



Estudio de prefactibilidad financiera para la producción de tableros desenrollados de guadua - bambú como alternativa sostenible en la Provincia de Santa Elena

*Financial Pre-Feasibility Study for the Production of Guadua-Bamboo Unrolled Boards as
a Sustainable Alternative in Santa Elena Province*

Autores:

- | | |
|---|--|
|  Wilson Toro Álava ¹ | wtoro@upse.edu.ec |
|  Noemí Fajardo Bravo ¹ | nfajardo261@upse.edu.ec |
|  Darwin Talledo Villacreses ¹ | dtalledo7907@upse.edu.ec |
|  Kokoete Asuquo Utuk ¹ | kutuk5070@upse.edu.ec |
|  Saidy Guevara Gorozabel ¹ | saidy.guevaragorozabel6518@upse.edu.ec |

¹Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador

Recepción: 22 de junio de 2026 | **Aceptación:** 28 de julio de 2026 | **Publicación:** 12 de agosto de 2026

Resumen

Esta investigación evalúa si producir tableros de guadua-bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) en la provincia de Santa Elena es un negocio rentable y, de serlo, en qué escala y con qué estructura de gestión. El punto de partida es concreto: el 90% de la guadua ecuatoriana se vende en rollizo y la Superintendencia de Compañías (2025) no registra ninguna empresa que la transforme en tableros en la provincia, pese a que el MDF importado supera los USD 65 por unidad en el mercado local. Se compararon tres opciones de inversión —microplanta artesanal (USD 48.500), planta semi-industrial (USD 87.000) y planta industrial pequeña (USD 132.000)— con VAN, TIR, Período de Recuperación (PRI) y relación Beneficio-Costo (B/C) a diez años, complementados con cinco áreas críticas del PMBOK: alcance, cronograma, costos, riesgos y adquisiciones. Las tres opciones resultaron rentables: Opción A, VAN USD 34.210, TIR 28,7%, PRI 3,6 años; Opción B, VAN USD 62.840, TIR 26,4%, PRI 4,1 años; Opción C, VAN USD 89.320, TIR 24,1%, PRI 4,8 años. La Opción B combina el mejor perfil riesgo-retorno con un crédito accesible vía BanEcuador y resulta la más robusta frente al escenario pesimista.

Palabras clave: prefactibilidad financiera; gerencia de proyectos; guadua-bambú; tableros desenrollados; PMBOK; Santa Elena

Abstract

This paper asks whether producing guadua-bamboo (*Guadua angustifolia* Kunth) unrolled boards in Santa Elena Province is profitable and, if so, at what scale and with what management structure. The starting point is specific: 90% of Ecuadorian guadua sells as raw poles, and Supercias (2025) records no company converting it into boards in the province, even as imported MDF sells above USD 65 per unit locally. Three investment options were compared —artisanal micro-plant (USD 48,500), semi-industrial plant (USD 87,000) and small industrial plant (USD 132,000)— using NPV, IRR, IRP and B/C over ten years, alongside the five critical PMBOK knowledge areas: scope, schedule, cost, risk and procurement. All three options are profitable: Option A, NPV USD 34,210, IRR 28.7%, IRP 3.6 yrs; Option B, NPV USD 62,840, IRR 26.4%, IRP 4.1 yrs; Option C, NPV USD 89,320, IRR 24.1%, IRP 4.8 yrs. Option B has the best risk-return profile and fits within available BanEcuador credit limits, making it the most robust choice under the pessimistic scenario.

Keywords: financial pre-feasibility; project management; guadua-bamboo; unrolled boards; PMBOK; Santa Elena



Introducción

Santa Elena tiene guadua a menos de 50 km de su capital. Hay secaderos en Olón y Manglaralto que ya preservan y clasifican culmos. El mercado local compra tableros a más de USD 65 la unidad, traídos desde Guayaquil o importados, porque nadie los fabrica en la provincia (cotizaciones ferreteras La Libertad, 2025). Esto no es un análisis de potencial: es una brecha que ya existe y que ya tiene precio. Este trabajo cuantifica si cerrarla es rentable, en qué escala conviene hacerlo y qué estructura de gestión reduce el riesgo de que el proyecto quede a medias.

Contexto macroeconómico y sectorial

Ecuador cerró 2022 con un Producto Interno Bruto (PIB) de USD 115.049 millones y crecimiento del 2,9%. Para 2023, el Banco Central del Ecuador (BCE) proyectó USD 120.936 millones con expansión del 3,1%, aunque el sector construcción registró una caída del Valor Agregado Bruto (VAB) del 6,5% en el primer trimestre (BCE, 2023; CEPAL, 2023). La contracción del sector no frena la demanda de materiales: los constructores siguen comprando tableros, solo que buscan precio. Ahí entra la guadua.

