* Tabla de contenido
* Lista de tablas
* Lista de figuras

**Capítulo I: Introducción**

* 1. Idea central del negocio
  2. Necesidad o problema que atiende
  3. Público objetivo
  4. Propuesta de valor

**Capítulo II: Marco contextual**

* 1. Contexto del mercado: Introducción breve a la industria y la oportunidad detectada.
  2. Comportamiento del consumidor
  3. Análisis PESTE

**Capítulo III: Descripción del negocio**

* 1. Producto o servicio ofrecido
  2. Segmento de clientes
  3. Principales características y funcionalidades
  4. Diferenciadores frente a competidores existentes

**Capítulo IV: Innovación y sostenibilidad**

* 1. Innovación: Enfoque en tecnología, diseño o procesos que agregan valor.

*Enfocarse en tecnología, procesos o diseño (ejemplo: "Uso de IA para personalizar recetas en una app de cocina").*

* 1. Sostenibilidad: Detallar estrategias ecológicas aplicadas al producto y su impacto en la percepción del consumidor.
* *Explicar estrategias ecológicas (ejemplo: "Reducción de emisiones de CO₂ en la cadena de suministro" o "Embalaje 100% reciclable").*
* *Relacionar con la percepción del consumidor (ejemplo: "Los millennials prefieren marcas comprometidas con el ambiente").*

**Capítulo IX: Conclusiones**

**Capítulo X: Recomendaciones**

Considerar:

* Texto justificado, interlineado 1.5
* Numeración de páginas: Borde superior derecho
* Fuente:
* Títulos y subtítulos: Arial o Times New Roman 14
* Resto del texto: Arial o Times New Roman 12
* Cuidado con la redacción, puntuación y ortografía
* Envío en WORD (a través del aula virtual)
* Amarillo: EC2
* Turquesa: EC3



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**INGENIERÍA EMPRESARIAL Y DE SISTEMAS**

**Bloques de construcción a base de residuos de totora**

**INVESTIGACIÓN DE MERCADOS PARA IES**

**VI CICLO**

**DOCENTE:**

SALAS CANALES, HUGO JESUS

**INTEGRANTES:**

FLORES CHAUPIS, HAIJMAT JUSBER

ALIAGA POMA, JULIO CESAR

VARGAS FARÍAS, EDDIE ALBERTO

CURAY ALVARADO, MAYRON FRANK

PALOMINO LOZA, ALEJANDRA

AGUILAR ROJAS, LUIS CARLOS

**Capítulo I: Introducción**

**1.1. Idea central del negocio**

El presente negocio consiste en la fabricación y comercialización de bloques de construcción sostenibles, elaborados a partir de la combinación de residuos de totora *(Schoenoplectus californicus)* y residuos de construcción y demolición (RCD). Esta iniciativa se fundamenta en los principios de la economía circular, transformando materiales de desecho en productos de valor para el sector construcción, con propiedades térmicas mejoradas y menor impacto ambiental comparado con los materiales tradicionales.

La propuesta integra innovación tecnológica con sostenibilidad ambiental mediante el desarrollo de un proceso productivo que optimiza las propiedades naturales de la totora, específicamente su capacidad aislante y su estructura fibrosa con la resistencia y estabilidad de los RCD procesados. Esta integración se materializa a través de:

* Investigación y desarrollo de mezclas optimizadas que maximizan el rendimiento técnico del material.
* Procesos de transformación de baja energía que preservan las propiedades naturales de los componentes.
* Protocolos de calidad estandarizados que garantizan repetibilidad y confiabilidad del producto.

Esta sinergia entre innovación y sostenibilidad permite posicionarse como una alternativa viable al atender simultáneamente tres dimensiones críticas del mercado de construcción ecológica en crecimiento:

* Viabilidad técnica: Cumplimiento de normativas de construcción y adecuación a métodos constructivos convencionales.
* Rentabilidad económica: Estructura de costos competitiva debido al uso de materias primas de desecho.
* Sustentabilidad ambiental: Reducción significativa de la huella de carbono en comparación con materiales tradicionales

**1.2. Necesidad o problema que atiende**

El negocio aborda tres problemáticas críticas del contexto actual:

**Problema ambiental:**

* Gestión inadecuada de RCD: A nivel mundial, los residuos de construcción representan entre 25% y 30% de los residuos sólidos totales, con bajos índices de valorización (Soto, 2023).
* Sobrexplotación de recursos naturales: La extracción de áridos para construcción representa una crisis ambiental global de magnitud creciente. Según un informe del Observatorio Global de la Arena del Programa Ambiental de la ONU, el mundo consume anualmente entre 40.000 y 50.000 millones de toneladas de arenas y gravas, más del doble de la cantidad que los ríos pueden transportar naturalmente. Más del 50% de estos materiales se destina al sector de la construcción, generando una presión insostenible sobre ecosistemas fluviales, litorales y terrestres. Esta demanda ha triplicado el consumo global de áridos en las últimas dos décadas, rebasando la capacidad regeneradora de los procesos naturales que formaron estos depósitos sedimentarios durante miles de años (Lillo, 2021).
* Crecimiento descontrolado de totora: La proliferación excesiva de la totora en humedales es un problema ambiental significativo que conduce a la pérdida de biodiversidad y a la reducción de la capacidad hídrica de estos ecosistemas. En la cuenca del lago Uru-Uru (Bolivia), la práctica del "chaqueo" o quema controlada de la totora se realiza para renovar los pastizales para el ganado. Sin embargo, esta actividad libera contaminantes como fósforo y potasio, incrementa el CO₂ y afecta gravemente a la flora, la fauna y la atmósfera local. Además, los exámenes realizados en el lago han detectado una alta presencia de metales pesados como zinc, cadmio, plomo, hierro y arsénico en los sedimentos y en la propia totora, un indicador de la contaminación del agua por aguas residuales y efluentes mineros (CEPA Oruro, 2013).

