquitectura y conservación del patrimonio en adobe.



Siglo XX: Transición y Modernización

#### Zonas rurales de Nariño, Cauca, Tolima, Cundinamarca

El adobe siguió siendo el material de preferencia en zonas rurales. Se empezó a combinar con cemento y madera.



Época Republicana  
(siglo XIX - XX)

- Eje Cafetero, Santander, Huila
- El adobe se mantuvo como el material principal para viviendas rurales.
- Las casas campesinas de varias regiones fueron construidas con esta técnica, reforzada con bahareque o caña brava.

### **A nivel Internacional**

El adobe es uno de los materiales de construcción más primitivos y más universales empleados por el ser humano. Desde tiempo inmemorial, diferentes culturas en el planeta han utilizado la tierra cruda, mezclada con fibras vegetales, para construir casas, templos, estructuras para la defensa, etc. La durabilidad, la disponibilidad y la sostenibilidad del adobe lo han hecho, año tras año, un material fundamental en las diferentes zonas construidas del planeta, adaptándose muy bien a las situaciones climáticas y culturales que predominan en cada lugar.

Los primeros datos sobre el uso del adobe se encuentran aproximadamente hace ya 9,000 años en el área del Medio Oriente en yacimientos como el de Jericó y el de Çatalhöyük, en el que la gente, en este caso, la comunidad, mezclaba la tierra cruda, la moldeaba en bloques, y ponía los bloques

*Ilustración 55. Caratula revista*



*Fuente. Arquitectura en tierra, historia y renovación. Gómez, Mileto, Vegas, García. (2016).*

*<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>*

secándose al sol para construir casas simples y durables. La técnica se difundió en breve por Asia, por África y por Europa, sometiéndose a estas condiciones locales.

El adobe tuvo una importancia estrecha en la construcción de viviendas y templos en Egipto, desde el periodo predinástico y ya en las primeras dinastías, como así también en las conocidas pirámides de tierra y en las viviendas de las comunidades de la aldea.

### **El Adobe en las Civilizaciones Precolombinas**

En el continente americano, encontramos civilizaciones como los mayas, los incas y los aztecas que hicieron un uso extensivo del adobe. Los mayas llevaron a cabo la construcción de templos y de palacios, así como la de viviendas y sus muros eran de adobe, de hecho, unos muros muy aptos para la construcción, ya que la fiabilidad que todavía muestran algunos de estos edificios perduran hasta hoy en día en lugares arqueológicos como Uxmal o Chichén Itzá. Los incas, por su parte, en la región andina también hicieron un uso del adobe para sus construcciones, introduciendo, eso sí, la piedra o el tapial, materiales que aguantan la transformación del tiempo.

*Ilustración 56. Tipos de aparejamiento*



*Fuente. Arquitectura en tierra, historia y renovación. Gómez, Mileto, Vegas, García. (2016).*

*<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>*

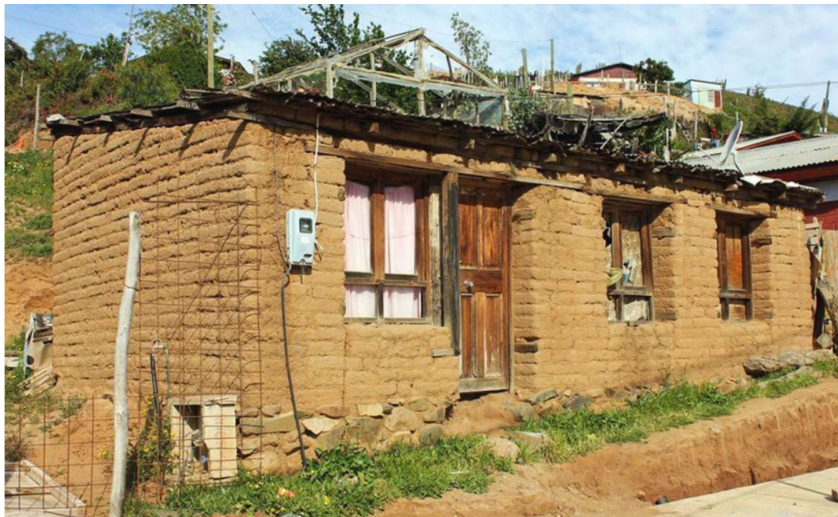
Estas culturas le daban al adobe un uso de carácter práctico, pero también lo valoraban porque era espacio entre la integración del bloque de barro, su entorno natural y la regulación de la temperatura interior.

### **El Adobe en la Edad Media y la Época Colonial**

A lo largo de la Edad Media en Europa, especialmente por las zonas rurales, el adobe fue un material empleado en la construcción de casas de vivienda y de iglesias. En Andalucía, en el sur de España, se han conservado muchos edificios de adobe de siglos pasados.

Con la colonización de América, el adobe tuvo un protagonismo clave en la construcción de misiones, haciendas, casas coloniales. Así, en México, Perú, Bolivia el adobe fue el material favorito por su abundancia y bajo costo.

*Ilustración 57. Vivienda construida en adobe*



*Fuente. Arquitectura en tierra, historia y renovación. Gómez, Mileto, Vegas, García. (2016).*

*<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>*

### **Siglo XIX y XX: Modernización y Conservación**

La Revolución Industrial y la incorporación de los nuevos materiales fueron determinantes en el abandono del adobe en muchas ciudades, sustituyéndolo por bloques y cemento; lo cierto es que en el ámbito rural y en los países en desarrollo, el adobe siempre fue una solución económica y ecológica.

En el transcurso de la segunda mitad del siglo XX, existe un resurgimiento del interés por las técnicas tradicionales y por la preservación del patrimonio arquitectónico de adobe.

## Línea de tiempo

# HISTORIA DEL ADOBE INTERNACIONAL

El adobe ha sido uno de los materiales de construcción más importantes en la historia del Perú, utilizado desde tiempos ancestrales por diversas culturas prehispánicas hasta la actualidad. Gracias a su bajo costo, facilidad de elaboración y capacidad para aislar el calor, el adobe se convirtió en una solución eficiente para construir viviendas, templos y centros administrativos en climas áridos y templados. Desde las monumentales huacas de la costa norte hasta las viviendas rurales en los Andes, el adobe forma parte esencial del patrimonio arquitectónico peruano.



Época Preincaica (100 d.C. - 800 d.C.)

**Cultura Moche en el Valle de Moche, La Libertad**

Uno de los templos de adobe más grandes del mundo. Hecho con millones de adobes.



Cultura Nazca (200 a.C. - 600 d.C.)

**Nazca, Ica**

Centro ceremonial de adobe en medio del desierto. Ejemplo de planificación urbana antigua.



Época Inca (1200 d.C. - 1532 d.C.)

**Templo de Pachacamac Lurín, Lima**

Aunque los incas usaron piedra, el adobe se usó extensamente en la costa por su clima seco.



Época Colonial (1532 - 1821)

**Arequipa, Cusco, Ayacucho, Cajamarca**

Se usó adobe en casonas, iglesias y haciendas. Todavía se conservan muchas estructuras.



Época Republicana (siglo XIX - XX)

**Sierra y costa rural del Perú**

El adobe siguió siendo el material principal por su accesibilidad y aislamiento térmico.



Actualidad (siglo XXI)

**Andahuaylas, Ayacucho, Cajamarca, Lambayeque**

Se promueve su uso con técnicas sismorresistentes. También se conserva patrimonio arqueológico hecho en adobe.

### **2.7.3. Marco Normativo**

#### **A nivel Nacional**

1. La Norma Técnica Colombiana NTC 6033 busca regular e implementar prácticas adecuadas para la extracción de materiales para la fabricación de bloques, bloques y de más productos hechos con arcilla y sus derivados a la cerámica como recurso natural, controlando el diseño, manufactura, embalaje, mercadeo, prestación de servicio, distribución, venta, uso y disposición final de los sobrantes (NTC, 2013)
2. Todas estas alternativas de rehabilitación se incluyeron en la normativa para la rehabilitación sísmica de edificaciones patrimoniales AIS-610-EP-2017 (7). Este documento se vinculó al reglamento colombiano de construcciones sismo-resistentes NSR-10 (18) por el decreto de los Ministerios de Cultura y Vivienda 2113 de 25 nov del 2019. Dentro de AIS-610-EP-2017 se resaltan los entramados con placas de acero o con maderas como alternativas de rehabilitación que permiten la disipación de la energía sísmica con un factor de reducción de la fuerza sísmica de 2.5. (informes de la construcción, 2023)
3. La NTC 5324 especifica el uso de bloques de suelo cemento para muros y divisiones. definiciones. especificaciones. Métodos de ensayo, prueba y condiciones de entrega el fabricante que declara el cumplimiento de su producto respecto a la presente norma o un requisito de la misma, debe estar en condiciones de comprobar que se cumple con las características enumeradas y, en particular, que se han determinado conforme a los ensayos correspondientes. (NTC, Bloque de Suelo Cemento Para Muros y Divisiones., 2004)

## **A nivel Internacional**

- A. La Norma comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño, el objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas. (Edificaciones, 2000) Lima Perú
  
- B. Regular los requerimientos técnicos que deban cumplir las edificaciones de adobe, a fin de garantizar la seguridad de sus habitantes y minimizar los riesgos que se puedan generar por desastres naturales, aplica a todo el territorio nacional, abarca a todas las personas naturales y jurídicas que fabriquen y comercialicen unidades de Adobe. (Salvadoreño, 2014) San Salvador
  
- C. Este artículo estudia el panorama normativo para las construcciones con tierra cruda a nivel internacional, analizando cincuenta y cinco normas y reglamentos de países repartidos por los cinco continentes, que representan el estado del arte de la normalización de la tierra cruda como material de construcción. Es un estudio referenciado sobre las normas y reglamentos vigentes desarrollados por los organismos nacionales de normalización o autoridades correspondientes. Se presentan las normativas y los organismos que las emiten, analizando la estructura y contenido de cada una. (Construcción, 2011)

