

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**Modelo ProLab:** Vidrios y Tejas Fotovoltaicos, un Impulso al Uso de  
Energía Renovable para Empresas Socialmente Responsables

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO  
EN ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS**

**QUE PRESENTA:**

Edwin Aaron, Bellido Sánchez  
Javier Enrique, Cuba Saavedra  
Freddy Alex, Olivares Pardo  
Víctor Miguel, Otiniano Alvarado

**ASESOR**

Dr. Pablo José Arana Barbier

**Santiago de Surco, febrero 2026**

### Declaración Jurada de Autenticidad

Yo, Dr. Pablo José Arana Barbier, docente del Departamento Académico de Posgrado en Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada “Modelo Prolab: Vidrios y Tejas Fotovoltaicos, un Impulso al Uso de Energía Renovable para Empresas Socialmente Responsables”, de los autores

Edwin Aaron Bellido Sánchez,

Javier Enrique Cuba Saavedra,


Freddy Alex Olivares Pardo,

Víctor Miguel Otiniano Alvarado

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 12%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 10/07/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Surco 10 de julio del 2025

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Arana Barbier, Pablo José</u>	
DNI:44614140	Firma 
ORCID: 0000-0002-4449-0086	

## Agradecimientos

Agradezco a Dios por todas las bendiciones y la oportunidad de formarme en esta prestigiosa institución educativa, mi más profunda gratitud a mi familia, quienes han sido un apoyo incondicional en cada decisión de mi vida. Un reconocimiento especial al Dr. Pablo Arana, cuyas enseñanzas y disponibilidad han sido fundamentales en mi proceso de formación. Finalmente, expreso mi gratitud a mis compañeros, cuya dedicación y compromiso han enriquecido mi experiencia académica durante todo este trayecto.

Edwin Aarón Bellido Sánchez

En este momento significativo, elevo mi gratitud a Dios por concederme este regalo que guiará mi camino. Agradezco profundamente a mi esposa Pamela, quien ha sido un apoyo fundamental en mi trayectoria. Un reconocimiento especial a mis padres Irma y Jorge, por transmitirme los valores que me han permitido llegar hasta aquí. Mi más sincero agradecimiento a mi familia por su apoyo moral incondicional, a mis compañeros Víctor, Javier y Edwin, les expreso mi gratitud por su amistad y paciencia. Finalmente, destaco al Dr. Pablo Arana, cuyas enseñanzas han sido cruciales en este proceso de formación.

Freddy Alex Olivares Pardo

La culminación de esta tesis ha sido posible gracias al apoyo incondicional de personas fundamentales en mi vida. Mi más sincera gratitud a mis padres, Jovita Irma Saavedra Yupanqui y Javier Enrique Cuba Rebaza, quienes han sido mi raíz, sostén y refugio en cada momento de duda, brindándome un amor que trasciende toda circunstancia, a mi hermano Marbin Bryan Cuba Saavedra, de quien he aprendido la fortaleza para enfrentar los desafíos de la vida, a mi pareja Liana Kendy Caballero Alfaro, por su infinita paciencia y apoyo constante, un reconocimiento especial a mi Tía Elastenia Jesús Saavedra Yupanqui, cuyo ejemplo y consejos me han inspirado a persistir ante cualquier obstáculo.

Javier Enrique Cuba Saavedra

Agradezco a Dios, por darme la fuerza, salud y sabiduría para culminar esta etapa, a mi familia, por su amor incondicional, a mi madre Lucila y la memoria de mi padre Miguel, a mi esposa Aracely y mis hijos José, Víctor y Luis, por ser mi mayor motivación. Al Dr. Pablo Arana, por su guía académica, a mis compañeros Freddy, Javier y Edwin por su apoyo, y a Unimaq s.a. por mi crecimiento profesional, gracias a todos.

Víctor Miguel Otiniano Alvarado



## Dedicatorias

Dedico este trabajo a mis padres, quienes con su amor incondicional, sabios consejos y constante apoyo me inspiraron a alcanzar mis metas profesionales, especialmente en los momentos más desafiantes de mi trayecto.