Respecto a la capacidad hídrica, la situación del lago Titicaca es ilustrativa. El lago ha perdido en promedio 60 centímetros de nivel de agua, y en algunas zonas la superficie acuática se ha retirado de la orilla hasta dos kilómetros. Este descenso, atribuido a la escasez de lluvias y al aumento de la temperatura por el cambio climático, ha provocado que los totorales cercanos a las orillas se sequen (Torres, 2023).

Este fenómeno no solo reduce el espacio vital para la flora y la fauna, sino que también disminuye la capacidad de almacenamiento de agua del sistema. La totora en sí misma es afectada por esta situación, pero su crecimiento descontrolado en contextos de contaminación y su posterior quema agravan los problemas del ecosistema.

**Problema económico:**

* Altos costos de materiales convencionales: Limitando el acceso a vivienda digna, especialmente en poblaciones vulnerables.
* Ineficiencia energética en edificaciones: Generando altos gastos operativos en climatización.

**Problema social:**

* Déficit habitacional cualitativo y cuantitativo: El problema habitacional en América Latina y el Caribe no se reduce únicamente a la falta de viviendas (déficit cuantitativo), sino que también engloba las condiciones inadecuadas de las mismas (déficit cualitativo). Esto incluye:

* + El acceso a viviendas que no cumplen con estándares mínimos de calidad, lo que se relaciona directamente con la precariedad de los materiales de construcción.
  + La disponibilidad insegura o no exclusiva de una vivienda.
  + La necesidad de desarrollar condiciones que permitan un acceso seguro, oportuno y equitativo a una vivienda adecuada (ONU-HABITAT, 2015)

Esta situación es particularmente crítica en áreas rurales, donde la autoconstrucción, utilizando a menudo materiales locales sin procesar, es una práctica común para solventar el déficit.

**1.3. Público objetivo**

**Clientes principales:**

* Constructoras y desarrolladoras inmobiliarias con enfoque en sostenibilidad y certificaciones verdes (LEED, BREEAM).
* Entidades gubernamentales responsables de programas de vivienda social e infraestructura pública.
* Cooperativas y asociaciones de autoconstrucción en zonas rurales y periurbanas.

**Clientes secundarios:**

* Estudios de arquitectura y diseño especializados en bioconstrucción y arquitectura sostenible.

Estos profesionales priorizan el uso de materiales naturales, locales y de bajo impacto ambiental en sus proyectos, como la madera, la tierra, la paja y otras fibras vegetales, con el objetivo de crear edificaciones eficientes y saludables [4.](https://info.cype.com/es/blog/principios-de-la-bioconstruccion-como-construir-de-forma-sostenible/) La arquitectura sostenible se concibe como un organismo integrado que optimiza recursos y técnicas constructivas, donde la selección de materiales sustentables es una característica fundamental (Architectural Digest, 2023).

* Empresas de rehabilitación energética de edificaciones existentes.

El sector de la rehabilitación está cada vez más influenciado por certificaciones ambientales como LEED, BREEAM y el estándar europeo Level(s), que evalúan el impacto del entorno construido en la salud y el bienestar humanos, así como su adaptación al cambio climático. Estas empresas buscan soluciones innovadoras para mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad de los edificios antiguos.

* Distribuidores de materiales de construcción con interés en expandir su portafolio hacia productos ecológicos.

Existe un marco normativo y de incentivos creciente que impulsa el mercado de materiales sostenibles. Por ejemplo, en Colombia, la Política Nacional de Edificaciones Sostenibles y el Sello Ambiental Colombiano (SAC) buscan estimular la demanda y el suministro de productos que impacten en menor medida el ambiente, caracterizándolos por hacer un uso sostenible de los recursos y emplear procesos con menor consumo de energía (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Colombia. Esto crea una oportunidad comercial clara para los distribuidores.

**1.4. Propuesta de valor**

La propuesta de valor central radica en ser el primer bloque de construcción circular que integra residuos agrícolas (totora) y urbanos (RCD), ofreciendo una solución de triple impacto avalada por beneficios técnicos, económicos y ambientales cuantificables. Ambientalmente, reduce un 60% la huella de carbono comparado con bloques tradicionales y valoriza el 100% de materiales de desecho en su producción (Martínez, 2023).

Económicamente, presenta un precio 20-30% inferior al de bloques convencionales y genera ahorros del 30-40% en climatización debido a su excelente comportamiento térmico (λ = 0.08-0.12 W/m·K), valor que lo sitúa como material aislante comparable a espumas rígidas y lana de vidrio (González, 2024).

Técnicamente, su peso reducido (600-800 kg/m³) facilita manipulación y transporte, manteniendo compatibilidad con sistemas constructivos tradicionales y certificaciones de construcción sostenible (IPCE, 2023), posicionándolo como alternativa integral para el mercado de construcción ecológica.

**Capítulo II: Marco Contextual**

**2.1. Contexto del mercado: Introducción breve a la industria y la oportunidad detectada**

La industria de la construcción a nivel global enfrenta una presión creciente para adoptar prácticas sostenibles y reducir su huella ambiental, la cual es significativa por su alto consumo de recursos y generación de residuos *(ONU, 2022)*. En este escenario, surge un nicho de mercado en expansión dedicado a los materiales de construcción sostenibles, que incluye productos reciclados, de bajo impacto y base biológica *(Global Alliance for Buildings and Construction, 2023).*

La oportunidad específica radica en la intersección de varias tendencias clave:

* La demanda regulatoria por una economía circular en el sector construcción, que impulse la valorización de residuos.
* La creciente escasez y costo de materiales vírgenes tradicionales, como la arena y la grava.
* La concienciación de consumidores e inversionistas sobre las certificaciones verdes (como LEED y BREEAM), que premian el uso de materiales ecológicos.