## 2.7.4. Marco Productivo

*Ilustración 58. Secado de arcilla*

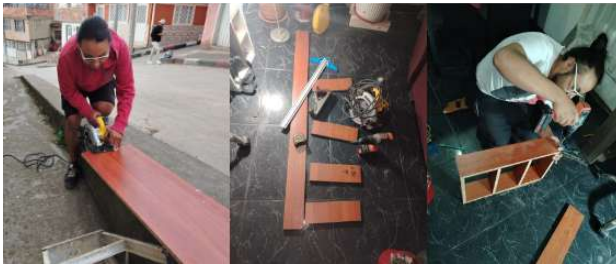


A. Para dar inicio con la fabricación de bloques en adobe con fibras de polietileno, se consigue arcilla como materia principal, al ser extraída de la montaña tiene una característica de humedad medianamente lo cual obliga a ser extendida sobre el suelo para dar paso al secado que debe ser

mínimo de 8 días.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 59. Elaboración de molde*



B. Mientras la arcilla está en etapa de secado se empieza a fabricar el molde, el cual está hecho con madera aglomerada con el fin de dar mejor acabado visual a los bloques con fibras de polietileno.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 60. Molde*



C. Este molde tiene una capacidad de tres bloques por vaciado esto con el fin de agilizar la producción de bloques y sus dimensiones están ligadas a las competencias comerciales que existen en el mercado, y sus dimensiones son

Alto 7 cm

Ancho 9 cm

Largo 28 cm

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 61. Fibras de polietileno*



D. Con la espera de 8 días al secado de la arcilla se empieza a desfibrar las polisombras adquiridas en proyectos de construcción, al re-utilizarlas como componente adicional para los bloques en adobe, la longitud de estas fibras debe ser no mayor a 2 cm esto con el fin estético de la integración con los demás elementos que conforman los bloques en

adobe.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 62. Triturar la arcilla después del secado*



E. Pasado los 8 días de secado es necesario desintegrar los grumos de arcilla que se forman después de que el agua desaparece de la materia principal, estos grumos son aplastados y triturados convirtiéndose en un material suelto y manejable.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

Ilustración 63. Tamizaje de la arcilla



F. La desintegración de la arcilla es necesaria para el tamizaje de la misma esto con el fin de separar las impurezas que no forman parte natural de la arcilla.

Ilustración 64. Separación de impurezas

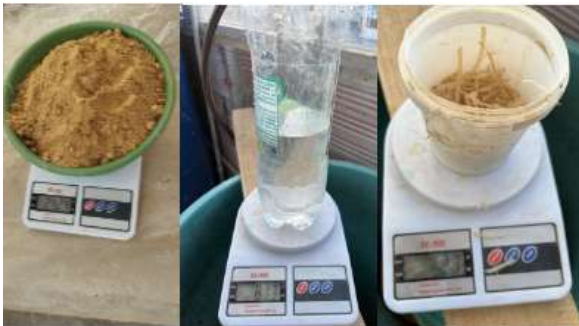


Fuente. Elaboración propia. (2025).

G. La separación de las impurezas y la arcilla permite examinar los materiales de manera controlada clasificando en bolsas independientes la materia prima y las impurezas como piedras y hierbas secas.

Fuente. Elaboración propia. (2025).

Ilustración 65. Peso de materiales



H. Si bien el proyecto está enfocado en examinar 3 prototipos de bloques con diferentes cantidades de agua, arena y fibras de polietileno con porcentajes del 5%, 10% y 15% formulados en la investigación, esto se debe hacer antes de mezclar los elementos por separado.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 66. Inicio de mezcla*



I. En un recipiente se agrega uno por uno los materiales y deben ser mezclados en su totalidad antes de agregar el agua, es importante aplicar el agua en pequeñas cantidades para que sea integrada en su totalidad.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 67. Preparación del molde y superficie para un desmolde fácil*



J. Antes de vaciar la mezcla de arcilla, arena, fibras de polietileno y agua es necesario adecuar el molde y la superficie donde van a reposar los bloques, es necesario aplicar un desmoldante el cual puede ser aceite, ACPM, grasa o agua en nuestro caso utilizamos aceite industrial para rodamientos.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 68. Verter la mezcla en el molde y apisonar cada capa*



K. Para el moldeo de los bloques es necesario aplicar la mezcla por capas y debe ser apisonada, esto con el fin de minimizar las capas de aire que pueden quedar entre los diferentes materiales utilizados para la fabricación de los bloques.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 69. Desmolde de los bloques*



L. Después de apisonado en las diferentes etapas de fabricación de los bloques en adobe se debe desmoldar los bloques con la mayor precaución posible, ya que es un producto fresco y delicado al momento de manipulación por la alta plasticidad que presenta en el momento, es necesario e indispensable alisar las diferentes caras expuestas de los bloques con el fin de generar un mejor acabado estético y presentable.

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

### **3. BLOQUE DE ADOBE CON FIBRAS DE POLIETILENO-ECOBLOCK**

#### **3.2. Nombre e imagen del ADOBE**

ECOBLOCK

*Ilustración 70. Bloques prototipos*



*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

#### **3.3. Composición del ADOBE**

SUELO (ARCILLA, LIMO)

ARENA

FIBRAS DE POLIETILENO 2 A 3 CM

AGUA

### **3.3.1. Insumos, elementos y componentes del ADOBE ECOBLOCK**

SUELO (ARCILLA, LIMO)

ARENA

FIBRAS DE POLIETILENO

AGUA

MOLDES EN MADERA

PALUSTRE

VALDES

### **3.3.2. Especificaciones técnicas del ADOBE ECOBLOCK**

**Nombre:** Bloque de adobe con refuerzos de fibras de polietileno reciclado

**Tipo de material:** Mampuesto no cocido, elaborado con suelo arcilloso, fibras plásticas y agua

**Aplicación:** Construcción de muros divisorios, de fachada, cerramiento, viviendas rurales o ecológicas

### **3.3.3. Características físicas, químicas y mecánicas del ADOBE ECOBLOCK**

#### **Características Físicas**

**Densidad aparente:** oscila entre 1.5 y 1.8 g/cm<sup>3</sup> dependiendo del porcentaje de fibra incorporada, la adición de fibras de polietileno reduce ligeramente la densidad, favoreciendo en tener un bloque más liviano y manejable.

**Color y textura:** conserva la tonalidad natural de la arcilla, aunque puede presentar ligeras variaciones dependiendo del tipo de suelo, la textura es rugosa, con aspecto compacto y homogéneo gracias a la buena distribución de las fibras.

**Peso unitario:** en promedio un bloque Ecoblock tiene un peso 10-15% menor que un adobe tradicional lo que facilita su transporte e instalación.

**Dimensiones:** se fabrican generalmente en módulos de 30x15x10 cm, con tolerancias de +- 3 mm

### **Características químicas**

Composición principal

**Arcilla:** base y aglutinante naturales

**Agua:** agente de cohesión temporal y durante el moldeo.

fibras de polietileno: polímero termoplástico reciclado que actúan como refuerzo

**Interacción química:** No existe reacción química entre la arcilla y el polietileno, sin embargo, las fibras se anclan mecánicamente en la matriz del adobe, generando un refuerzo químico y una mejor distribución de esfuerzos internos

**Estabilidad química:** El polietileno es inerte, no se degrada ni reacciona con la humedad, sales o microorganismos del suelo, incrementando la vida útil del bloque.

### **Características Mecánicas**

**Resistencia a la compresión:** pendiente de resultados de laboratorio

**Resistencia a la flexión:** pendiente de resultados de laboratorio

**Módulo de elasticidad:** pendiente de resultados de laboratorio

**Durabilidad estructural:** El refuerzo polimérico reduce la erosión superficial y el desgaste por ciclos de humedad- secado, extendiendo la durabilidad útil del bloque hasta por más de 20 años con mantenimientos mínimos

### **3.4. Proceso de Producción industrial del ADOBE ECOBLOCK**

#### **3.4.1. Identificación de las actividades necesarias para el diseño, puesta en marcha y producción.**

El proceso de producción del Ecoblock inicia con la selección y caracterización del suelo arcilloso, seguido de la preparación de la mezcla base, que incluye la dosificación de las fibras de polietileno según el porcentaje experimental (5%, 10% ,15%).

Las etapas fundamentales comprenden:

- Extracción de la arcilla
- Mezclado con agua y fibras de polietileno
- Moldeo manual o mecánico
- Secado natural bajo sombra
- Ensayos de control de calidad
- Almacenamiento y transporte

Este proceso garantiza una producción sostenible, utilizando materiales locales y residuos plásticos reciclados.

#### **3.4.2. Duración del ciclo productivo**

Ciclo de producción tiene una duración aproximada de 25 a 35 días, dependiendo de las condiciones ambientales:

preparación de la mezcla: 1 día

Modelo y desmolde: 1 o 2 días

Secado natural: 25 a 30 días

Curado final y almacenamiento: 2 días.

El proceso no requiere cocción, lo que reduce el consumo energético y las emisiones de CO2.