Santa Elena tiene 395.942 habitantes (INEC, 2022), con economía basada en turismo, pesca y petróleo en declive. La Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) 2023 la ubica entre las tres provincias con mayor subempleo del país (INEC, 2023). De las 1.712 empresas activas registradas, solo el 4,7% son manufactureras (INEC-REEM, 2024). El dato es claro: hay poco tejido industrial y espacio real para uno nuevo.

La guadua-bambú y los tableros desenrollados

Los tableros desenrollados —roll-cut panels— resultan de cortar el culmo longitudinalmente, aplastarlo, secarlo entre 60 y 90 °C, encolarlo con adhesivos de baja



emisión de formaldehído y prensarlo a 1,0-2,5 MPa (Nguegang-Nkeuwa et al., 2022). El tablero resultante resiste entre 30 y 80 MPa a la flexión con módulo de elasticidad de 8.000 a 15.000 MPa, comparable a la madera dura (Yin et al., 2023). El mercado global de madera de ingeniería a base de bambú superó los USD 24.000 millones en 2022 y crece al 5% anual hasta 2035 (Future Market Insights, 2025). Ecuador vende el 90% de su guadua en rollizo (MAG-INBAR, 2021); convertirla en tableros multiplica el valor unitario entre cuatro y ocho veces (Vacca y Herrera, 2023).

Dar ese salto requiere más que un número de VAN positivo. Proyectos agroindustriales con planificación formal bajo el estándar del Project Management Body of Knowledge (PMBOK) del Project Management Institute (PMI, 2021) reducen sus tasas de fracaso entre 30 y 50 puntos porcentuales frente a proyectos sin esa estructura (Patanakul y Shenhar, 2012; Too y Weaver, 2014). Para este caso, las cinco áreas críticas son alcance, cronograma, costos, riesgos y adquisiciones.

Centros de acopio y abastecimiento

La materia prima se consigue en tres niveles según distancia desde La Libertad. Nivel 1 (menos de 50 km): Olón y Manglaralto, guadua preservada a USD 4,50-5,00 por culmo. Nivel 2 (50-150 km): APROGUADUA en El Empalme, Guayas, y Asociación de Cañeros Buena Fe, Los Ríos, a USD 3,50-4,00. Nivel 3 (más de 150 km): Plantaciones Olmedo y productores de San Plácido en Manabí, a USD 2,80-3,20. Las entrevistas de febrero de 2025 confirmaron capacidad ociosa en los secaderos de Olón y Manglaralto y disposición para contratos quincenales de aprovisionamiento. La Tabla 1 detalla estos centros.

Tabla 1. *Centros de acopio y procesamiento de guadúa en el área de influencia del proyecto*

Centro / Organización	Ubicación	Actividades principales	Distancia aprox.
-----------------------	-----------	-------------------------	---------------------



Consorcio Noble Guadua	Olón, Santa Elena	Acopio, secado, preservado, artesanías	42 km
Centro Manglaralto	Manglaralto, Santa Elena	Acopio, procesamiento, comercialización	48 km
APROGUADUA	El Empalme, Guayas	Producción, procesamiento, secado, preservado	95 km
Asoc. Cañeros Buena Fe	Buena Fe, Los Ríos	Vivero, acopio, secado, preservado	140 km
Plantaciones Olmedo	Olmedo, Manabí	2.000 ha de guadua; viveros y tableros	210 km
Productores San Plácido	Portoviejo, Manabí	Productores certificados BPA, convenio MAG-INBAR	195 km

Nota. Elaboración propia con base en MAG (2021), Solidaridad (2022), Arauco et al. (2022) y Magallanes (2015).

Planteamiento del problema

La Supercias (2025) no registra ninguna empresa fabricante de tableros de bambú en Santa Elena. El sector construcción compra MDF desde Guayaquil con sobrecostos logísticos de 15%-25% (MAG-INBAR, 2021). Los productores de guadua venden en rollizo porque no hay quien les compre culmos tratados en volumen. La literatura ecuatoriana sobre el tema cubre el clúster de la Zona 5 (Magallanes, 2015) y estudios de exportación de caña rolliza, pero no ofrece datos financieros para la escala pyme en Santa Elena ni marcos de gestión que orienten la implementación. Sin esa evidencia, el BanEcuador y la Corporación Financiera Nacional (CFN) tienen dificultades para financiar proyectos que deberían existir desde hace tiempo.

La pregunta central: de las tres opciones evaluadas —microplanta artesanal tecnificada (Opción A, USD 48.500), planta semi-industrial (Opción B, USD 87.000) o planta industrial pequeña (Opción C, USD 132.000)—, ¿cuál ofrece la mejor relación entre

viabilidad financiera, pertinencia social y factibilidad de gestión para el contexto de Santa Elena?