Edwin Aarón Bellido Sánchez

Dedico este trabajo a mi esposa Pamela, quien me motivó en este camino académico. su compañía es una bendición divina, juntos compartimos alegrías y ahora me comprometo a aplicar lo aprendido para desarrollar un liderazgo confiable, contribuyendo a la sostenibilidad, innovación y bienestar colectivo.

Freddy Alex Olivares Pardo

A mi hijo Bastian Javier Cuba Caballero, luz de mi camino y razón más profunda de mi esfuerzo, este logro académico celebra tu existencia, representa mi esperanza y mi compromiso de construirte un futuro lleno de oportunidades, con amor infinito.

Javier Enrique Cuba Saavedra

Dedico esta tesis a la memoria de mi padre Miguel y a mi madre Lucila, cuyo ejemplo y amor incondicional guían mi camino, a mi esposa Aracely, por su paciencia y apoyo, y a mis hijos José, Víctor y Luis, mi fuente de inspiración, este logro es de todos ustedes.

Víctor Miguel Otiniano Alvarado

## Resumen Ejecutivo

En el escenario actual, el cambio climático ha impulsado la búsqueda de alternativas para reducir impactos ambientales, siendo el sector inmobiliario uno de los mayores consumidores de energía, responsable aproximadamente del 40% del consumo energético mundial y del 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta problemática se intensifica considerando que el 75% del sector inmobiliario en la Unión Europea es energéticamente ineficiente, mientras la población mundial ha superado los 8,000 millones de personas, proyectándose alcanzar 9,700 millones para 2050, lo que incrementará significativamente la demanda energética y de proyectos inmobiliarios.

Como respuesta innovadora surge SunXcel, que ofrece vidrios y tejas fotovoltaicos que transforman elementos constructivos convencionales en generadores de energía limpia. La propuesta integra tecnología fotovoltaica en materiales de construcción que, además de cumplir su función estructural original, generan electricidad, permitiendo reducir costos operativos a largo plazo, aumentar el valor inmobiliario y obtener certificaciones sostenibles. La validación del proyecto confirmó su viabilidad multidimensional; la investigación de mercado reveló que el 75% de los profesionales del sector valoran positivamente la iniciativa, mientras que el análisis financiero proyecta un VAN de S/2'696,134.35 y una TIR del 74.20%, con una inversión inicial de S/2'322,550.00. El impacto social se cuantifica en beneficios que ascienden a S/2'913,155 al quinto año, contribuyendo directamente a tres Objetivos de Desarrollo Sostenible (7, 11 y 12), donde destacan reducciones de hasta 4'849,000 kWh de consumo eléctrico y 2,463 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales evitadas. Las proyecciones estiman que el modelo alcanzará a influir en 373 proyectos implementados para el quinto año operativo, con penetración progresiva en el mercado y un crecimiento sostenido en profesionales alcanzados que permitirá consolidarse como referente en construcción sostenible.

## Abstract

In the current scenario, climate change has driven the search for alternatives to reduce environmental impacts. The real estate sector is one of the largest energy consumers, responsible for approximately 40% of global energy consumption and 36% of greenhouse gas emissions. This problem is exacerbated by the fact that 75% of the real estate sector in the European Union is energy inefficient, while the global population has surpassed 8 billion people and is projected to reach 9.7 billion by 2050, which will significantly increase the demand for energy and real estate projects.

SunXcel emerged as an innovative response, offering photovoltaic glass and tiles that transform conventional construction elements into clean energy generators. The proposal integrates photovoltaic technology into building materials that, in addition to fulfilling their original structural function, generate electricity, reducing long-term operating costs, increasing real estate value, and obtaining sustainable certifications. The project's validation confirmed its multidimensional viability; Market research revealed that 75% of industry professionals positively value the initiative, while financial analysis projects an NPV of S/2'696,134.35 and an IRR of 74.20%, with an initial investment of S/2'322,550.00. The social impact is quantified in benefits amounting to S/2'913,155 by the fifth year, directly contributing to three Sustainable Development Goals (7, 11, and 12), highlighting reductions of up to 4'849,000 kWh in electricity consumption and 2,463 tons of CO<sub>2</sub> avoided annually. Projections estimate that the model will influence 373 implemented projects by the fifth year of operation, with progressive market penetration and sustained growth in the number of professionals reached, allowing it to consolidate itself as a benchmark in sustainable construction.