Ilustración 71. Cuadro de proyección de ventas

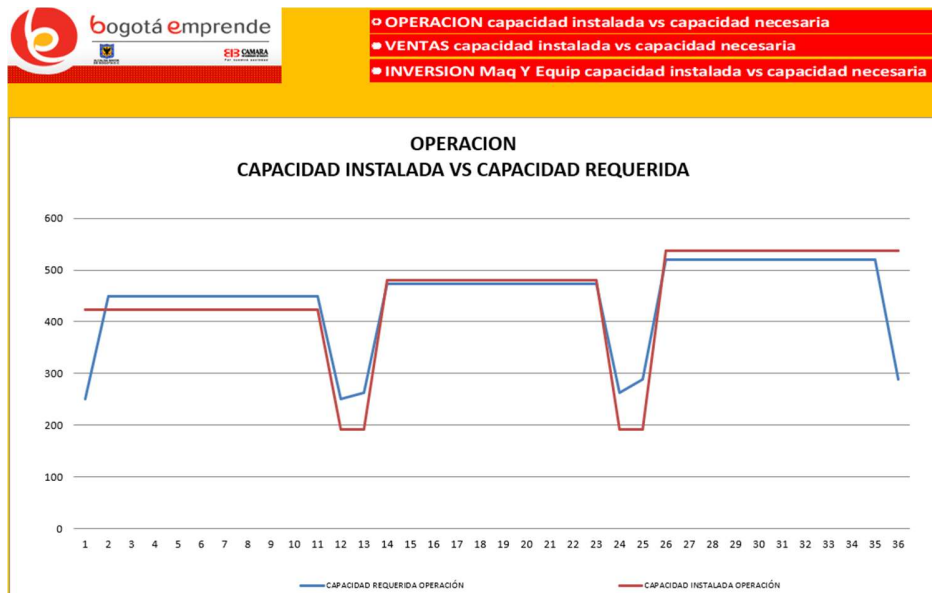


Fuente. Elaboración propia. (2025).

### 3.4.3. Capacidad instalada.

En una planta artesanal o semi industrializada puede producir entre 200 y 400 bloque diarios, con un equipo de trabajo de 3 a 4 personas, la capacidad depende de la disponibilidad de moldes, la superficie de secado y las condiciones climáticas, en condiciones óptimas la producción mensual puede alcanzar 8.000 a 10.000 unidades.

Ilustración 72. Gráfico de producción



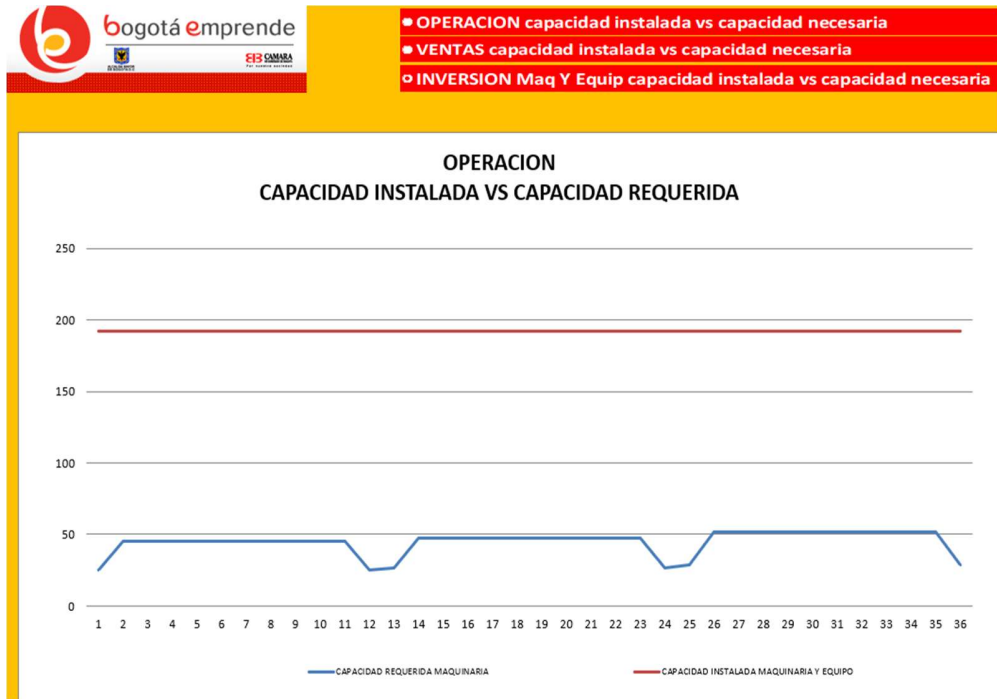
Fuente. Elaboración propia. (2025).

Ilustración 73. Gráfico de ventas



Fuente. Elaboración propia. (2025).

Ilustración 74. Gráfico de inversión



Fuente. Elaboración propia. (2025).

Ilustración 75. Planeación de la inversión fija

PLANEACION DE LA INVERSION FIJA												
DESCRIPCIÓN MAQUINARIA	HORAS LABORABLES		FECHA EN LA CUAL HACE LA INVERSIÓN (SELECCIONE)	FUENTE DE LOS RECURSOS								
	DÍAS A LA SEMANA	HORAS AL DÍA		RECURSOS PROPIOS			RECURSOS DE CRÉDITO			OTRAS FUENTES DONACIONES Y SUBVENCIONES		
				CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
MAQUINA INDUSTRIAL	6	8	AL INICIO DEL PROYECTO				1	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000			
FUENTE DE LOS RECURSOS												
DESCRIPCIÓN EQUIPOS Y COMPUTADORES			FECHA EN LA CUAL HACE LA INVERSIÓN (SELECCIONE)	FUENTE DE LOS RECURSOS								
				RECURSOS PROPIOS			RECURSOS DE CRÉDITO			OTRAS FUENTES DONACIONES Y SUBVENCIONES		
				CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
EQUIPOS DE COMPUTO				1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000						
IMPRESORAS				1	\$ 800.000	\$ 800.000						
FUENTE DE LOS RECURSOS												
DESCRIPCIÓN HERRAMIENTAS			FECHA EN LA CUAL HACE LA INVERSIÓN (SELECCIONE)	FUENTE DE LOS RECURSOS								
				RECURSOS PROPIOS			RECURSOS DE CRÉDITO			OTRAS FUENTES		
				CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
MOLDES DE ACERO				3	\$ 60.000	\$ 180.000						
PALAS Y HERRAMIENTA MENOR				1	\$ 300.000	\$ 300.000						
CARRETILLA				1	\$ 150.000	\$ 150.000						
FUENTE DE LOS RECURSOS												
DESCRIPCIÓN MUEBLES Y ENSERES			FECHA EN LA CUAL HACE LA INVERSIÓN (SELECCIONE)	FUENTE DE LOS RECURSOS								
				RECURSOS PROPIOS			RECURSOS DE CRÉDITO			OTRAS FUENTES		
				CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
MOBILIARIO ESCRITORIOS				3	\$ 300.000	\$ 900.000						
ARCHIVADORES				1	\$ 400.000	\$ 400.000						
FUENTE DE LOS RECURSOS												
DESCRIPCIÓN VEHICULOS			FECHA EN LA CUAL HACE LA INVERSIÓN (SELECCIONE)	FUENTE DE LOS RECURSOS								
				RECURSOS PROPIOS			RECURSOS DE CRÉDITO			OTRAS FUENTES		
				CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
CAMION							1	\$ 80.000.000	\$ 80.000.000			
FUENTE DE LOS RECURSOS												
DESCRIPCIÓN TERRENOS Y EDIFICIOS			FECHA EN LA CUAL HACE LA INVERSIÓN (SELECCIONE)	FUENTE DE LOS RECURSOS								
				RECURSOS PROPIOS			RECURSOS DE CRÉDITO			OTRAS FUENTES		
				CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
LOTE							1	\$ 200.000.000	\$ 200.000.000			

Fuente. Elaboración propia. (2025).

### 3.4.4. Proceso de control de calidad.

En el proceso de control de calidad se fundamenta en los lineamientos de la norma ISO 9001:2015, implementando registros de verificación en cada fase del proceso productivo, asimismo se siguen los principios de la ISO 140001:2015, que garantiza prácticas sostenibles durante la fabricación y el uso responsable de los recursos.

El control de calidad se realiza en varias etapas:

- **Durante la mezcla:** verificación de homogeneidad y proporciones correctas de materiales.
- **En el secado:** control de fisuras o deformaciones.
- **Postproducción:** ensayos de laboratorio para determinar propiedades físicas, mecánicas.
- Registro y trazabilidad de cada lote de producción.
- Control estadístico de la calidad (muestreo y verificación de defectos).

ISO 9001:2015 sistema de gestión de la calidad.: norma base para establecer procedimientos de control de calidad en la fabricación de los bloques de adobe.

ISO 14001:2015. Sistema de gestión ambiental: relevante por el uso de materiales reciclados como las fibras de polietileno.

#### **3.4.5. Proceso de seguridad industrial.**

El proceso de seguridad industrial se rige por la ISO 45001:2018, estableciendo procedimientos de prevención de riesgos laborales, señalización conforme a la ISO 7010, y control ambiental bajo la ISO 14001:2015

El proceso incorpora medidas de seguridad orientadas a proteger al personal y al entorno:

- uso obligatorio de guantes, botas, mascarillas durante la manipulación del material
- capacitación en el manejo seguro de herramientas
- disposición responsable de residuos plásticos no aptos.
- garantía de zonas ventiladas y secado bajo sombra para evitar accidentes por deshidratación o exposición solar prolongada

ISO 45001:2018; Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SST): Es la norma principal para establecer protocolos de prevención de riesgos laborales, en el proceso de elaboración de adobes

ISO 14001:2015; Gestión ambiental: Complementa la seguridad industrial controlando condiciones ambientales seguras, ventilación, manejo de residuos y emisiones.

ISO 7010; Señalización de seguridad en el trabajo: Regula el uso de señales visuales y pictogramas de advertencia, obligación y prohibición en el área de producción. facilita la identificación rápida de riesgos (eléctrico, mecánicos, resbalones, etc.)