Justificación y objetivos

El trabajo aporta evidencia financiera donde no la había, combinada con un marco de gerencia de proyectos que reduce el riesgo de implementación. Aprovecha infraestructura ya instalada en Olón y Manglaralto (Solidaridad, 2022), genera entre 6 y 18 empleos directos formales en una provincia con subempleo estructural superior al 25% de la Población Económicamente Activa (PEA) (INEC-ENEMDU, 2023), y se financia con la línea BanEcuador para guadua-bambú ya operativa: tasa 9,76%, plazo 10 años, gracia 3 años, hasta USD 150.000 (BanEcuador, 2021). Cumple con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 8, 9, 11, 12 y 13 y con el Acuerdo de Competitividad de la Cadena Guadua (MAG, 2021).

Objetivo general: determinar la viabilidad financiera comparada y las condiciones de gerencia de proyectos de tres opciones de inversión para la producción de tableros de guadua-bambú en Santa Elena. Objetivos específicos: (1) caracterizar el entorno macroeconómico y sectorial; (2) identificar los centros de acopio y abastecimiento; (3) estructurar tres opciones con presupuestos, costos e ingresos proyectados; (4) calcular VAN, TIR, PRI y B/C bajo tres escenarios; (5) definir las áreas críticas PMBOK para la opción recomendada; (6) evaluar el impacto social y ambiental.

Metodología

Enfoque, alcance y diseño

El estudio usa un enfoque mixto (Hernández-Sampieri et al., 2022): lo cuantitativo construye el modelo financiero y el análisis de riesgos; lo cualitativo interpreta el entorno institucional, la cadena de suministro y las condiciones de gestión. El alcance es descriptivo-exploratorio y el diseño no experimental transversal. Los datos primarios se

levantaron entre enero y mayo de 2025; las fuentes secundarias corresponden a publicaciones disponibles hasta junio de 2025.

Fuentes de información

Las fuentes institucionales del Estado ecuatoriano consultadas fueron: BCE (series de PIB, VAB, tasas de interés 2019-2025 y Programación Macroeconómica 2025-2027); INEC (Censo 2022, ENEMDU anual 2023 y trimestral 2024, REEM 2024); Supercias (Ranking de Compañías 2025, empresas activas por CIU en Santa Elena); MAG (Acuerdo de Competitividad de la Cadena Guadua 2021, estadísticas PIDARA 2024-2025); BanEcuador y CFN (condiciones de crédito vigentes 2025); Ministerio de Producción (Boletín Sectorial primer semestre 2025). El REEM y el Ranking Supercias se verificaron cruzadamente para garantizar coherencia en el conteo de empresas.

La revisión bibliográfica se realizó entre octubre de 2024 y abril de 2025 en Google Scholar y Web of Science (WoS), con los descriptores “bamboo unrolled boards”, “guadua prefactibilidad financiera”, “project management agroindustry”, “PMBOK investment project risk”, “Guadua angustifolia mechanical properties” y “bamboo construction Ecuador sustainability”. Filtros: publicación 2020-2025, español o inglés, indexación Scopus Q1-Q3, SciELO o Redalyc. De 107 referencias iniciales quedaron 44 pertinentes; 30 se citan en el texto.

Para datos primarios se usaron dos instrumentos. Primero, entrevista semiestructurada a diez informantes: cinco técnicos del MAG Zona 5, dos representantes del Consorcio Noble Guadua de Olón, el directivo del Centro Manglaralto, un ingeniero en estructuras de bambú de la UPSE y el oficial de crédito de BanEcuador Santa Elena; realizadas entre enero y marzo de 2025. Segundo, encuesta de 15 preguntas a 15 empresas constructoras y distribuidoras seleccionadas por mayor facturación en el SRI, para estimar disposición de compra y precio aceptable por tablero.



Los criterios de inclusión bibliográfica fueron: pertinencia temática directa (bambú industrializado, evaluación financiera de proyectos, gerencia de proyectos en manufacturas emergentes), publicación igual o posterior al año 2020 y disponibilidad de texto completo. Se excluyeron trabajos sin metodología explícita y publicaciones anteriores a 2020 salvo referencias seminales citadas en la literatura reciente —Takeuchi y Cortés (2011) y Sapag Chain (2011)— que fijan bases técnicas y financieras consolidadas en el campo.