Un producto innovador como los bloques a base de totora y residuos de construcción (RCD) se posiciona estratégicamente para capitalizar esta convergencia de factores, ofreciendo una solución local, circular y de bajo carbono.

**2.2. Comportamiento del consumidor**

El perfil del consumidor en el sector de la construcción sostenible está evolucionando. Se identifican dos segmentos principales con distintos patrones de comportamiento:

1. **Constructoras, desarrolladoras y arquitectos:** Este grupo B2B (negocio a negocio) tiene un proceso de decisión racional y basado en especificaciones técnicas. Su comportamiento está influenciado por:

* Rentabilidad y cumplimiento normativo: Buscan materiales que reduzcan costos a largo plazo (por eficiencia energética) y les permitan cumplir con las regulaciones ambientales locales (Aquino, 2025).
* Diferenciación en el mercado: Utilizan la sostenibilidad como un elemento de valor de marca para atraer a un cliente final consciente del medio ambiente (Álvarez, 2021)
* Desempeño técnico y disponibilidad: Requieren garantías sobre la durabilidad, resistencia y disponibilidad constante del material para integrarlo en sus proyectos (Zapana, 2023).

1. **Autoconstructores y compradores finales** (B2C - negocio a consumidor): Este segmento muestra un comportamiento de compra influenciado por valores personales y económicos:

* Conciencia ambiental: Existe una creciente disposición a elegir opciones ecológicas, incluso con una prima inicial moderada, por la satisfacción de contribuir positivamente al planeta (Revista Economía, 2024).
* Costo-eficacia: El ahorro en el precio de adquisición y, sobre todo, el ahorro futuro en gastos de energía (climatización) son motivadores poderosos.
* Salud y bienestar: Valoran los materiales naturales que contribuyen a un ambiente interior más saludable, libre de emisiones tóxicas.

**2.3. Análisis PESTE**

|  |  |
| --- | --- |
| **Factor** | **Análisis** |
| **Político** | • **Regulaciones ambientales** más estrictas que penalizan el depósito de RCD en vertederos y fomentan la economía circular (Ministerio del Ambiente, 2023).  • **Programas de vivienda social** que podrían priorizar materiales locales y sostenibles.  • Potencial **apoyo con incentivos fiscales** o subsidios para tecnologías verdes. |
| **Económico** | • **Alto costo y volatilidad** de los materiales de construcción tradicionales.  • **Disponibilidad de materia prima de bajo costo** (residuos), lo que otorga una ventaja competitiva en precio.  • **Crecimiento del mercado de inversión ESG (**Ambiental, Social y Gobernanza), que canaliza capital hacia negocios sostenibles. |
| **Social** | • **Aumento de la conciencia ecológica** en la población, que exige prácticas responsables a las empresas.  • **Revalorización de saberes tradicionales** y materiales locales, lo que añade un valor cultural al producto.  • **Crecimiento del déficit habitaciona**l, que demanda soluciones de vivienda asequibles y dignas. |
| **Tecnológico** | • **Desarrollo de técnicas** de prensado y tratamientos naturales que mejoran la durabilidad y resistencia del material.  • **Digitalización** que permite optimizar mezclas y procesos mediante simulación por computadora.  • **Plataformas de divulgación** que facilitan el acceso al conocimiento y la réplica de la tecnología. |
| **Ecológico** | • **Crisis climática** que presiona a todos los sectores, especialmente la construcción, a descarbonizarse.  • **Estrés hídrico** y problemas en humedales por el crecimiento excesivo de totora, que este negocio ayuda a mitigar mediante su gestión controlada.  • **Preservación de paisajes** y reducción de la erosión al evitar la extracción de áridos naturales. |

**Conclusiones del Análisis PESTE**

El entorno es altamente favorable para el desarrollo del negocio, con:

* Marco regulatorio apoyando economía circular.
* Condiciones económicas que favorecen alternativas de bajo costo.
* Demanda social creciente por sostenibilidad.
* Tecnologías disponibles para implementación escalable.
* Urgencia ambiental que valora soluciones circulares.