#### **3.4.6. Puesta en marcha, en obra o en el mercado.**

El ECOBLOCK se integra fácilmente en sistemas constructivos tradicionales, su puesta en marcha en obra incluye pruebas de aparejo y resistencia, asegurando su compatibilidad con morteros de barro o cemento, en el mercado se posiciona como un producto ecológico e

innovador, dirigido a proyectos sostenibles de vivienda rural y edificaciones de bajo impacto ambiental.

### **3.5. Necesidades y requerimientos.**

#### **3.5.1. Materias primas e insumos**

- Arcilla natural: material base que proporciona cohesión
- fibras de polietileno recicladas: provenientes de polisombras, lonas o costales de polietileno.
- Agua: utilizada en la proporción necesaria para obtener plasticidad
- Moldes de madera o metal: para dar forma al bloque.

#### **3.5.2. Pruebas y ensayos.**

Lo bloques se someten a ensayos normalizados según la norma NTC 5324 incluyendo:

- Resistencia a compresión
- Resistencia a flexión

#### **3.5.3. Tecnología, herramientas, equipos y maquinaria. (industrial)**

El proceso puede realizarse con tecnología de bajo costo o adaptada al contexto local.

equipos y herramientas básicas:

- Zaranda y alas para selección del suelo
- Mezcladora manual o mecánica (batidoras o trompos)
- Moldes modulares
- Básculas para la dosificación
- Áreas de secado cubiertas con mallas o plásticos

#### **3.5.4. Pruebas piloto, secuencia de uso, planes de manejo.**

Con el fin de garantizar el desempeño estructural, la sostenibilidad estructural, la aplicación del ADOBE-ECOBLOCK se deberá llevar a cabo pruebas piloto en condiciones controladas y en escenarios reales de uso, estas pruebas permitirán validar las propiedades físicas y mecánicas del producto, así como establecer una secuencia adecuada para su fabricación, manipulación e instalación.

## **Pruebas piloto**

Se deberá realizar en un módulo experimental construido con adobes fabricados bajo el mismo proceso productivo propuesto para la línea de producción los cuales se evaluaron los siguientes parámetros

Resistencia a la compresión: Ensayos aplicadas a aplastamiento

Resistencia a la flexión: Ensayos de carga axial para determinar el comportamiento ante esfuerzos verticales.

## **Secuencia de uso**

Para garantizar la correcta aplicación del producto e campo, se debe establecer una secuencia operativa que incluya:

- Acondicionamiento del terreno y nivelación de la base.
- Preparación del mortero compatible: con mezcla similar al material base del ECOBLOCK.
- Colocación del primer tendel verificando la nivelación y plomada.
- Asentamiento de los bloques con junta horizontal de 1 cm y vertical de 0.5 cm.
- Curado inicial de muros por un periodo de 48 horas, evitando exposición directa al sol o lluvia.
- Revestimiento y sellado con recubrimientos naturales o morteros de baja absorción para prolongar la vida útil.

Esta secuencia asegura la estabilidad estructural, reduce fisuras por retracción y mejora el desempeño térmico del muro.

## **Planes de manejo**

El plan de manejo contempla las acciones preventivas, correctivas y de mantenimiento asociadas al ciclo de vida del producto:

- Manejo en obra: los bloques deben almacenarse sobre planas y secas, cubiertos con lonas impermeables para evitar absorción de humedad.

- Reutilización y reciclaje: los residuos o fragmentos generados durante la construcción pueden incorporarse al proceso productivo, previa a trituración y control granulométrico.
- Mantenimiento: se recomienda inspeccionar anualmente las superficies expuestas para detectar erosión o degradación, aplicando resellado si es necesario.
- Seguridad y salud ocupacional: Todo el proceso se ajusta a los lineamientos de la norma ISO 45000:2018, garantizando la protección de los operarios durante la manipulación y producción.

### **3.5.5. Sistema de presentación, empaque y embalaje.**

El adobe-ECOBLOCK se presenta en unidades modulares en divisiones 30cm x 15cm x 10cm, con un peso promedio entre 3.5 y 4.2 kg, dependiendo del porcentaje de fibra incorporada.

El sistema de presentación se diseña para facilitar su manipulación y transporte:

- Los bloques se agrupan en pilas de 40 a 60 unidades, dispuestas sobre estibas de madera
- Se utiliza plástico reciclado termo encogible o ciertas de amarre biodegradables para mantener la estabilidad del conjunto.
- El embalaje incluye una etiqueta con los datos de lote de producción, fecha de elaboración, tipo de mezcla (porcentaje de fibra) y recomendaciones del almacenamiento

El sistema busca minimizar el impacto ambiental del empaque y garantizar la integridad del producto durante su traslado y almacenamiento.

### **3.6. Costos.**

El análisis de costo del ADOBE ECOBLOCK permite determinar la viabilidad económica del producto garantizando que su fabricación, comercialización y mantenimiento sean sostenibles en el tiempo, se consideraron los costos directos e indirectos asociados al proceso productivo, así como la incidencia de los insumos reciclados y el impacto ambiental reducido frente a materiales convencionales.

El análisis de costos considera los componentes principales del proceso productivo, incluyendo materia prima, mano de obra, energía, transporte y depreciación de herramientas, el objetivo es determinar su viabilidad económica frente al bloque tradicional y establecer su valor comercial.

Ilustración 76. Cuadro de precio del producto

No	PRODUCTO	PRECIO DE VENTA DEL PRODUCTO	PORCENTAJE DE COMISIÓN POR VENTA (DISTRIBUCIÓN) DEL PRODUCTO.	GASTO DE DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO
1	BLOQUE ADOBE	3.200	10%	\$ 320
Se tiene 1 producto. Los gastos de distribución es del 10%. La comisión por venta es de BLOQUE ADOBE \$320 BLOQUE ADOBE. En promedio genera gastos de ventas del 10%				

Fuente. Elaboración propia. (2025).

Ilustración 77. Cuadro de presupuesto para la publicidad

TIPO DE CAMPAÑA	COSTO POR CAMPAÑA	PERIODICIDAD	PRESUPUESTO ANUAL
TELEVISIÓN			0
RADIO			0
PRENSA ESCRITA			0
REVISTAS ESPECIALIZADAS O SELECTIVAS			0
DIRECTORIO TELEFÓNICO			0
INTERNET (PÁGINA WEB)	250.000	ANUAL	250.000
INTERNET (BANNERS, POP-UPS Y POP UNDERS)	0	ANUAL	0

<b>PUBLICIDAD EXTERIOR, AFICHES, AVISOS</b>				<b>0</b>
<b>PUBLICIDAD DIRECTA (TARJETAS, VOLANTES PORTAFOLIOS)</b>	<b>400.000</b>		<b>ANUAL</b>	<b>400.000</b>
<b>MUESTRAS GRATIS</b>	<b>0</b>		<b>ANUAL</b>	<b>0</b>
<b>PARTICIPACIÓN EN FERIAS Y EVENTOS PROMOCIONALES</b>	<b>5.000.00</b>	<b>0</b>	<b>ANUAL</b>	<b>5.000.00</b>
<b>GASTO TOTAL PRESUPUESTO DE PUBLICIDAD ANUAL.</b>				<b>5.650.00</b>
<b>GASTO TOTAL PRESUPUESTO DE PUBLICIDAD ANUAL.</b>				<b>0</b>

El presupuesto de publicidad del proyecto es de \$5,650,000 anuales. Se establece una campaña en PARTICIPACIÓN EN FERIAS Y EVENTOS PROMOCIONALES por valor de \$ 5,000,000 que corresponde al 88.5% del total del presupuesto, el segundo rubro en importancia, por el valor que se asigna del total, es PUBLICIDAD DIRECTA (TARJETAS, VOLANTES PORTAFOLIOS) el cual representa un 7.08% (\$ 400,000/año)

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

### 3.6.1. Precios unitarios. (4907)

El precio unitario se calcula con base en los costos de materias primas, mano de obra, energía, mantenimiento y depreciación de equipos.

En promedio, el costo de producción de un bloque ADOBE-ECOBLOCK estándar (medidas 30 x 10 x 15 cm) se estima en 1.200 COP por unidad

Este valor incluye:

- Tierra arcillosa cribada y estabilizada.
- Fibras de polietileno recicladas.
- Arena.
- Agua potable.
- Mano de obra.
- Energía eléctrica y mantenimiento de maquinaria menor.

El uso de materiales reciclados y procesos de secado natural disminuye los costos energéticos en un 30% respecto a los ladrillos convencionales cocidos, manteniendo una calidad certificable y un impacto ambiental reducido.

### 3.6.2. Costos globales de producción

El costo global de producción considera la totalidad del ciclo productivo, desde la extracción de materiales hasta el almacenamiento.

Con base en la escala piloto de producción, el costo total estimado para 1.000 unidades asciende a 3.200.000 COP, distribuidos de la siguiente manera:

*Ilustración 78. Porcentajes y costos*

	<b>Porcentaje</b>	<b>Costo aproximado</b>
<b>Materias primas</b>	35%	\$ 1.120.000
<b>Mano de obra directa</b>	25%	\$ 800.000
<b>Energía y mantenimiento</b>	10%	\$ 320.000
<b>Transporte y mantenimiento</b>	15%	\$ 480.000
<b>Costos administrativos y generales</b>	15%	\$ 480.000
		\$ 3.200.000

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

El sistema productivo del ECOBLOCK optimiza el consumo de recursos, lo que permite mantener una relación costo-beneficio favorable, especialmente en proyectos de vivienda rural o social.