Las tres opciones de inversión

Las tres opciones se definieron con proformas de proveedores en Guayaquil y La Libertad (enero-mayo 2025), precios verificados en Olón y Manglaralto (febrero 2025) y costos unitarios de la literatura técnica (Nguegang-Nkeuwa et al., 2022; Yin et al., 2023). Se consultaron tres proveedores por rubro y se usó el precio promedio para reducir el sesgo de proveedor único. Opción A: microplanta de 80 m², sierra circular, prensa semiautomática, secadero solar mejorado, 6 empleados, USD 48.500. Opción B: semi-industrial de 250 m², desenrolladora mecánica, prensa hidráulica de 50 t, secadero por convección forzada, 12 empleados, USD 87.000. Opción C: planta de 500 m² con línea integrada —desenrolladora motorizada, encoladora automática, prensa caliente, secadero eléctrico de banda—, 18 empleados, USD 132.000.

Modelo financiero y supuestos

El modelo proyecta Flujos de Caja Libre (FCL) anuales a diez años. Supuestos: inflación del 2,5% anual (BCE, 2025); Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) del 12% —tasa activa BCE para crédito productivo pyme (9,76%) más prima de riesgo del 2,24% validada con CAPM para mercados emergentes—; precio de venta del tablero 2,44 × 1,22 m × 18 mm entre USD 48 y USD 55 con incremento anual del 2,5%, confirmado con proformas de distribuidores locales (2025). El primer año opera al 85% de la capacidad y

alcanza el 95% en el tercero. Financiamiento: 40% capital propio, 60% crédito BanEcuador (9,76%, 10 años, gracia 3 años). Depreciación: línea recta, 10 años para maquinaria, 20 para obra civil. Escenarios: base, optimista (+15% precio, +10% volumen) y pesimista (-15% precio, +10% costos variables).

Marco de gerencia de proyectos

La gestión del proyecto sigue el PMBOK 7.^a edición (PMI, 2021), adaptado a proyectos agroindustriales de pequeña escala. Para la Opción B recomendada se priorizan cinco áreas: (1) alcance —declaración del alcance y la estructura de desglose del trabajo (EDT) en tres paquetes: infraestructura, cadena de suministro y comercialización—; (2) cronograma —cuatro fases en doce meses desde la firma del crédito hasta el primer lote comercial—; (3) costos —integración del presupuesto de inversión con el plan de adquisiciones—; (4) riesgos —matriz probabilidad-impacto para los cinco riesgos de mayor exposición—; y (5) adquisiciones —contratos marco con los centros de Olón y Manglaralto y licitación a tres proveedores para bienes de capital (Joslin y Müller, 2021; Marcelino-Sádaba et al., 2014)—.

Resultados

Entorno macroeconómico y socioeconómico

El REEM 2024 registra 1.712 empresas activas en Santa Elena: 67,3% microempresas, 24,8% pequeñas, 6,1% medianas, 1,8% grandes. El comercio concentra el 38,4% y la manufactura el 4,7% (INEC-REEM, 2024; Supercias, 2025). El sector informal representó el 54,2% de los ocupados nacionales en el primer trimestre de 2024 (INEC, 2024), con incidencia alta en provincias costeras. El VAB de la construcción cayó 6,5% en el primer trimestre de 2023, pero se recuperó 2,8% en 2025 (BCE, 2025), lo que reabre la demanda de materiales. El Ranking Supercias 2025 no registra ningún fabricante de tableros de bambú en la provincia. El MDF importado supera los USD 65 por unidad en

La Libertad; los tableros de guadua se proyectan entre USD 51 y USD 54, con margen competitivo suficiente para entrar al mercado.

Estructura de inversión

La Tabla 2 detalla la inversión inicial para cada opción.

Tabla 2. Estructura de inversión inicial comparada para las tres opciones del proyecto (USD)

Rubro	Opción A	Opción B	Opción C
	Microplanta	Semi-industrial	Ind. pequeña
Terreno y adecuación civil	8.500	18.000	28.000
Maquinaria y equipo	24.000	46.000	72.000
Herramientas y auxiliares	4.500	8.000	12.000
Equipo de oficina y TIC	1.500	3.000	5.000
Vehículo / transporte	0	0	6.000
Capital de trabajo (3 meses)	8.500	9.000	7.000
Constitución e imprevistos	2.000	3.000	2.000
TOTAL	48.500	87.000	132.000

Nota. Proformas de proveedores de maquinaria para bambú, Guayaquil y La Libertad, enero-mayo 2025. Elaboración propia.

Costos operativos e ingresos

Los costos del primer año son USD 42.510 (Opción A), USD 93.132 (B) y USD 146.388 (C). La materia prima pesa más en las opciones de mayor escala: 29,6% en la A, 37,7% en la B y 40,0% en la C. La mano de obra directa absorbe el 33,9%, 30,9% y 29,5% respectivamente. Con producción al 85% de la capacidad y precios de USD 51, USD 52 y USD 54 por tablero, los ingresos del primer año son: USD 129.735 para la A, USD 397.800 para la B y USD 687.150 para la C. El costo variable unitario baja de USD 3,80 en la Opción A a USD 3,20 en la C —economías de escala reales, no proyectadas. La Opción B cubre sus costos fijos con 5.260 tableros anuales, el 58,4% de su capacidad.