## Tabla de Contenidos

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>xi</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>xiii</b>
<b>Capítulo I. Definición del Problema .....</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto del Problema a Resolver .....	1
1.2 Presentación del Problema a Resolver.....	5
1.3 Sustento de la Complejidad y Relevancia del Problema a Resolver .....	7
<b>Capítulo II. Análisis del Mercado .....</b>	<b>9</b>
2.1 Descripción del Mercado o Industria.....	9
2.2 Análisis Competitivo Detallado.....	12
2.2.1. Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter.....	18
<b>Capítulo III. Investigación del Usuario .....</b>	<b>21</b>
3.1 Perfil del Usuario.....	21
3.2 Mapa de Experiencia de Usuario.....	24
3.3 Identificación de la Necesidad.....	26
3.4 Quick Wins.....	29
<b>Capítulo IV: Diseño del Producto .....</b>	<b>33</b>
4.1 Concepción del Producto o Servicio .....	33
4.1.1 Planeamiento.....	35
4.1.2 Revisión .....	35
4.1.3 Feedback del Prototipo.....	35
4.2 Desarrollo de la Narrativa .....	37
4.3 Tipo de Innovación del Producto o Servicio.....	38
4.4 Propuesta de Valor .....	43
4.5 Producto Mínimo Viable (PMV).....	45

<b>Capítulo V. Modelo de Negocio .....</b>	<b>51</b>
5.1 Lienzo del Modelo de Negocio .....	51
5.2 Viabilidad del Modelo de Negocio.....	55
5.3 Escalabilidad / Exponencialidad del Modelo de Negocio .....	59
5.4 Sostenibilidad del Modelo de Negocio.....	62
<b>Capítulo VI. Solución Deseable, Factible y Viable .....</b>	<b>64</b>
6.1 Validación de la Deseabilidad de la Solución .....	64
6.1.1 Hipótesis para Validar la Deseabilidad de la Solución .....	65
6.1.2 Experimentos Empleados para Validar la Hipótesis .....	68
6.2 Validación de la Factibilidad de la Solución .....	71
6.2.1 Plan de Mercadeo.....	71
6.2.2. Plan de Operaciones .....	74
6.2.3 Simulaciones Empleadas para Validar las Hipótesis .....	78
6.3 Validación de la Viabilidad de la Solución .....	85
6.3.1 Presupuesto de Inversión.....	85
6.3.2 Análisis Financiero .....	88
6.3.3 Simulaciones Empleadas para Validar la Hipótesis Financiera.....	90
<b>Capítulo VII. Solución Sostenible .....</b>	<b>94</b>
7.1. Relevancia Social de la Solución .....	94
7.2. Rentabilidad Social de la Solución .....	101
<b>Capítulo VIII: Decisión e Implementación .....</b>	<b>106</b>
8.1 Plan de Implementación .....	106
8.2. Conclusiones .....	110
8.3 Recomendaciones.....	115
<b>Referencias.....</b>	<b>116</b>

<b>Apéndices.....</b>	<b>124</b>
<b>Apéndice A: Data de Entrevistas Realizadas a Potenciales Clientes (10 Entrevistados).....</b>	<b>124</b>
<b>Apéndice B: Encuesta Realizada a Clientes Potenciales .....</b>	<b>126</b>
<b>Apéndice C: Entrevista para Segunda Iteración al Cliente Potencial .....</b>	<b>134</b>
<b>(20 Entrevistados) .....</b>	<b>134</b>
<b>Apéndice D: Encuesta de Evaluación Final para Tercera Iteración al Cliente Potencial (50 encuestados).....</b>	<b>137</b>
<b>Apéndice E: Tarjetas de Pruebas de Hipótesis .....</b>	<b>139</b>
<b>Apéndice F: Tarjeta de Aprendizaje.....</b>	<b>143</b>
<b>Apéndice G. Certificación .....</b>	<b>147</b>
<b>Apéndice H: Cálculo para el LTV Y CAC .....</b>	<b>149</b>
<b>Apéndice I: Presentación del Prototipo .....</b>	<b>150</b>