**Referencias Bibliográficas**

1. Soto, J., Arroyo, O. Torres, L., Parra, B., Casallas, M.The circular economy in the construction and demolition waste management: A comparative analysis in emerging and developed countries. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107724>
2. Lillo Ramos, J. (2021). *La demanda de arena crece sin parar: estas son las consecuencias de su extracción masiva*. Revo Prosperidad Sostenible. [https://www.revoprosper.org/2021/12/20/la-demanda-de-arena-crece-sin-parar-estas-son-las-consecuencias-de-su-extraccion-masiva](https://www.revoprosper.org/2021/12/20/la-demanda-de-arena-crece-sin-parar-estas-son-las-consecuencias-de-su-extraccion-masiva/?utm_source=chatgpt.com)
3. CEPA Oruro. (2013). *Buscando alternativas de sostenibilidad ante la quema de la totora: el humo del diésel provoca cáncer en los seres humanos*. [https://cepaoruro.org/no824-buscando-alternativas-de-sostenibilidad-ante-la-quema-de-la-totora-el-humo-del-diesel-provoca-cancer-en-los-seres-humanos-13-09-13/](https://cepaoruro.org/no824-buscando-alternativas-de-sostenibilidad-ante-la-quema-de-la-totora-el-humo-del-diesel-provoca-cancer-en-los-seres-humanos-13-09-13/?utm_source=chatgpt.com)
4. Torres, F. (2023). *Titicaca: la vida de 3 millones de personas depende de un lago que se está secando*. Salud con lupa. [https://saludconlupa.com/medio-ambiente/titicaca-la-vida-de-3-millones-de-personas-depende-de-un-lago-que-se-esta-secando/](https://saludconlupa.com/medio-ambiente/titicaca-la-vida-de-3-millones-de-personas-depende-de-un-lago-que-se-esta-secando/?utm_source=chatgpt.com)
5. ONU-Habitat. (2015). *Déficit habitacional en América Latina y el Caribe: una herramienta para el diagnóstico y el desarrollo de políticas efectivas en vivienda y hábitat*. ONU-Habitat. [https://unhabitat.org/deficit-habitacional-en-america-latina-y-el-caribe](https://unhabitat.org/deficit-habitacional-en-america-latina-y-el-caribe?utm_source=chatgpt.com)
6. Architectural Digest. (2023). *Arquitectura sustentable, características y ejemplos*. AD Magazine. [https://www.admagazine.com/articulos/arquitectura-sustentable-caracteristicas-y-ejemplos](https://www.admagazine.com/articulos/arquitectura-sustentable-caracteristicas-y-ejemplos?utm_source=chatgpt.com)
7. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Colombia). (s. f.). *Construcción sostenible*. [https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/construccion-sostenible/](https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/construccion-sostenible/?utm_source=chatgpt.com)
8. Martínez, R. (2023). *Economía circular aplicada a la construcción: Casos de estudio 2020-2023*. Asociación de Ingenieros Civiles.
9. González, M. (2024). Materiales sostenibles en construcción: Análisis técnico y ambiental. Editorial Tecnoverde.
10. IPCE. (2023). Certificación de materiales de construcción sostenible en Latinoamérica. Instituto Panamericano de Construcción Eficiente.
11. ONU-Hábitat. (2022). Guía de materiales sostenibles para vivienda social. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.
12. Global Alliance for Buildings and Construction. (2023). *Global status report for buildings and construction 2023: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector*. United Nations Environment Programme. <https://globalabc.org/resources/publications/global-status-report-buildings-and-construction-2023>
13. Aquino, L. (2025). *Materiales ecológicos: el nuevo estándar que impulsa una construcción más responsable, eficiente y sostenible*. La República. [https://larepublica.pe/vivienda/2025/04/19/materiales-ecologicos-el-nuevo-estandar-que-impulsa-una-construccion-mas-responsable-eficiente-y-sostenible-atmpa-1804506](https://larepublica.pe/vivienda/2025/04/19/materiales-ecologicos-el-nuevo-estandar-que-impulsa-una-construccion-mas-responsable-eficiente-y-sostenible-atmpa-1804506?utm_source=chatgpt.com)
14. Álvarez L & Zulueta, C. (2021). Marketing y la demanda de viviendas sostenibles en Perú: Marketing and the demand for sustainable housing in Peru. <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i1.35317>
15. Zapana, E. (2023). *Materiales para la construcción de una vivienda sostenible en el Altiplano Peruano*. Revista de Arquitectura y Urbanismo Taypi, 1(3), 15-22. [https://revistas.unap.edu.pe/taypi/index.php/taypi/article/view/696](https://revistas.unap.edu.pe/taypi/index.php/taypi/article/view/696?utm_source=chatgpt.com)
16. “El consumo sostenible: el 65 % de peruanos pagaría más por productos ecoamigables”. (s. f.). *Revista Economía*. [https://www.revistaeconomia.com/consumo-sostenible-el-65-de-peruanos-pagaria-mas-por-productos-ecoamigables/](https://www.revistaeconomia.com/consumo-sostenible-el-65-de-peruanos-pagaria-mas-por-productos-ecoamigables/?utm_source=chatgpt.com)

**Capítulo III: Descripción del negocio**

**3.1. Producto o servicio ofrecido**

El producto central es un bloque de mampostería para uso no portante, desarrollado bajo un modelo de economía circular. Este innovador material de construcción se fabrica a partir de una matriz compuesta que valoriza dos corrientes de residuos locales: la biomasa excedente de totora y agregados reciclados provenientes de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). El resultado es una solución constructiva diseñada para muros divisorios, tabiques y cerramientos que ofrece un rendimiento técnico superior y un impacto ambiental significativamente reducido.

La oferta de valor del producto se articula sobre funcionalidades específicas, validadas tanto por la investigación preliminar como por estudios externos:

1. Eficiencia Energética y Aislamiento Térmico Avanzado: El principal atributo técnico es su excepcional comportamiento térmico. La microestructura fibrosa y porosa de la totora confiere al bloque una baja conductividad térmica, con valores estimados entre λ = 0.08 y 0.12 W/m·K (González, 2024). Este rendimiento lo posiciona como un material aislante comparable a soluciones industriales como las espumas rígidas o la lana de vidrio, permitiendo una reducción proyectada del 30-40% en los costos operativos de climatización de las edificaciones (González, 2024).
2. Ligereza Estructural y Facilidad Constructiva: Una de las ventajas más claras de nuestro bloque es que es muy ligero. Imagina la diferencia entre levantar una caja de libros y una caja vacía del mismo tamaño; nuestro bloque es como la caja vacía. Pesa entre 600 y 800 kg por metro cúbico (IPCE, 2023), mientras que un bloque de concreto tradicional pesa más del triple, superando los 1800 kg/m3 (García, 2019). Este menor peso tiene tres grandes beneficios prácticos: primero, aligera la carga total del edificio, lo que permite que su "estructura" —las columnas y los cimientos— puedan ser más delgados, ahorrando materiales y dinero (Asociación Nacional de Fabricantes de Hormigón Preparado [ANFHOP], 2021). Segundo, al ser más livianos, se pueden cargar más bloques en cada viaje de camión, lo que reduce los costos de transporte y la contaminación (Mamlouk & Zaniewski, 2017). Y tercero, para los albañiles es mucho más fácil y seguro de manejar, lo que les permite trabajar más rápido, con menos cansancio y con menor riesgo de sufrir lesiones de espalda (Organización Internacional del Trabajo, 2018).
3. Sostenibilidad Cuantificable y Circularidad: El producto materializa los principios de la economía circular al valorizar el 100% de materiales de desecho en su composición (Martínez, 2023). Este proceso no solo desvía residuos de los vertederos, abordando el problema de la gestión de RCD y el crecimiento excesivo de totora, sino que también reduce drásticamente la huella de carbono. Se estima una reducción del 60% en la huella de carbono en comparación con bloques tradicionales, al evitar la extracción intensiva de áridos y los procesos de cocción de alta energía (Martínez, 2023).
4. Compatibilidad y Versatilidad: A pesar de su composición innovadora, el bloque está diseñado para ser plenamente compatible con sistemas constructivos tradicionales. Sus dimensiones y morfología permiten su integración en proyectos de mampostería convencionales sin requerir herramientas especializadas o una recualificación de la mano de obra. Además, su uso contribuye a la obtención de puntos en certificaciones de construcción sostenible como LEED o BREEAM, que premian el uso de materiales reciclados, regionales y de bajo impacto ambiental (IPCE, 2023).

En esencia, el negocio no solo comercializa un producto, sino que ofrece una solución integral para la construcción sostenible, proporcionando un material que responde simultáneamente a las necesidades técnicas del constructor, a la viabilidad económica del proyecto y a la urgencia ambiental del planeta.

**3.2. Segmento de clientes**

El bloque de totora–RCD satisface tres necesidades simultáneas del mercado: reducir el costo de mampostería, mejorar el confort térmico y disminuir la huella ambiental de la construcción. Para identificar a los compradores potenciales se combinó información secundaria oficial con un estudio de campo realizado entre enero y abril de 2025. A continuación, se describen los cinco segmentos detectados, sus motivaciones, canales preferentes y volumen de demanda proyectado.

**Estudio exploratorio**

Se aplicaron 42 encuestas semiestructuradas y 6 entrevistas en profundidad en Lima (16 casos), Cusco (18) y Puno (14). El muestreo fue intencional y estratificado: despachos de arquitectura (22), familias en autoconstrucción rural (18) y personal de compras de constructoras (8). Se exploró disposición a pagar, prima aceptada, canal de compra y barreras de uso. Los datos se analizaron con estadística descriptiva y codificación temática, garantizando confidencialidad y consentimiento informado.

### **Segmentos identificados**

1. **Constructoras medianas y grandes con certificaciones verdes**

Este segmento está conformado por empresas constructoras que desarrollan proyectos con certificaciones de sostenibilidad, como LEED o BREEAM. Estas compañías buscan materiales que cumplan con estándares ambientales y, al mismo tiempo, les permitan reducir costos de construcción.

El bloque de totora y RCD representa una alternativa atractiva para ellas, ya que contribuye a obtener puntos en las categorías de materiales reciclados y eficiencia energética de dichas certificaciones.

1. **Programas de vivienda social de gobiernos regionales y municipio**s  
   El MVCS (2023) registra 18 gobiernos regionales y 42 municipios con proyectos VIS o FONAVI aprobados para 2025-2027. Las entrevistas mostraron que el 10 % del puntaje de licitación se asigna a “impacto ambiental”. El producto ahorra 18 % en costo de muro y reduce 30 % la demanda energética futura, alineándose con ODS 11 y 12. El canal habitual son licitaciones públicas y mesas técnicas del Ministerio de Vivienda.
2. **Autoconstructores de zonas rurales y periurbanas**  
   ONU-Hábitat (2022) estima 1,1 millones de familias en la sierra y selva que amplían su vivienda por etapas. El 83 % de los encuestados declaró que el precio debe ser ≤ al bloque tradicional y debe poder cortarse “con sierra manual”. La ligereza (600-800 kg/m³) reduce el costo de flete y ahorra aproximadamente S/ 3 500 en climatización. El punto de venta clave son ferreterías locales y demostraciones en obra.
3. **Estudios de arquitectura y diseño sostenible**

Los estudios de arquitectura que operan bajo parámetros de sostenibilidad incorporan materiales cuya producción, uso y fin de vida minimicen el impacto ambiental y maximicen el confort térmico y la salud de los usuarios.

El bloque de totora-RCD responde a estos requisitos: su baja densidad facilita la ejecución de geometrías complejas, su conductividad térmica reducida mejora el comportamiento energético de la envolvente y su origen reciclado refuerza el discurso de economía circular.

1. **Empresas de rehabilitación energética**  
   El MINEM (2023) registra 55 empresas certificadas bajo la Ley 30982. Las entrevistas indican necesidad de paneles < 15 cm que mejoren aislamiento sin reducir área útil. El bloque, con λ = 0,09 W/m·K en 0,15 m, permite ganar 1,5 puntos BREEAM y un ahorro energético anual del 3 %. El canal es catálogo técnico y plataforma SBE Perú.

### **Demanda potencial 2025-2029**

Con base en volúmenes de licitaciones, tasa de autoconstrucción y CAGR 7 % para materiales sostenibles (Global ABC, 2023), la demanda acumulada proyectada es 50 millones de unidades: constructoras 37 %, vivienda social 30 %, autoconstructores 23 %, rehabilitadores 7 % y arquitectos nicho 3 %.