### 3.6.3. Valor comercial del producto.

Ilustración 79. Precio del bloque de adobe

PRODUCTO	PRECIO DE VENTA DE LA COMPETENCIA	QUÉ PESO POSEE EN LA TOMA DE TU DECISIÓN	PRECIO SEGÚN SU COSTO $\frac{\text{COSTO}}{(1 - M/C)}$	QUÉ PESO POSEE EN LA TOMA DE SU DECISIÓN	PRECIO SEGÚN PERCEPCIÓN DEL CLIENTE	QUÉ PESO POSEE EN LA TOMA DE TU DECISIÓN	PRECIO DE VENTA SUGERIDO	AJUSTE DEL PRECIO DE VENTA
BLOQUE ADOBE	\$ 3.500	25,00%	\$ 1.040	5,00%	\$ 3.000	70,00%	\$ 3.125	\$ 3.200
<p>En el cuadro anterior se aprecia cómo se establecen los precios de venta de los diferentes productos, es de resaltar que el producto BLOQUE ADOBE prevalece la variable COMPETENCIA, al cual se le asignó un 25%. El COSTO tiene alta repercusión en el producto BLOQUE ADOBE donde su peso en el precio de venta es del 5%. Por último se aprecia que la PERCEPCIÓN tiene un valor sobresaliente en el producto, BLOQUE ADOBE asignando un 70% de peso en su valor final.</p>								

Fuente. Elaboración propia. (2025).

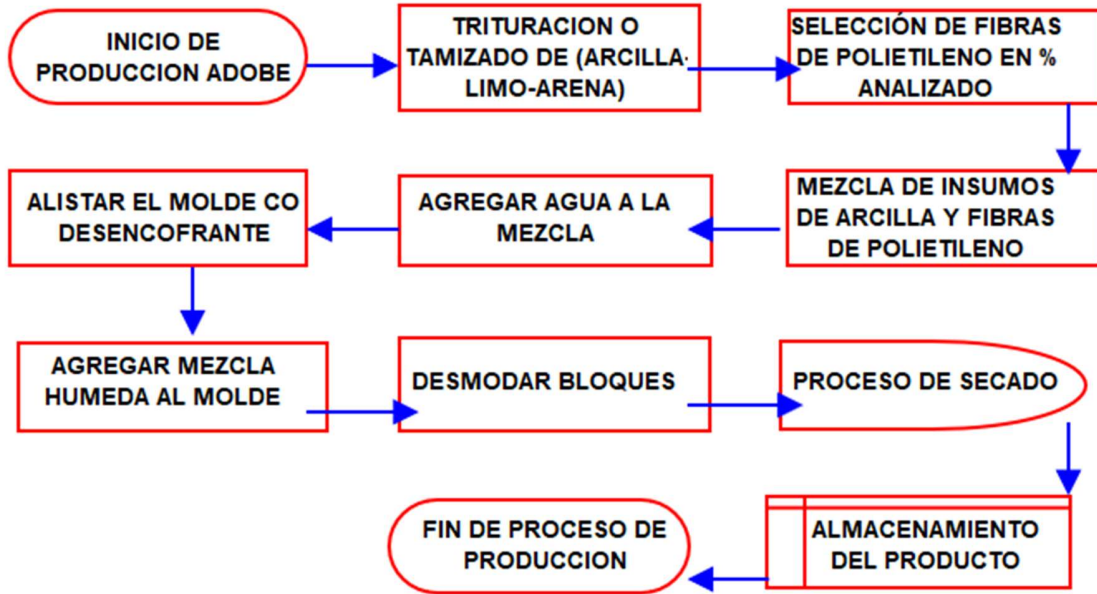
Ilustración 80. Pasos para elaboración del producto

No .	PASOS PARA LA ELABORACIÓN DE SU PRODUCTO	ACCIÓN REALIZADA	TIEMPO EN MINUTOS
1	INICIO DE PROCESO ADMINISTRATIVO	INICIO - FIN	0
2	ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS (INFORMES, FACTURAS, FICHAS TÉCNICAS)	DOCUMENTO	25
3	REVISION Y APROBACION DE DOCUMENTOS Y INSUMOS	CONTROL O DECISIÓN	15
4	ARCHIVO Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN	ALMACENAMIENTO	10
5	SEGUIMIENTO DE TAREAS ADMINISTRATIVAS	PROCESO	20
6	COTIZACIONES DE INSUMOS (ARCILLAS-POLIETILENO)	PROCESO	30
7	SELECCIÓN DE MEJOR OFERTA DE INSUMOS	CONTROL O DECISIÓN	15
8	COMPRA DE INSUMOS PARA PRODUCCIÓN	PROCESO	15
9	GENERACIÓN DE REPORTES DE GESTIÓN	DOCUMENTO	25
10	FIN DE PROCESO ADMINISTRATIVO	INICIO - FIN	0
11			
12			
13			
14			
15			
			155

Fuente. Elaboración propia. (2025).

Ilustración 81. Diagrama de flujo del producto

## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO



Fuente. Elaboración propia. (2025).

Ilustración 82. Ficha técnica del producto

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO:	Bloque adobe	
TIEMPO DE LA PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO		/MINUTOS
<b>CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO FÍSICAS, QUÍMICAS Y DE PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO</b>		
<p>EcoBLOCK-Adobe es un material de construcción innovador que combina las ventajas tradicionales del adobe con las propiedades mecánicas mejoradas que proporcionan las microfibras de polietileno. Este producto está diseñado para ofrecer una alternativa sostenible, económica y de alto desempeño en la construcción de viviendas y estructuras en zonas rurales y urbanas, especialmente en regiones con climas extremos o limitaciones económicas.</p>		

EQUIPO HUMANO REQUERIDO	COMPETENCIAS REQUERIDAS POR EL EQUIPO HUMANO	
Operario de mezclado	Conocimiento básico en manipulación de materiales de construcción. Trabajo en equipo y responsabilidad ambiental. Cumplimiento de normas de seguridad industrial e higiene.	
Operario 1		
Operario 2		
TIEMPO TOTAL HORAS HOMBRE POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN	45	/MINUTOS
SITIO DE PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO	Lote de la fábrica	
MAQUINARIA Y EQUIPO A UTILIZAR PARA LA PRODUCCIÓN	Cantidad /tiempo	
Pala	2	
Zaranda	1	
Moldes de acero o madera	1	
Palas y herramientas manuales	1	
Carretilla para transporte interno	3	
TIEMPO TOTAL MÁQUINA EMPLEADO	10	MINUTOS
MATERIAS PRIMAS E INSUMOS	MATERIAS PRIMAS E INSUMOS	
Arena		
Limo		
Arcilla		
Fibras de polietileno		
Agua		
<b>INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA</b>		
<p>El producto cumple con parámetros de resistencia a compresión y absorción de agua establecidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 4205 (bloques de tierra comprimida). La producción incorpora prácticas sostenibles mediante el uso de materiales reciclados (fibras de polietileno) y procesos de bajo consumo energético.</p>		

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

Ilustración 83. Diagrama de flujo del producto

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO**



Fuente. Elaboración propia. (2025).

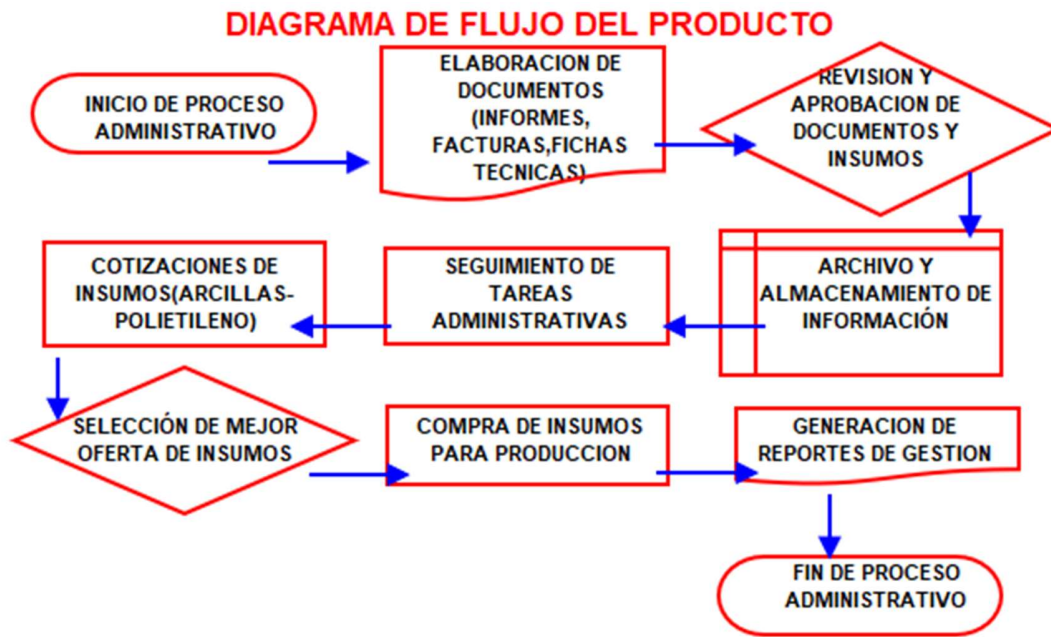
Ilustración 84. Ficha técnica de la mercancía

	<b>FICHA TÉCNICA DE LA MERCANCÍA A VENDER:</b>	<b>Bloque adobe</b>
	<b>TIEMPO DE LA PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO</b>	<b>/MINUTOS</b>
	<b>CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO FÍSICAS, QUÍMICAS Y DE PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO</b>	
	EcoBLOCK-Adobe es un material de construcción innovador que combina las ventajas tradicionales del adobe con las propiedades mecánicas mejoradas que proporcionan las microfibras de polietileno. Este producto está diseñado para ofrecer una alternativa sostenible, económica y de alto desempeño en la construcción de viviendas y estructuras en zonas rurales y urbanas, especialmente en regiones con climas extremos o limitaciones económicas.	
	<b>EQUIPO HUMANO REQUERIDO</b>	<b>COMPETENCIAS REQUERIDAS POR EL EQUIPO HUMANO</b>
	Asesor comercial	Capacidad de negociación, comunicación efectiva y conocimiento técnico del producto, Atención al cliente, registro de
	auxiliar de ventas	
	conductor-transporte	