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación del Ecosistema Competitivo en Energía Solar - Perú</i> .....	14
<b>Tabla 2</b> <i>Cuadro Comparativo de Proveedores Internacionales de Tecnología Fotovoltaica</i> 15	
<b>Tabla 3</b> <i>Cuadro Comparativo de Análisis de Propuesta de Valor vs Competencia Directa</i> ..	16
<b>Tabla 4</b> <i>Cuadro Comparativo de Alternativas de Materiales para Envolvente de Edificaciones o Alternativamente</i> .....	17
<b>Tabla 5</b> <i>Las Cinco Fuerzas de Porter</i> .....	20
<b>Tabla 6</b> <i>Resumen de la Investigación de Mercado</i> .....	23
<b>Tabla 7</b> <i>Costo-Impacto</i> .....	31
<b>Tabla 8</b> <i>Patentes Relevantes Identificadas en Tecnología Fotovoltaica Integrada</i> .....	40
<b>Tabla 9</b> <i>Guía de Encuestas</i> .....	58
<b>Tabla 10</b> <i>Métricas de la Hipótesis de Deseabilidad y Pruebas a Realizar</i> .....	69
<b>Tabla 11</b> <i>Evaluación de Resultados de Pruebas de Deseabilidad</i> .....	70
<b>Tabla 12</b> <i>Marketing Mix</i> .....	72
<b>Tabla 13</b> <i>Presupuesto del Plan de Marketing</i> .....	73
<b>Tabla 14</b> <i>Parámetros para la Simulación del Desempeño del Plan de Mercadeo</i> .....	79
<b>Tabla 15</b> <i>Estadísticos de la Simulación de Montecarlo Desempeño del Plan de Mercadeo</i> .	79
<b>Tabla 16</b> <i>Análisis de Sensibilidad de la Ratio LTV/CAC</i> .....	82
<b>Tabla 17</b> <i>Resumen de los SLA (Acuerdo del Nivel de Servicio)</i> .....	83
<b>Tabla 18</b> <i>Simulación de Montecarlo de Rendimiento Energético SLA (Acuerdo del Nivel de Servicio)</i> .....	83
<b>Tabla 19</b> <i>Simulación de Montecarlo de Tiempo de Instalación SLA (Acuerdo del Nivel de Servicio)</i> .....	84
<b>Tabla 20</b> <i>Simulación de Montecarlo de Durabilidad y Garantía SLA (Acuerdo del Nivel de Servicio)</i> .....	85

<b>Tabla 21</b> <i>Presupuesto de Inversión – Activo No Corriente</i> .....	86
<b>Tabla 22</b> <i>Presupuesto de Inversión – Intangibles</i> .....	86
<b>Tabla 23</b> <i>Total Presupuesto de Inversión</i> .....	87
<b>Tabla 24</b> <i>Estructura de Financiamiento</i> .....	87
<b>Tabla 25</b> <i>Condiciones del Préstamo</i> .....	87
<b>Tabla 26</b> <i>Cronograma Anual de Financiamiento</i> .....	88
<b>Tabla 27</b> <i>Cálculo del B Apalancado</i> .....	88
<b>Tabla 28</b> <i>Cálculo del CAPM</i> .....	89
<b>Tabla 29</b> <i>Cálculo del WACC</i> .....	89
<b>Tabla 30</b> <i>Flujo de Caja Proyectado</i> .....	91
<b>Tabla 31</b> <i>Resultado de Variables</i> .....	92
<b>Tabla 32</b> <i>Escenarios Financieros</i> .....	93
<b>Tabla 33</b> <i>Escenarios Financieros de la Simulación de Montecarlo</i> .....	93
<b>Tabla 34</b> <i>Flourishing Business Canvas</i> .....	95
<b>Tabla 35</b> <i>Análisis del Impacto del ODS 7 - Energía Asequible y No Contaminante</i> .....	98
<b>Tabla 36</b> <i>Análisis del Impacto del ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles</i> .....	99
<b>Tabla 37</b> <i>Análisis del Impacto del ODS 12 - Producción y Consumo Responsables</i> .....	100
<b>Tabla 38</b> <i>Análisis de los Beneficios Sociales</i> .....	103
<b>Tabla 39</b> <i>Cálculo de Costos Sociales</i> .....	104
<b>Tabla 40</b> <i>Cálculo de Rentabilidad Social</i> .....	105