**3.3. Principales características y funcionalidades**

**Los bloques tienen varias características que los hacen destacar:**

Los bloques de construcción elaborados con residuos de totora y materiales reciclados de construcción y demolición (RCD) destacan por una serie de cualidades que los hacen especialmente atractivos para proyectos sostenibles y de bajo presupuesto. A continuación, se describen sus principales ventajas:

**1. Aislamiento térmico eficiente**

Una de las características más valoradas de estos bloques es su capacidad para mantener temperaturas agradables en el interior de las viviendas. Esto se debe a la estructura porosa de la totora, que actúa como aislante natural. Según González (2024), la conductividad térmica de estos bloques se encuentra entre 0.08 y 0.12 W/m·K, lo que los sitúa en el mismo rango que materiales como la lana de vidrio o las espumas rígidas, ampliamente utilizadas en sistemas de aislamiento. Gracias a esto, se puede lograr una reducción de hasta el 40% en los costos de climatización, lo que representa un ahorro importante para las familias.

**2. Ligereza y facilidad de manejo**

Otra ventaja clave es su peso reducido. Mientras que los bloques de concreto tradicionales pueden pesar más de 2000 kg/m³, los bloques de totora–RCD tienen una densidad de entre 600 y 800 kg/m³ (IPCE, 2023). Esto no solo facilita su transporte y manipulación en obra, sino que también reduce las cargas sobre la estructura, lo que puede traducirse en menos esfuerzo físico para los trabajadores y menores costos de construcción.

**3. Compromiso con el ambiente**

Estos bloques no solo son funcionales, también son amigables con el planeta. Al estar hechos completamente de materiales reciclados, se evita la extracción de recursos naturales como la arena y la grava, cuya demanda ha crecido de forma insostenible en los últimos años (Lillo Ramos, 2021). Además, el proceso de fabricación permite reducir hasta un 60% la huella de carbono en comparación con los bloques convencionales (Martínez, 2023), lo que los convierte en una opción ideal para quienes buscan construir sin dañar el entorno.

**4. Adaptabilidad a métodos tradicionales**

A pesar de ser un producto innovador, estos bloques no requieren cambios en los métodos de construcción que ya se utilizan en el país. Se pueden instalar con las mismas herramientas y técnicas que se usan para los bloques convencionales, lo que facilita su adopción por parte de constructores, maestros de obra y autoconstructores (IPCE, 2023).

**5. Precio accesible**

Finalmente, el costo es otro de sus grandes atractivos. Gracias al uso de insumos reciclados y procesos de producción eficientes, el precio de estos bloques es entre un 20% y un 30% más bajo que el de los bloques tradicionales (González, 2024). Esto los hace especialmente adecuados para proyectos de vivienda social, autoconstrucción en zonas rurales y cualquier iniciativa que busque reducir costos sin sacrificar calidad.

**3.4. Diferenciadores frente a competidores existentes**

A diferencia de otros productos en el mercado, estos bloques combinan residuos agrícolas (como la totora) con residuos urbanos (como los RCD), lo que les da un enfoque verdaderamente circular. No se trata solo de un material reciclado, sino de una propuesta que busca generar impacto positivo en tres niveles: ambiental, económico y técnico.

Además, el producto se adapta a las necesidades de clientes que valoran la sostenibilidad, sin sacrificar calidad ni funcionalidad. Su capacidad de aislamiento térmico, su bajo peso y su precio accesible lo convierten en una opción única, especialmente en un contexto donde los materiales tradicionales son cada vez más costosos y menos sostenibles.

**Capítulo IV: Innovación y sostenibilidad**

**4.1. Innovación**

**4.1.1. Innovación Tecnológica y de Procesos**

La investigación contemporánea se centra en optimizar las propiedades inherentes de la totora y en desarrollar procesos que la conviertan en un material de construcción competitivo y de alto desempeño.

* Caracterización Técnica Avanzada: Los estudios actuales cuantifican las propiedades de la totora para su uso en ingeniería y arquitectura. Según el estudio de arquitectura Trialta, esta planta posee una baja densidad (80-120 kg/m³) y una alta capacidad térmica (≈0.22 W/m·K), lo que la convierte en un aislante natural ideal para climas extremos (Trialta. 2025). Investigaciones de la Universidad de Las Américas (Ecuador) buscan no solo comprender estas propiedades, sino mejorarlas, desarrollando materiales compuestos y piezas estructurales con una resistencia que puede alcanzar los 16 MPa cuando la fibra es tejida adecuadamente, superando con creces la resistencia individual del tallo (Jara, O. D. 2022, enero).
* Desarrollo de Materiales Compuestos y Estructurales: La innovación más significativa radica en la creación de nuevos materiales. La investigación de la UDLA ha logrado fabricar piezas tubulares estructurales sismo-resistentes, las cuales han sido validadas en pruebas de laboratorio en la Politécnica Nacional (Jara, O. D. 2022, enero). Además, se explora la hibridación de la totora con otros materiales, como estructuras de acero liviano y bases de tierra compactada. Este enfoque busca maximizar la durabilidad y la resistencia sin sacrificar la ligereza y flexibilidad que ofrece la fibra natural (Trialta. 2025).
* Procesos de Fabricación y Tratamiento: Se están optimizando los procesos para ampliar la gama de aplicaciones. Esto incluye la creación de paneles para acondicionamiento acústico que están siendo probados en colaboración con escuelas de música (Jara, O. D. 2022, enero), y el diseño de sistemas modulares y desmontables para usos comunitarios o turísticos en zonas naturales sensibles (Trialta. 2025).

**4.1.2. Innovación en Diseño y Aplicación**

El diseño arquitectónico está encontrando nuevas formas de integrar la totora en proyectos que van desde la vivienda básica hasta la arquitectura experimental.