	<b>gestor de marketing</b>	<b>pedidos, manejo de inventarios.</b>	
	<b>TIEMPO TOTAL HORAS HOMBRE POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN</b>	<b>90</b>	<b>/MINUTOS</b>
	<b>SITIO DE COMERCIALIZACIÓN</b>	<b>Planta de producción y distribuidores locales. Ferias de construcción sostenible y pedidos por internet.</b>	
	<b>MAQUINARIA Y EQUIPO A UTILIZAR PARA LA VENTA</b>	<b>Cantidad /tiempo</b>	
	Computador portátil para gestión de ventas		<b>2</b>
	Teléfono celular para atención al cliente		<b>2</b>
	Vehículo liviano de transporte (camión o furgoneta)		<b>1</b>
	Software de inventario y facturación		<b>2</b>
	<b>TIEMPO TOTAL MÁQUINA EMPLEADO</b>	<b>90</b>	<b>MINUTOS</b>
	<b>MERCANCÍAS Y EMPAQUES</b>	<b>MERCANCÍAS Y EMPAQUES</b>	
	Bloques apilados en estibas de madera de 50 unidades.		
	Envoltura con película plástica reciclable.		
	Etiqueta ecológica con logotipo y datos del fabricante.		
	<b>INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA</b>		

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

Ilustración 85. Diagrama de flujo del producto



Fuente. Elaboración propia. (2025).

Ilustración 86. Ficha técnica del producto

FICHA TÉCNICA DEL SERVICIO:	Bloque adobe	
TIEMPO DE LA PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO		/MINUTOS
<b>CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO FÍSICAS, QUÍMICAS Y DE PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO</b>		
<p>EcoBLOCK-Adobe es un material de construcción innovador que combina las ventajas tradicionales del adobe con las propiedades mecánicas mejoradas que proporcionan las microfibras de polietileno. Este producto está diseñado para ofrecer una alternativa sostenible, económica y de alto desempeño en la construcción de viviendas y estructuras en zonas rurales y urbanas, especialmente en regiones con climas extremos o limitaciones económicas.</p>		
<b>EQUIPO HUMANO REQUERIDO</b>	<b>COMPETENCIAS REQUERIDAS POR EL EQUIPO HUMANO</b>	
Gerente de proyecto	<p>Toma de decisiones, liderazgo, planificación estratégica y gestión de recursos. Redacción de informes, manejo de agenda y apoyo logístico. Reclutamiento, bienestar</p>	
Secretario/a o asistente		
Contador		
Recursos humanos		

	laboral y gestión de nómina.	
<b>TIEMPO TOTAL HORAS HOMBRE POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN</b>	<b>180</b>	<b>/MINUTOS</b>
<b>SITIO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO</b>	Oficina administrativa central – Planta de producción EcoBLOCK	
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO A UTILIZAR PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO</b>		<b>Cantidad /tiempo</b>
Computadores de escritorio o portátiles		3
Impresora multifuncional		1
Software de gestión (ERP o Excel)		1
Software de inventario y facturación		2
Archivadores y mobiliario de oficina		
<b>TIEMPO TOTAL MÁQUINA EMPLEADO</b>	<b>30</b>	<b>MINUTOS</b>
<b>INSUMOS A EMPLEAR</b>	<b>INSUMOS A EMPLEAR</b>	
Papelería y útiles de oficina	Material de comunicación	
Material de archivo	Equipos de oficina	
Suministros informáticos	Energía eléctrica e internet	
Elementos de aseo y cafetería		
<b>INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA</b>		
El proceso administrativo del Bloque Adobe EcoBLOCK se rige por principios de eficiencia, sostenibilidad y transparencia.		
Integra normas de gestión de calidad ISO 9001:2015, gestión ambiental ISO 14001:2015 y seguridad y salud en el trabajo ISO 45001:2018.		
Permite optimizar los recursos, mejorar la trazabilidad del producto y garantizar la satisfacción del cliente final.		

*Fuente. Elaboración propia. (2025).*

*Ilustración 87. Cuadro de presupuesto de ventas*

<b>PRESUPUESTO DE VENTAS</b>							
<b>Aspectos generales de mercado</b>							
<b>Sector</b>							

<b>económico</b>							
<b>Producción</b>							
<b>Aspectos generales de mercado - Segmentación de mercado -</b>							
<b>Segmentación del Mercado - Consumo</b>							
<b>Segmentación Geográfica del Mercado</b>	<b>Cubrimiento</b>	<b>Tipo</b>	<b>Número de habitantes</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clima</b>		
	<b>Nacional</b>	<b>Todas</b>	<b>mas del millón de habitantes</b>	<b>Rural</b>	<b>Indiferente</b>		
<b>Tamaño de la población # compradores potenciales</b>			<b>620.000</b>	<a href="https://sabanacentrocomovamos.org/wp-content/uploads/2025/02/6ta-Encuesta-Resultados-EPC-2024_version-extendida.pdf">https://sabanacentrocomovamos.org/wp-content/uploads/2025/02/6ta-Encuesta-Resultados-EPC-2024_version-extendida.pdf</a>			
				Fuente de la información ▲			
<b>Variables de segmentación</b>							
<b>Base de segmentación</b>	<b>La variable incide en el tamaño de mercado</b>	<b>Tamaño del mercado</b>	<b>Categoría</b>	<b>Porcentaje de la población</b>			

<b>Género</b>	<b>NO</b>		<b>No inside</b>	<b>70%</b>		<b>DANE</b>
<b>estrato</b>	<b>SI</b>	<b>217.000</b>	<b>4, 5 y 6</b>	<b>35%</b>		<a href="http://www.dnp.gov.co">www.dnp.gov.co</a>
<b>Edad</b>	<b>NO</b>		<b>preadolescentes</b>	<b>65%</b>		<a href="https://www.trayectoriamegacolombia.com/content/download/209411/file/perfil_empresarial_sabanacentro_2021.pdf">https://www.trayectoriamegacolombia.com/content/download/209411/file/perfil_empresarial_sabanacentro_2021.pdf</a>
<b>Educación</b>	<b>SI</b>	<b>97.650</b>	<b>Superior</b>	<b>45%</b>		<a href="https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat5510023/materiales-de-construccion/">https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat5510023/materiales-de-construccion/</a>
<b>Ocupación</b>	<b>NO</b>		<b>Profesional</b>	<b>90%</b>		<a href="https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat5510023/materiales-de-construccion/">https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat5510023/materiales-de-construccion/</a>
<b>Religión</b>	<b>NO</b>		<b>Otra</b>	<b>100%</b>		<a href="https://www.camacolbyc.co/comunicaciones/noticia/m%C3%A1s-de-58-mil-viviendas-se-vender%C3%A1n-en-la-regi%C3%B3n-en-2024.html">https://www.camacolbyc.co/comunicaciones/noticia/m%C3%A1s-de-58-mil-viviendas-se-vender%C3%A1n-en-la-regi%C3%B3n-en-2024.html</a>
<b>Raza</b>	<b>NO</b>		<b>mestizo</b>	<b>100%</b>		<a href="https://www.trayectoriamegacolombia.com/content/download/209411/file/perfil_empresarial_sabanacentro_2021.pdf">https://www.trayectoriamegacolombia.com/content/download/209411/file/perfil_empresarial_sabanacentro_2021.pdf</a>
<b>Tamaño de Familia</b>	<b>SI</b>	<b>78.120</b>	<b>Más de dos hijos</b>	<b>80%</b>		<a href="https://www.trayectoriamegacolombia.com/content/download/209411/file/perfil_empresarial_sabanacentro_2021.pdf">https://www.trayectoriamegacolombia.com/content/download/209411/file/perfil_empresarial_sabanacentro_2021.pdf</a>
<b>Ciclo de vida familiar</b>	<b>SI</b>	<b>62.496</b>	<b>Pareja joven</b>	<b>80%</b>		<a href="https://www.trayectoriamegacolombia.com/content/download/209411/file/perfil_empresarial_sabanacentro_2021.pdf">https://www.trayectoriamegacolombia.com/content/download/209411/file/perfil_empresarial_sabanacentro_2021.pdf</a>

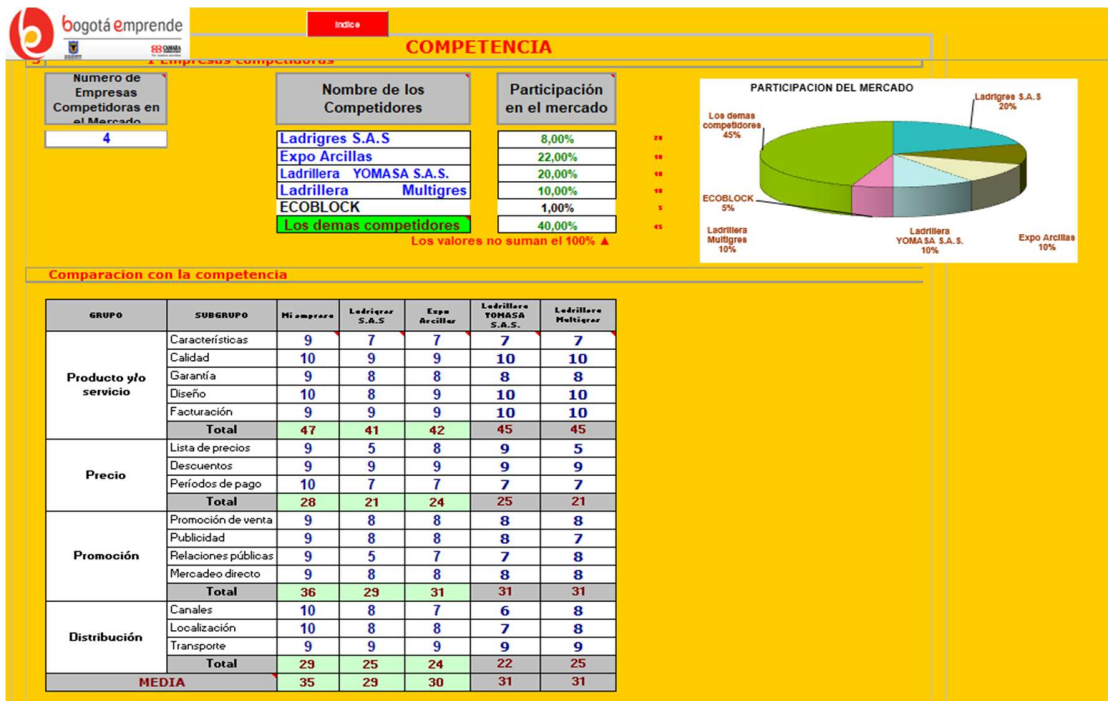
Fuente. Elaboración propia. (2025).