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> TAM, SAM y SOM del Mercado de Vidrios y Tejas Fotovoltaicos .....	11
<b>Figura 2</b> Arquetipo del Usuario del Producto/Servicio .....	25
<b>Figura 3</b> Mapa de la Experiencia de Usuario del Producto .....	27
<b>Figura 4</b> Muestra la Versión Final del Lienzo 6x6.....	30
<b>Figura 5</b> Matriz Costo / Impacto .....	31
<b>Figura 6</b> Sistema de Funcionalidad – Vidrios y Tejas Fotovoltaico.....	34
<b>Figura 7</b> Lienzo Blanco de Relevancia .....	36
<b>Figura 8</b> Propuesta de Valor.....	44
<b>Figura 9</b> PMV del Vidrio y Teja Fotovoltaico.....	48
<b>Figura 10</b> Imagen del Vidrio Fotovoltaico Mejorado.....	49
<b>Figura 11</b> Imagen del Vidrio Fotovoltaico Mejorado.....	49
<b>Figura 12</b> Lienzo del Modelo de Negocio .....	52
<b>Figura 13</b> Entrevistados por Edad .....	56
<b>Figura 14</b> Entrevistados por Género.....	56
<b>Figura 15</b> Entrevistados por Distrito .....	57
<b>Figura 16</b> Matriz Exocanva.....	61
<b>Figura 17</b> Lienzo de Priorización de Hipótesis.....	67
<b>Figura 18</b> Proceso Logístico y de Instalación de las Vidrios y Tejas Fotovoltaicos.....	76
<b>Figura 19</b> Histograma de la Simulación Monte Carlo del Ratio LTV/CAC.....	81
<b>Figura 20</b> Diagrama de Gantt .....	111

## Capítulo I. Definición del Problema

Este capítulo fundamenta la necesidad de integrar tecnologías fotovoltaicas en elementos constructivos tradicionales mediante tres secciones: el contexto del problema analiza el cambio climático y el impacto del sector inmobiliario en el consumo energético global; la presentación del problema define la triple problemática entre demanda energética, deterioro ambiental y expansión de infraestructuras; y el sustento de complejidad examina las barreras técnicas, económicas y regulatorias, estableciendo la alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la urgencia de desarrollar soluciones innovadoras para transformar el paradigma constructivo hacia la sostenibilidad.

### 1.1 Contexto del Problema a Resolver

La realidad del cambio climático contemporáneo resulta innegable en nuestros días ya que surge principalmente como consecuencia del incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera derivados de actividades antropogénicas, mientras que las investigaciones de Forster et al. (2023) evidencian un notable aumento en la temperatura promedio global durante el último siglo coincidiendo con la elevación progresiva de concentraciones de gases invernadero desde el siglo XIX. Este fenómeno de calentamiento documentado a lo largo del siglo XX se vincula con diversas alteraciones en múltiples componentes climáticos tales como modificaciones en el ciclo hidrológico, así como la elevación del nivel medio oceánico e incluso el progresivo derretimiento de hielos en distintas regiones del mundo lo cual ocasiona importantes desequilibrios en ecosistemas globales según los estudios recientes (Yuan et al., 2024).

En este panorama actual destaca notablemente el ámbito inmobiliario como el consumidor energético más significativo encontrándose además entre los emisores principales de dióxido de carbono ya que las edificaciones generan aproximadamente el 40% del consumo total de energía mundial pudiendo liberar alrededor del 36% de las emisiones

totales de gases invernadero según indican Conway y Khoo (2023). Hoy en día dentro de la Unión Europea aproximadamente tres cuartas partes del sector inmobiliario presenta deficiencias desde la perspectiva energética lo cual implica que una proporción considerable de la energía utilizada se desperdicia innecesariamente no obstante estas ineficiencias energéticas podrían reducirse significativamente mediante la renovación de construcciones ya existentes a través de alternativas innovadoras e inteligentes que incorporen materiales energéticamente eficientes en los proyectos constructivos futuros (Dakheel et al., 2020).