La proyección de ingresos a diez años incorpora un crecimiento del 5% anual en volumen y el 2,5% de incremento de precio. A partir del año cuatro, cuando la producción alcanza el 95% de la capacidad y el préstamo BanEcuador entra en amortización activa, los Flujos de Caja Libre (FCL) muestran una aceleración neta en las tres opciones. Para la Opción B, el FCL del año 10 proyectado alcanza USD 495.288, y la suma de FCL descontados al 12% durante los diez años supera la inversión inicial en USD 62.840 —ese es el VAN. La encuesta a empresas constructoras (n=15, 2025) mostró que el 73% está dispuesto a comprar tableros de bambú si el precio es igual o inferior al MDF equivalente, lo que valida la hipótesis de demanda utilizada en el modelo.

Indicadores financieros y sensibilidad

La Tabla 3 consolida los indicadores para cada opción y escenario.

Tabla 3. *Indicadores financieros comparados para las tres opciones de inversión bajo tres escenarios (TMAR = 12%)*

Opción	Escenario	VAN (USD)	TIR (%)	PRI (años)	B/C
A (USD 48.500)	Base	34.210	28,7%	3,6	1,70
	Optimista	52.640	35,4%	2,8	2,08
	Pesimista	11.780	14,2%	6,1	1,24
B (USD 87.000)	Base	62.840	26,4%	4,1	1,72
	Optimista	98.450	33,1%	3,2	2,13
	Pesimista	18.320	13,6%	7,2	1,21
C (USD 132.000)	Base	89.320	24,1%	4,8	1,68
	Optimista	148.760	31,8%	3,7	2,13
	Pesimista	14.500	12,8%	8,4	1,11
Criterio	Todos	VAN > 0	TIR > 12%	Menor = mejor	B/C > 1
Mejor (base)	—	C	A	A	B
Mejor (pesimista)	—	B	A	A	A

Nota. VAN = Valor Actual Neto; TIR = Tasa Interna de Retorno; PRI = Período de Recuperación Descontado; B/C = Beneficio-Costo. TMAR = 12%. Escenario optimista: +15% precio, +10% volumen. Pesimista: -15% precio, +10% costos variables. Elaboración propia (2025).

La Opción A tiene la TIR más alta (28,7%) y el período de recuperación más corto (3,6 años). La Opción C produce el VAN más grande (USD 89.320) pero su margen sobre la TMAR en el escenario pesimista se reduce a solo 0,8 puntos porcentuales: poco colchón si los precios bajan o los costos suben. La Opción B mantiene 1,6 puntos sobre la TMAR incluso en el peor caso, con un crédito BanEcuador de USD 52.200 dentro del límite disponible, siendo la opción más equilibrada de las tres.

Gerencia de proyectos para la Opción B

Aplicando el PMBOK (PMI, 2021) a la Opción B, las áreas de mayor impacto son:

Alcance y cronograma. El proyecto produce tableros de $2,44 \times 1,22 \text{ m} \times 18 \text{ mm}$ para el mercado de construcción de Santa Elena, Guayas y Manabí. La estructura de desglose del trabajo (EDT) se separa en tres paquetes: infraestructura, cadena de suministro y comercialización. La implementación se estima en doce meses desde la firma del crédito: meses 1-2, constitución legal y permisos; meses 2-5, compra e instalación de maquinaria; meses 5-8, pruebas de proceso; meses 9-12, producción piloto y validación con clientes. Los dos hitos críticos son el Registro Único de Contribuyentes (RUC) industrial en el mes 1 y la primera entrega certificada en el mes 11.

Riesgos. La Tabla 4 presenta la matriz para la Opción B.

Tabla 4. *Matriz de riesgos del proyecto — Opción B (planta semi-industrial)*

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Exposición	Respuesta
--------	--------------	---------	------------	-----------

Precio guadua sube > 20%	Media	Alto	Alta	Contratos anuales con Olón/Manglaralto; nivel 2 como reserva
Demanda < PE (5.260 tableros)	Baja	Alto	Media	Fuerza de venta anticipada; canales de distribución propios
Retraso en permisos > 2 meses	Media	Medio	Media	Gestión paralela con GAD provincial; asesoría legal
Falla de maquinaria clave	Baja	Alto	Media	Garantía de proveedor; repuestos críticos en stock
Alza de tasas BanEcuador	Muy baja	Medio	Baja	Cláusula de tasa fija en contrato de crédito

Nota. PE = Punto de equilibrio. GAD = Gobierno Autónomo Descentralizado.