Ilustración 88. Presupuesto de ventas



Fuente. Elaboración propia. (2025).

Ilustración 89. Competencia



Fuente. Elaboración propia. (2025).

PRESUPUESTO DE VENTAS					
4 Competitividad - Mi empresa Vs Empresas competidoras					
Marketing mix	MI EMPRESA VS		Competitividad	% DEL MERCADO QUE PUEDES ASPIRAR A ARREBATARLE	VENTAS ESPERADAS
Producto y/o servicio	Ladrigrés S.A.S	6	SI	10%	\$ 2
	Expo Arcillas	5	SI	3%	\$ 0
	Ladrillera YOMASA	6	SI	1%	\$ 0
	Ladrillera Multigrés	2	SI	5%	\$ 1
	ECOBLOCK				
Precio	Ladrigrés S.A.S	6	SI	50%	\$ 10
	Expo Arcillas	4	SI	2%	\$ 0
	Ladrillera YOMASA	6	SI	40%	\$ 4
	Ladrillera Multigrés	7	SI	3%	\$ 0
	ECOBLOCK				
Promoción	Ladrigrés S.A.S	7	SI	10%	\$ 2
	Expo Arcillas	5	SI	10%	\$ 1
	Ladrillera YOMASA	5	SI	20%	\$ 2
	Ladrillera Multigrés	5	SI	10%	\$ 1
	ECOBLOCK				
Distribución	Ladrigrés S.A.S	4	SI	25%	\$ 5
	Expo Arcillas	5	SI	0%	\$ 0
	Ladrillera YOMASA	7	SI	30%	\$ 3
	Ladrillera Multigrés	4	SI	2%	\$ 0
	ECOBLOCK				

Fuente. Elaboración propia. (2025).

Ilustración 91. Presupuesto de ventas

### PRESUPUESTO DE VENTAS

**6 Proyección de ventas - Mi empresa - Año 1 -**

Producto	Precio de venta	Unidades a vender Año 1	Ventas en pesos
1 <b>ECOBLOCK</b>	<b>\$ 3.200</b>	<b>90.000</b>	<b>\$ 288.000.000</b>
2		0	\$ 0
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 288.000.000</b>

Precio calculado en la herramienta precios de venta ▲

### PRESUPUESTO DE VENTAS

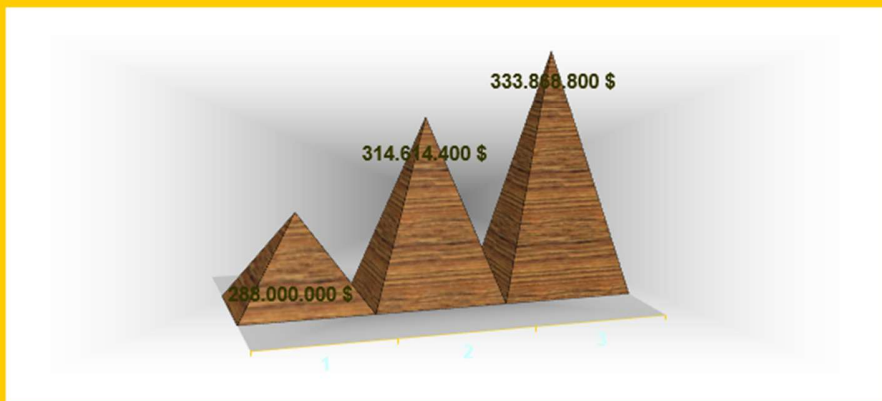
**6 Proyección de ventas - Mi empresa - Año 2 Y 3 -**

Variables a tener en cuenta para el crecimiento anual	Del Año 1 al Año 2	Del Año 2 al Año 3
<b>Crecimiento de la industria</b>	<b>5%</b>	<b>2%</b>
<b>Incremento en cubrimiento de mercado</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>
<b>Incremento en capacidad instalada</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>
Agregar variable		
Agregar variable		
<b>Total incremento anual</b>	<b>9%</b>	<b>6%</b>

Fuente de la información ▲

**7 Planeación de las Ventas - Año 1, 2 Y 3-**

Producto	Año 1		Año 2		Año 3	
	Unidades	Pesos	Unidades	Pesos	Unidades	Pesos
1	90.000	\$ 288.000.000	98.317	\$ 314.614.400	104.334	\$ 333.868.800
12	0	\$ 0	0	\$ 0	0	\$ 0
<b>total</b>		<b>\$ 288.000.000</b>		<b>\$ 314.614.400</b>		<b>\$ 333.868.800</b>



Fuente. Elaboración propia. (2025).

#### **4. CONCLUSIONES.**

La investigación desarrollada sobre la incorporación de fibras de polietileno recicladas, provenientes de los residuos plásticos de obras de construcción (como las polisombras), en la elaboración de bloques de adobe tipo ecoblock, permite comprobar la viabilidad técnica, ambiental y social de esta alternativa como una solución sustentable frente a la problemática de contaminación generada por los desechos plásticos en el sector de la construcción, esto evidencia el potencial de este material como alternativa sostenible frente a bloques tradicionales de arcilla.

Desde el punto de vista metodológico y experimental, los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, particularmente en las pruebas de resistencia a la compresión y flexión, evidenciaron un comportamiento progresivamente favorable en la resistencia a la flexión con el aumento del porcentaje de fibras, lo que demuestra la eficacia del refuerzo de las fibras plásticas en la ductilidad, tenacidad y cohesión del adobe.

Los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio mostraron que la adición de fibras plásticas influye directamente en el comportamiento mecánico del adobe, se observa una mejora significativa en la resistencia, aunque los valores de resistencia a la compresión no superan los de los ladrillos convencionales, se observó una mejora sostenida del 23.7 kn (sin refuerzo) a 44.2 kn (con 15% de fibras), lo que confirma que el material conserva propiedades mecánicas aceptables para aplicaciones no estructurales, este comportamiento confirma la hipótesis planteada; la adición de fibras recicladas optimiza el desempeño del adobe en términos de flexibilidad y control de fisuras, sin comprometer significativamente su integridad estructural.

En términos ambientales, la investigación aporta una alternativa práctica para el aprovechamiento del residuo plástico, transformando un desecho de alta persistencia en un insumo productivo dentro del ciclo constructivo, esto contribuye a la reducción de la huella ecológica de las obras civiles, promoviendo prácticas de economía circular y sostenibilidad local, la reutilización de polisombras y otros plásticos de baja densidad no solo disminuye el impacto en vertederos, sino que también reduce la demanda de materiales naturales o industriales.

En el ámbito socio cultural y técnico el proyecto reivindica el uso de técnicas tradicionales como el adobe, aplicando innovación tecnológica mediante la reutilización e incorporación de fibras recicladas, esta combinación entre saberes ancestrales y materiales contemporáneos fomenta la apropiación tecnológica en comunidades reales, reduce los costos de construcción y promueve la producción local de materiales con menor dependencia industrial.

Desde un enfoque metodológico, el estudio alcanzó los objetivos propuestos en la fase experimental y sienta bases sólidas para el desarrollo de una línea de investigación aplicada en materiales sustentables, la hipótesis de que la incorporación de fibras plásticas recicladas aumenta la durabilidad, cohesión y ductilidad del adobe, sin alterar sus propiedades térmicas y confort ambiental, se logró confirmar parcialmente.

No obstante, se identifican áreas de mejora que abren nuevas oportunidades de desarrollo científico y tecnológico, en particular se propone que la investigación continúe en tres direcciones complementarias:

Incorporación de otros biomateriales como refuerzo alternativo: ampliar la línea experimental mediante los usos de fibras con otros materiales mucho mejor si son locales, como el fique, cáñamo, bagazo, paja de arroz, cascarilla de café o fibras de plátano, estos materiales, además de ser biodegradables y abundantes en el contexto colombiano, poseen buenas propiedades de tracción y podrían mejorar la adherencia con la matriz arcillosa, reduciendo aún más la huella de carbón dentro del proceso.

En conclusión, el ecoblock con fibras de polietileno se posiciona como un material de bajo impacto ambiental y buen desempeño mecánico, especialmente adecuado para muros no estructurales, cerramientos y edificaciones sostenibles. Su desarrollo representa un avance en la gestión ambiental del sector constructor y un aporte significativo a las políticas de construcción sostenible y economía circular en Colombia.

Finalmente se recomienda para futuras fases de investigación:

- Realizar ensayos a escala piloto en obra para evaluar su comportamiento en condiciones ambientales reales.

- Avanzar en la certificación técnica y normativa bajo los estándares de la NTC de materiales no estructurales.
- Ampliar el estudio de otros tipos de residuos y proporciones de mezcla, con el fin de determinar su efecto sobre la durabilidad, permeabilidad y comportamiento térmico del material.