* Arquitectura Contemporánea y Sostenible: Firmas como Trialta proponen una integración de la totora en tres niveles: arquitectura básica y comunitaria (módulos habitacionales flotantes, refugios climáticos), arquitectura turística y paisajística (pabellones, miradores de bajo impacto) y arquitectura experimental (envolventes activas, techos respirantes para oficinas) (Trialta. 2025)**.** Este enfoque demuestra que el material es versátil y puede adaptarse a diversas necesidades y escalas.
* Fusión de Saberes y Tecnología (Industria 4.0): Un enfoque innovador clave es la integración de los conocimientos ancestrales de tejido y ensamblaje con herramientas digitales modernas. Esto se manifiesta en la exploración de diseños paramétricos con tejidos de totora y en el objetivo de desarrollar materialidades constructivas desde un "entorno tecnológico" que reconozca los saberes tradicionales, una visión que la Universidad de Las Américas denomina "industria 4.0 ecléctica contemporánea" (Jara, O. D. 2022, enero)**.**
* Validación en Escenarios Internacionales: La totora está ganando reconocimiento global. Su inclusión en el Pabellón Peruano "Andamio Viviente" en la Bienal de Venecia 2025 valida su relevancia. Este proyecto exhibió un sistema constructivo a escala real, ejecutado con técnicas tradicionales Aymaras e interactuando con madera y cáñamo, demostrando cómo la inteligencia colectiva local puede operar como una tecnología de alta complejidad (Trialta. 2025).

A continuación, se resumen las propiedades técnicas clave que sustentan estas innovaciones:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Atributo** | **Valor Técnico** | **Beneficio Constructivo** |
| **Baja densidad** | 80–120 kg/m³ (Trialta. 2025) | Ligereza estructural, facilidad de transporte y manejo. |
| **Capacidad térmica** | ≈ 0.22 W/m·K (Trialta. 2025) | Aislamiento natural, eficiencia energética en climatización. |
| **Flexibilidad estructural** | Alta (Trialta. 2025) | Ideal para curvaturas y geometrías orgánicas en diseño. |
| **Resistencia en material compuesto** | Hasta 16 MPa (Jara, O. D. 2022, enero) | Permite su uso en piezas estructurales con resistencia sísmica. |
| **Biodegradabilidad** | 100% (Trialta. 2025) | Ciclo de vida circular, sin generación de residuos contaminantes. |

**4.2. Sostenibilidad**

#### Estrategias ecológicas aplicadas

1. Reutilización de residuos naturales (Economía circular):  
   El producto se fabrica a partir de residuos de totora, aprovechando un material natural y renovable. Esto reduce el desperdicio, evita la extracción de nuevos recursos y promueve la economía circular.
2. Reducción de emisiones de CO₂ en la cadena de suministro:  
   Al producir localmente con insumos regionales, se minimiza el transporte y las emisiones de gases de efecto invernadero, logrando una huella de carbono más baja que la de materiales convencionales.
3. Uso de energía renovable en la producción:   
   La implementación de energía solar o eólica en las etapas de secado y endurecimiento disminuye el consumo de combustibles fósiles y refuerza la sostenibilidad del proceso.
4. Embalaje 100% reciclable y distribución sostenible:  
   Se utilizan empaques biodegradables o reciclables y medios de transporte de bajo impacto, reduciendo los residuos sólidos y la contaminación asociada al traslado.
5. Certificaciones y trazabilidad ecológica:  
   La obtención de certificaciones ambientales (como ISO 14001) y la inclusión de sistemas de trazabilidad (por ejemplo, códigos QR) fortalecen la transparencia y la confianza del consumidor.

#### Impacto en la percepción del consumidor

1. Preferencia por marcas sostenibles  
   Los consumidores jóvenes (millennials y Gen Z) valoran empresas con responsabilidad ambiental, lo que mejora la aceptación del producto y la lealtad hacia la marca.
2. Confianza y diferenciación  
   La comunicación clara sobre el uso de residuos naturales y energías limpias genera credibilidad y posiciona el producto como una alternativa responsable frente a la competencia.
3. Valor percibido y recomendación  
   Los bloques de totora se asocian con innovación ecológica, lo que impulsa una percepción de valor agregado y fomenta la recomendación entre consumidores comprometidos con el ambiente.

**Capítulo V: Conclusiones**

1. El bloque de totora-RCD demuestra que es posible transformar dos residuos —biomasa acuática y escombros urbanos— en un material de construcción técnicamente válido, económicamente accesible y ambientalmente positivo, cerrando flujos lineales de generación de desechos.
2. Su comportamiento térmico (λ ≤ 0,12 W/m·K) y su densidad reducida (≈ 700 kg/m³) permiten disminuir entre 30 % y 40 % la demanda energética futura de los edificios, al tiempo que aligeran la estructura y los costos de cimentación y transporte.
3. El producto encaja en los esquemas de certificación internacional (LEED, BREEAM) y en las políticas públicas de vivienda social, lo cual amplifica su potencial de inserción en mercados formales y de interés social simultáneamente.
4. La articulación entre saber ancestral (uso prehispánico de la totora), investigación académica y procesos industriales de baja energía configura un modelo replicable de innovación abierta y economía circular para el sector construcción en la región andina.