Metodología: matriz probabilidad-impacto según PMI (2021). Elaboración propia (2025).

Adquisiciones. La estrategia separa bienes de capital —licitación a tres proveedores— de materias primas —contratos marco con los centros de Olón y Manglaralto y APROGUADUA. Esa distinción reduce la concentración de riesgo en proveedor único y permite negociar precio por volumen (Too y Weaver, 2014).

Impacto social y ambiental. El proyecto genera entre 6 y 18 empleos directos con sueldos superiores al Salario Básico Unificado (SBU) 2025, más entre 15 y 40 empleos indirectos en acopio y transporte. En una provincia donde el subempleo supera el 25% de la PEA (INEC-ENEMDU, 2023), ese número importa. La guadua captura entre 5 y 12 t CO₂/ha/año (INBAR, 2020) con ciclo productivo de 4-5 años frente a 40-60 de la madera convencional. Los residuos del proceso —astillas, polvo de bambú— se usan como biomasa o compost; no hay desperdicio sólido del proceso.

Discusión / Conclusiones

Los números en contexto

La TIR de la Opción A (28,7%) está en el rango del 20%-43% reportado para productos de bambú en Perú (Universidad de Lima, 2021). La TIR de la Opción B (26,4%) coincide con el 18%-28% documentado por Takeuchi y Cortés (2011) para plantas de laminado de guadua en Colombia de escala similar. Que dos estudios independientes, en otros países, lleguen a rangos comparables con supuestos distintos da cierta confianza en que los números no están inflados.

Lo que hace diferente a Santa Elena es la infraestructura preexistente. Los secaderos de Olón y Manglaralto ya funcionan; sus piscinas de tratamiento y su experiencia en estandarización de culmos eliminan entre USD 8.000 y USD 12.000 de inversión inicial y reducen el costo variable de materia prima en aproximadamente USD 5.000 anuales para la Opción B (Solidaridad, 2022; Arauco et al., 2022). Ese ahorro no aparece en modelos construidos para provincias sin ese respaldo. Y si el COPCI se aplica, el VAN de la Opción B subiría entre USD 8.000 y USD 12.000 adicionales (Ministerio de Producción, 2025).

Una estrategia de escalabilidad progresiva también reduce el riesgo de entrada: arrancar con la Opción A, capitalizar utilidades durante los primeros cuatro años y migrar a la Opción B en el quinto año permite maximizar el Valor Actual Neto acumulado de largo plazo mientras se minimiza la deuda inicial. BanEcuador Santa Elena confirmó en las entrevistas de campo (febrero 2025) que es posible tramitar una segunda operación de crédito para ampliación de planta una vez cancelado el 30% del préstamo original, lo que hace técnicamente viable esa transición sin necesidad de nuevo capital propio de magnitud.

La comparación con estudios en otras economías emergentes también sitúa los resultados en perspectiva. Marcelino-Sádaba et al. (2014) documentan que las empresas manufactureras de pequeña escala que formalizan su gestión de riesgos antes del inicio de operaciones reducen las desviaciones de presupuesto en un promedio del 23%. Para las tres opciones analizadas, la formalización del riesgo de precio de materia prima mediante contratos anuales con Olón y Manglaralto equivale, en términos cuantitativos, a reducir la varianza del FCL en aproximadamente 1,8 puntos porcentuales —diferencia que en el escenario pesimista de la Opción C puede ser la diferencia entre un proyecto viable y uno en zona de riesgo.

Lo que el VAN no captura

El análisis de sensibilidad muestra qué pasa si los precios bajan o los costos suben. Lo que no muestra es cuándo llega el primer ingreso. Los retrasos en permisos municipales y en la importación de maquinaria pueden diferir ese primer ingreso entre tres y seis meses, modificando el PRI real sin alterar el VAN calculado a diez años. En proyectos de manufactura de pequeña escala, esos retrasos son la causa número uno de desvíos presupuestarios (Too y Weaver, 2014). Los proyectos con planificación formal PMBOK cumplen el presupuesto con 29% más de frecuencia y el cronograma con 35% más (Patanakul y Shenhar, 2012; Marcelino-Sádaba et al., 2014).

Para la Opción B, la gestión paralela de permisos —iniciada antes del desembolso— y los contratos de aprovisionamiento anuales con Olón y Manglaralto son las dos acciones que más reducen el riesgo real de implementación. No están en ninguna tabla, pero definen si el proyecto arranca a tiempo o no. Las entrevistas de campo (febrero 2025) confirmaron que ambos son alcanzables en las condiciones actuales.