Esta investigación demuestra que la integración de residuos plásticos reciclados en materiales de construcción tradicionales no solo es técnica y ambientalmente viables, sino que representa un paso firme hacia la transición de la construcción convencional a una construcción sostenible e inclusiva, el ecoblock se consolida así como un ejemplo de innovación social y ambiental, donde la ciencia de los materiales se unen al conocimiento ancestral del adobe para generar soluciones que responden a las necesidades del presente sin comprometer los recursos del futuro.

## **5. GLOSARIO Y TÉRMINOS Y VOCABULARIO EN INGLÉS A ESPAÑOL**

### **5.2. Vocabulario**

Palabras clave: Tecnologías apropiadas, Huella de carbono, Economía circular, Tierra arcillosa, Resistencia a la compresión, Construcción rural, Estabilidad dimensional, Innovación ecológica, Impacto ambiental, Resistencia a la flexión, PEAD (Polietileno de alta densidad), Mezclado homogéneo, Mejoramiento habitacional, Pruebas de laboratorio, Reutilización de materiales, Retención de humedad, Aglutinantes naturales, Curado natural, Aditivos plásticos, Reciclaje de plásticos, Extrusión de polímeros, Porosidad, Control de calidad, Residuos sólidos reciclables, Construcción rural, Autoconstrucción, Vivienda social, Proceso de estabilización, Secado al sol, Construcción sostenible, Desarrollo sostenible, Fibras sintéticas, Conductividad térmica, Absorción de agua, Reducción de residuos, Arquitectura vernácula.

Keywords: Appropriate technologies, Carbon footprint, Circular economy, Clayey soil, Compressive strength, Construction rural, Dimensional stability, Ecological innovation, Environmental impact, Flexural strength, HDPE (High-density polyethylene), Homogeneous

mixing, Housing improvement, Laboratory tests, Material reuse, Moisture retention, Natural binders, Natural curing, Plastic additives, Plastic recycling, Polymer extrusion, Porosity, Quality control, Recyclable solid waste, Rural construction, Self-construction, Social housing, Stabilization process, Sun drying, Sustainable construction, Sustainable development, Synthetic fibers, Thermal conductivity, Water absorption, Waste reduction, Vernacular architecture.

### **5.3. De la investigación del adobe con polietileno de alta densidad**

El adobe reforzado con polietileno de alta densidad representa una propuesta innovadora, resultado de la incorporación de un material que actualmente genera altos niveles de contaminación en el mundo. Su estudio surge de la necesidad de mejorar las propiedades del adobe tradicional e incentivar nuevamente su uso como alternativa constructiva sostenible.

El adobe convencional presenta limitaciones asociadas a su comportamiento mecánico y a la degradación que sufre por la acción de los agentes naturales y el paso del tiempo, lo que ocasiona fisuras, desgaste y pérdida de resistencia. Mejorar este material es fundamental, ya que forma parte del patrimonio constructivo ancestral de nuestro país, constituye una solución viable para la autoconstrucción, posee costos significativamente menores frente a los sistemas convencionales y permite el aprovechamiento directo de la materia prima del terreno, lo que reduce gastos y contribuye a disminuir la huella de carbono generada por la industria de la construcción.

Con esta investigación se busca que las comunidades de la Sabana Centro, especialmente aquellas con predios disponibles para edificar, puedan utilizar este material en la construcción de sus viviendas. Su implementación no solo impulsaría el aprovechamiento responsable de los recursos locales, sino que también promovería, a mediano y largo plazo, los beneficios de la construcción sostenible.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

### 7.1. Bibliografía básica

- Gaggino, R. (2008). Bloques y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. *Revista INVI*, 23(63), 137-163. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/258/25806306.pdf>
- Rodrigues Soler, R. J. L., & Lobato Ferreira, R. T. (2023). Adobe soil-cement bricks with expanded polystyrene residue addition reinforced with polyethylene fibers. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/377766472>
- Gómez, J., & Fernández, M. (2024). Elaboración de bloques ecológicos a partir de residuos plásticos reciclados [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28807>
- Wang, H., Yuan, K., Zhang, S., & Guo, J. (2023). Experimental study on the seismic behavior of a modified adobe-brick-masonry composite wall with a wooden-construction center column. *Sustainability*, 15(10), 8360. doi:10.3390/su15108360
- Bertelsen, I. M. G., Lima, A. T. M., & Ottosen, L. M. (2023). Possible applications for waste fishing nets in construction material. En S. M. F. Grimstad, L. M. Ottosen & N. A. James (Eds.), *Marine plastics: Innovative solutions to tackling waste* (pp. 211-241). Springer. doi:10.1007/978-3-031-31058-4\_12
- Lazo Acosta, P. A. (2024). Efectos de la fibra de plástico reciclado en las propiedades mecánicas del adobe [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Recuperado de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/12640>
- Guevara Robalino, J. J. (2022). Estudio sobre la incorporación de materiales plásticos reciclados en la fabricación de bloques de adobe [Tesis doctoral, Universidad de Burgos]. Recuperado de <https://riubu.ubu.es/handle/10259/7816>
- Soler, R. J. L., & Ferreira, R. T. L. (2023). Adobe soil-cement bricks with expanded polystyrene residue addition reinforced with polyethylene fibers. *International Journal of Materials Engineering*, 14(1), 1-10. doi:10.5923/j.ijme.20241401.01

- Mamani Vilca, B. (2021). Proyecto de investigación de bloques de concreto con plástico PET reciclado en la provincia de Ilo y departamento Moquegua [Presentación]. Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Luis E. Valcárcel”. Recuperado de <https://es.slideshare.net/slideshow/>
- Guerrero, A. (2012). Caracterización físico-mecánica de adobes estabilizados con cal y fibras naturales. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2002). NSR-10: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Bogotá: ICONTEC.
- Millogo, Y., Morel, J. C., Aubert, J. E., & Ghavami, K. (2008). Experimental analysis of Pressed Adobe Blocks reinforced with natural fibers. *Construction and Building Materials*, 22(3), 295–302.
- Minke, G. (2006). Manual de construcción en tierra. ITDG Publishing / SENA – Centro de Formación en Actividades de Construcción.
- Pacheco-Torgal, F., & Jalali, S. (2014). Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction. *Construction and Building Materials*, 29, 512–519.
- Universidad del Valle – Grupo de Investigación en Construcción con Tierra (GICT). (2016). Informe técnico sobre el comportamiento mecánico del adobe estabilizado en el suroccidente colombiano. Cali: Universidad del Valle.
- Walker, P. (2004). Strength, durability and shrinkage characteristics of cement stabilised soil blocks. *Cement and Concrete Composites*, 26(3), 301–310.

## 7.2. Referencias

- Dulce romero, L., & Valencia, D. (2014). *A la sombra del olvido: crónicas sobre oficios que se niegan a desaparecer*. repository.javeriana.edu.co/handle/10554/19928. <http://hdl.handle.net/10554/19928>

- Escobar beltran, C. (2020, Octubre). *Industrialización De Procesos Constructivos y desarrollo social*. Industrialización De Procesos Constructivos y desarrollo social. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstreams/d3c11630-d30a-4f6a-a6fe-f87ea9864aee/download>
- Hernandez, G. (2023). *Dinámicas sectoriales de la huella de carbono en Colombia\**. Dinámicas sectoriales de la huella de carbono en Colombia\*. [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Nota\\_de\\_Politica\\_Publica\\_4\\_Dinamicas\\_sectoriales\\_de\\_la\\_huella\\_de\\_carbono\\_en\\_Colombia.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Nota_de_Politica_Publica_4_Dinamicas_sectoriales_de_la_huella_de_carbono_en_Colombia.pdf)
- Iriarte, M. (2024, 10 27). *La tercera resurrección del bloque: "Cada día que pasa se agrava la crisis, hay que liberar suelo ya*. La tercera resurrección del bloque: "Cada día que pasa se agrava la crisis, hay que liberar suelo ya. <https://www.proquest.com/docview/3120932748/5EBC6E8C39FF46ACPQ/14?accountid=50438&sourcetype=Magazines>
- *Minambiente reglamenta manejo y disposición de residuos de construcción y escombros*. (2017, March 3). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Retrieved February 2, 2025, from <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2681-minambiente-reglamenta-manejo-y-disposicion-de-residuos-de-construccion-y-escombros>
- Rodriguez vidal, J. (2019, 10 03). *Implementación de materiales y técnicas alternativas para la construcción de vivienda de interés social en Colombia*. Implementación de materiales y técnicas alternativas para la construcción de vivienda de interés social en Colombia. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/14601>

### 7.3. Metodología

- ASTM International. (2022). *ASTM C67-22: Standard test methods for sampling and testing brick and structural clay tile*. ASTM International.

- Medina, C., Sánchez de Rojas, M. I., & Frías, M. (2012). Reuse of sanitary ceramic wastes as coarse aggregate in eco-efficient concretes. *Cement and Concrete Composites*, 34(1), 48–54.
- Neville, A. M. (2012). *Properties of concrete* (5th ed.). Pearson Education.
- Pacheco-Torgal, F., & Jalali, S. (2011). Compressive strength and durability properties of ceramic bricks incorporating polyethylene and polypropylene fibers. *Construction and Building Materials*, 25(8), 3457–3464. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.03.018>
- Zapata, J., & Alvarado, R. (2015). Desarrollo de bloques ecológicos con materiales reciclados. *Revista de la Construcción*, 14(1), 24–32.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (s.f.). *Norma Técnica E.070 – Albañilería*. Lima, Perú: MVCS.

PREPARÓ. Francisco J. Lagos B.

REVISÓ. Pedro R. Medina M.  
Carlos A Corrales M.  
Juan Guillermo Lozano.  
Henry Noreña.