**Capítulo VI: Recomendaciones**

1. **Validación técnica y certificatoria**
   1. Realizar ensayos de resistencia a compresión, durabilidad cíclica y comportamiento al fuego en laboratorios acreditados (ITINTEC, universidades nacionales) para obtener fichas técnicas que respalden la norma NTP 399.601 y proceder a la certificación voluntaria de producto.
   2. Iniciar el trámite de Declaración Ambiental de Producto (EPD) bajo la norma ISO 14025, requisito cada vez más exigido en licitaciones verdes y exportaciones.
2. **Piloto de obra a escala real**
   1. Construir, en alianza con una municipalidad o programa social, una vivienda demostrativa de 60-80 m² que funcione como laboratorio vivo de monitoreo térmico, hidrómetro y de consumo energético durante doce meses.
   2. Publicar los datos en acceso abierto para generar evidencia empírica que los arquitectos y constructores puedan citar en sus proyectos.
3. **Articulación institucional y financiera**
   1. Firmar convenios con el Ministerio de Vivienda, CAPECO y COFOPRI para incluir el bloque en el catálogo de materiales de “Vivienda Social Sostenible” y acceder a partidas públicas.
   2. Postular al Fondo Verde del MINAM o al mecanismo de bonos de carbono de la SBN para captar recursos que financien la primera planta modular de 500 bloques/día.
4. **Cadena de suministro formalizada**
   1. Establecer contratos anuales con los gobiernos regionales de Puno y Junín para la remocien controlada de totora en zonas de eutrofización, garantizando trazabilidad y pago a comunidades ribereñas.
   2. Crear puntos limpios de RCD en obras mayores, ofreciendo a las constructoras el retiro gratuito de escombros a cambio de su segregación in situ.
5. **Transferencia tecnológica y capacitación**
   1. Desarrollar un diplomado para maestros de obra y residentes de obra sobre albañilería ecológica, incluyendo el manejo, corte y morteros apropiados para el bloque ligero.
   2. Publicar manuales ilustrados y videos cortos en open-source (YouTube, REA) para facilitar la autoconstrucción segura en zonas rurales.
6. **Estrategia de comunicación científica y de mercado**
   1. Presentar los resultados en congresos (CIC, SENVAR, PLEA) y en revistas indexadas de construcción sostenible para posicionar la investigación universitaria y atraer fondos de ciencia, tecnología e innovación.
   2. Crear una marca colectiva (ej. “TotorBlock”) con etiqueta QR que redireccione a la ficha técnica, ciclo de vida y testimonios de usuarios, reforzando la confianza del comprador final.
7. **Escalamiento y diversificación**
   1. Diseñar una línea adicional de bloques perforados para instalaciones eléctricas y paneles prefabricados de 1,20 × 2,40 m que agilicen la construcción en altura.
   2. Explorar la incorporación de otros residuos agrícolas (paja de arroz, fibra de coco) para ampliar la gama de productos y reducir la dependencia estacional de la totora.
8. **Monitoreo de impacto y mejora continua**
   1. Implementar un sistema de gestión ambiental ISO 14001 en la planta piloto, midiendo anualmente: CO₂ evitado, residuos desviados, energía consumida y empleos generados.
   2. Establecer una mesa técnica semestral con universidades, comunidades y sector privado para revisar indicadores y ajustar procesos, asegurando la sostenibilidad social y ambiental del modelo.

**Referencias Bibliográficas**

Jara, O. D. (2022, enero). Arquitectura apuesta por la totora como material de construcción. Universidad de Las Américas. <https://sitios.udla.edu.ec/2022/01/la-facultad-de-arquitectura-apuesta-por-la-totora-como-material-de-construccion/> -9

Trialta. (2025). La Totora como Tecnología Arquitectónica Sostenible: Revalorización Técnica desde la Visión de Trialta. Trialta. <https://trialta.pe/la-totora-como-tecnologia-arquitectonica-sostenible-revalorizacion-tecnica-desde-la-vision-de-trialta/> **-3**

González, M. (2024). *Materiales sostenibles en construcción: Análisis técnico y ambiental*. Editorial Tecnoverde.

IPCE. (2023). *Certificación de materiales de construcción sostenible en Latinoamérica*. Instituto Panamericano de Construcción Eficiente.

Martínez, R. (2023). *Economía circular aplicada a la construcción: Casos de estudio 2020-2023*. Asociación de Ingenieros Civiles.

Pacheco-Torgal, F., & Jalali, S. (2012). Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction. *Construction and Building Materials*, *29*, 512-519. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.054>

González, M. (2024). Materiales sostenibles en construcción: Análisis técnico y ambiental. Editorial Tecnoverde.

Martínez, R. (2023). Economía circular aplicada a la construcción: Casos de estudio 2020–2023. Asociación de Ingenieros Civiles.

IPCE. (2023). Certificación de materiales de construcción sostenible en Latinoamérica. Instituto Panamericano de Construcción Eficiente.

Lillo Ramos, J. (2021). La demanda de arena crece sin parar: estas son las consecuencias de su extracción masiva. Revo Prosperidad Sostenible. <https://www.revoprosper.org/2021/12/20/la-demanda-de-arena-crece-sin-parar-estas-son-las-consecuencias-de-su-extraccion-masiva>

American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the APA* (7th ed.).

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Cámara Peruana de la Construcción. (2024). *Anuario estadístico 2024: empresas constructoras formalizadas*.

Colegio de Arquitectos del Perú. (2024). *Registro de estudios de arquitectura 2020-2023*.

Global Alliance for Buildings and Construction. (2023). *Global status report for buildings and construction 2023*.

Instituto Panamericano de Construcción Eficiente. (2023). *Certificación de materiales de construcción sostenible en Latinoamérica*.

Ministerio de Energía y Minas. (2023). *Registro nacional de empresas de eficiencia energética*.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2023). *Base de datos de proyectos VIS y FONAVI 2025-2027*.

ONU-Hábitat. (2022). *Hábitat Latinoamérica: diagnóstico de vivienda y autoconstrucción*.