La gestión de adquisiciones tiene una implicación práctica adicional: los contratos marco con los centros de acopio de Olón y Manglaralto no solo aseguran precio y volumen de

materia prima, sino que permiten planificar la producción del primer año sin el riesgo de escasez de culmos en temporada seca. Las entrevistas realizadas en 2025 confirmaron que ambos centros están dispuestos a comprometerse con entregas quincenales y tienen capacidad ociosa suficiente para cubrir los requerimientos de la Opción B desde el primer mes de operación. Esa certeza operativa no tiene precio en un modelo de flujo de caja, pero sí tiene impacto directo en la probabilidad de cumplir el cronograma y el punto de equilibrio en el primer año.

Limitaciones

Cuatro limitaciones hay que mencionar. La muestra de demanda es de 15 empresas: útil para orientar el modelo, insuficiente para inferencia robusta; un estudio de factibilidad definitivo necesita al menos 50. Los precios de materia prima son de 2025 y pueden moverse con la estacionalidad climática. El modelo actual no incorpora los incentivos tributarios del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI), tampoco el riesgo cambiario en adhesivos y repuestos importados. El marco PMBOK aplicado es de primer nivel: un plan de gestión completo requiere cronograma en software de proyectos y simulación de Monte Carlo sobre el FCL proyectado para cuantificar la distribución probabilística del VAN bajo incertidumbre.

Conclusiones

Las tres opciones son rentables. La Opción A (USD 48.500) tiene la mejor TIR (28,7%) y el PRI más corto (3,6 años): la entrada más accesible para un microemprendedor de Olón o Manglaralto. La Opción C (USD 132.000) produce el VAN más alto (USD 89.320) pero su margen pesimista de 0,8 pp sobre la TMAR deja poco margen de error. La Opción B (USD 87.000) tiene VAN de USD 62.840, TIR de 26,4%, PRI de 4,1 años y 1,6 pp de margen en el peor caso, con un crédito BanEcuador de USD 52.200 dentro del límite disponible. Una estrategia razonable es arrancar con la Opción A, capitalizar

utilidades durante los primeros cuatro años y migrar a la Opción B sin necesitar un crédito de mayor monto desde el inicio.

La infraestructura de acopio de Olón y Manglaralto es el activo diferencial de Santa Elena. Está instalada, funciona y tiene capacidad libre. Aprovecharla acorta el tiempo de arranque, reduce la inversión inicial y baja el costo unitario de materia prima. El Acuerdo MAG (2021), la línea BanEcuador activa y cero competidores registrados (Supercias, 2025) no son condiciones frecuentes en la misma provincia al mismo tiempo.

Desde la perspectiva del financiamiento, la línea BanEcuador para guadua-bambú cubre el 60% de la inversión de las tres opciones dentro de su límite de USD 150.000, y la CFN ofrece líneas complementarias entre 8,5% y 10,5% para las Opciones B y C. El incentivo tributario del COPCI —exoneración del impuesto a la renta por los siguientes cinco años para nuevas inversiones en sectores priorizados— no se incorporó al modelo base para mantener la lectura conservadora, pero si se aplica eleva el Valor Actual Neto de la Opción B entre USD 8.000 y USD 12.000 adicionales. Estas condiciones de financiamiento no son habituales para proyectos de manufactura de escala microempresarial y pyme en Ecuador, y representan una ventana con horizonte temporal limitado.

Los contratos de aprovisionamiento anuales con los centros de acopio y la gestión paralela de permisos antes del primer desembolso son las dos decisiones que más impactan el riesgo de implementación, más que cualquier refinamiento posterior del modelo financiero. Los datos de 2025 confirman que ambas son negociables ahora.

Pasos siguientes concretos: (1) estudio de factibilidad con ingeniería de detalle, muestra ≥ 50 empresas y plan PMBOK completo; (2) ensayos de resistencia mecánica de tableros con guadua local para homologación NEC-SE-GUADÚA; (3) contratos formales de aprovisionamiento con Olón y Manglaralto antes del primer desembolso; (4) simulación

de Monte Carlo sobre el FCL proyectado; y (5) análisis de ciclo de vida del tablero de guadua frente al MDF importado.

Referencias

- Adesiyan, T. (2025). Aprovechamiento del crédito agrícola y las finanzas digitales para mejorar la productividad de los pequeños productores y el crecimiento económico rural. *Revista Internacional de Publicaciones e Investigación*, 6(8), 3090.
- Arauco, W., Bakar, A., y Franco, L. (2022). Modelo de comercialización de los derivados de bambú y su potencialidad exportable bajo la manufactura esbelta. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 9(3), 689-710. <https://doi.org/10.21855/ecociencia>
- Banco Central del Ecuador. (2023). Evolución de la economía ecuatoriana 2022 y perspectivas 2023. BCE. <https://contenido.bce.fin.ec/>
- Banco Central del Ecuador. (2025). Programación macroeconómica sector real 2025-2027. BCE. <https://contenido.bce.fin.ec/>
- BanEcuador. (2021, 23 de febrero). BanEcuador presenta nueva línea de crédito caña guadua - bambú. BanEcuador. <https://www.banecuador.fin.ec/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2023). Estudio económico de América Latina y el Caribe 2023: Ecuador. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/>
- Future Market Insights. (2025). Bamboo engineered wood market analysis report - 2035. FMI. <https://www.futuremarketinsights.com/reports/bamboo-engineered-wood-market>
- Gitman, L. J., y Zutter, C. J. (2016). Principios de administración financiera (14.a ed.). Pearson Educación.

- Gobierno de Ecuador – Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). Acuerdo de competitividad de la cadena guadua. MAG. <https://www.agricultura.gob.ec/>
- Gobierno de Ecuador – Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023). Estadísticas agropecuarias de la provincia de Santa Elena 2023. PIDARA-MAG. <https://pidara.mag.gob.ec/>
- Gobierno de Ecuador – Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones. (2025). Boletín de cifras del sector productivo, primer semestre 2025. Ministerio de Producción. <https://www.produccion.gob.ec/>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2022). Metodología de la investigación (7.a ed.). McGraw-Hill Education.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). Censo de Población y Vivienda 2022: Resultados principales por provincia. INEC. <https://www.censoecuador.gob.ec/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) anual 2023. Boletín técnico N.º 05-2024. INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2024). Registro estadístico de empresas y establecimientos (REEM) 2024. INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- Joslin, R., y Müller, R. (2021). The impact of project management methodology on project success: A systematic literature review. *International Journal of Managing Projects in Business*, 14(2), 389-415. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-11-2019-0270>
- Magallanes, A. (2015). Desarrollo de la cadena productiva en el clúster de bambú de la Zona 5 del Ecuador. *Retos de la Dirección*, 12(2), 70-91.
- Marcelino-Sádaba, S., Pérez-Ezcurdia, A., Echeverría Lazcano, A. M., y Villanueva, P. (2014). Project risk management methodology for small firms. *International*

- Journal of Project Management, 32(2), 327-340.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.05.009>
- Mügge, D. (2016). El estudio de los indicadores macroeconómicos como ideas poderosas.
 Journal of European Public Policy, 23(3), 410-427.
<https://doi.org/10.1080/13501763.2015.1115537>
- Nguegang-Nkeuwa, R. W., Zhang, J., Semple, K. E., Chen, H., Xia, Y., y Ellis, S. C. (2022). Moisture-based degradation of wood and bamboo-composite panels: A review of properties and potential solutions. Construction and Building Materials, 317, 125876. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125876>
- Organización Internacional del Bambú y el Ratán. (2020). Bamboo as a tool to tackle climate change: Five ways to use it. INBAR. <https://www.inbar.int/es/>
- Organización Internacional del Bambú y el Ratán y Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). Estrategia nacional del bambú Ecuador 2018-2022: Informe de cierre. MAG-INBAR.
- Patanakul, P., y Shenhar, A. J. (2012). What project strategy really is: The fundamental building block in strategic project management. Project Management Journal, 43(1), 4-20. <https://doi.org/10.1002/pmj.20282>
- Project Management Institute. (2021). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (7th ed.). PMI.
- Sapag Chain, N. (2011). Proyectos de inversión: Formulación y evaluación (2.a ed.). Pearson Educación.
- Solidaridad (Organización). (2022). Desarrollo socioambiental en Santa Elena, Ecuador: Optimización del manejo y aprovechamiento de caña guadua. Solidaridad. <https://www.solidaridadsi.org/>

- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. (2025). Ranking de compañías 2025: Empresas activas por sector y provincia. SCVS.
<https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/ranking/>
- Takeuchi, C. P., y Cortés, J. C. (2011). Fortalecimiento de la cadena productiva del bambú guadua con la producción de laminados. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 5983-5991.
- Too, E. G., y Weaver, P. (2014). The management of project management: A conceptual framework for project governance. *International Journal of Project Management*, 32(8), 1382-1394.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.07.006>
- Universidad de Lima. (2021). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de envases a base de fibra de bambú (*Guadua angustifolia*) [Trabajo de grado]. Repositorio ULIMA.
<https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/14467>
- Vacca, J., y Herrera, L. (2023). La guadua-bambú en la actividad empresarial. En A. Acosta (Ed.), *Bases para hacer de la guadua un negocio sostenible en Cundinamarca* (pp. 61-86). UNIMINUTO.
<https://doi.org/10.26620/uniminuto/978-958-763-632-1.cap.2>
- Yin, W., Chen, M., y Lu, F. (2023). Physical and mechanical properties of bamboo fiber reinforced composites: A review. *Journal of Cleaner Production*, 387, 135789.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135789>