Adicionalmente, los datos proporcionados por la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2022) revelan que la población mundial actualmente supera en más del triple la registrada a mediados del siglo XX, habiendo sobrepasado la barrera de los 8.000 millones de habitantes hacia noviembre de 2022; como resultado de esta tendencia, se anticipa que dicha cifra experimentará un incremento considerable durante las próximas tres décadas, pudiendo llegar hasta los 9,700 millones de personas para el año 2050.

Este crecimiento poblacional acelerado, junto con factores como la mayor longevidad y las mejoras generales en condiciones de salud, ha intensificado notablemente los procesos de urbanización, así como importantes flujos migratorios en diversas regiones del mundo; por consiguiente, los informes de la ONU (2022) sugieren que estas dinámicas demográficas acarrearán consecuencias fundamentales para las futuras generaciones, provocando así un aumento sustancial tanto en la demanda energética como en la necesidad de desarrollos inmobiliarios y construcciones de carácter público y privado.

Simultáneamente, la problemática del cambio climático y la liberación de gases de efecto invernadero persistirá con intensidad creciente, lo que ocasionará un deterioro gradual e irreparable a la diversidad biológica y a los sistemas ecológicos de nuestro planeta; este fenómeno, además, representa serias amenazas directas al bienestar y calidad de vida de las poblaciones humanas, pues afecta múltiples aspectos de nuestro entorno vital y modifica las

condiciones ambientales a las que históricamente nos hemos adaptado, generando así desafíos sin precedentes para la sostenibilidad global y la supervivencia de numerosas especies, incluida la nuestra.

Por otra parte, el desarrollo industrial, que abarca sectores como la minería, energía convencional, pesca, fundición, metalurgia, cementos, textiles, alimentos y bebidas, entre otros, avanza vertiginosamente sustentándose en los pilares de la economía del conocimiento e innovación; sin embargo, debe enfrentar simultáneamente una crisis medioambiental y energética de magnitudes nunca antes vistas (Gajdzik et al., 2024). Además, la intensificación de actividades industriales en economías emergentes como India, China, Brasil y México, entre otras, generará inevitablemente un aumento considerable en los requerimientos energéticos globales, lo que agudizará significativamente la presión sobre los recursos naturales disponibles; esta situación, plantea desafíos complejos para la sostenibilidad mundial y exige respuestas coordinadas que equilibren el desarrollo económico con la protección ambiental a largo plazo (Xiaobin et al, 2024).

En este sentido, Alsebai et al. (2022) han subrayado con especial énfasis la relevancia de la economía del conocimiento como elemento impulsor fundamental para el desarrollo económico sostenido, puesto que la innovación representa un componente determinante en la competitividad y el progreso económico perdurable, tal como señalan (Covilhã, 2020); sin embargo, la crisis medioambiental constituye una problemática de extrema gravedad ampliamente reconocida por la comunidad internacional, motivo por el cual se han venido implementando iniciativas considerables orientadas a mitigar esta situación en la medida de lo posible, fomentando así el uso de alternativas energéticas derivadas de fuentes no convencionales como la energía eólica, solar y biomasa, entre otras opciones sostenibles que buscan reducir la dependencia de combustibles fósiles y minimizar la huella ecológica de nuestras actividades productivas, especialmente en sectores

industriales de alto impacto ambiental.

En vista de los desafíos actuales, se torna imprescindible impulsar la optimización energética y disminuir progresivamente la dependencia de fuentes convencionales. La transición hacia alternativas sostenibles se presenta como una estrategia crucial, dado que el mantenimiento del modelo energético tradicional provocaría un incremento significativo en el consumo de combustibles fósiles, los cuales son identificados como los principales agentes generadores de emisiones de dióxido de carbono en el ámbito energético (Vujanovic et al., 2021). Por consiguiente, resulta indispensable fortalecer y ampliar los esfuerzos orientados a la implementación de energías renovables en diversos sectores y actividades, un conjunto de prácticas que se engloban bajo el concepto de eficiencia energética.

Finalmente, según los hallazgos de Arque et al. (2019), la optimización energética se configura como la alternativa más económica para disminuir la emisión de gases de efecto invernadero. Además, tanto la eficiencia energética como el desarrollo de energías limpias se alinean coherentemente con el séptimo objetivo de desarrollo sostenible, cuya finalidad primordial radica en garantizar el acceso a una energía accesible, confiable, sostenible y contemporánea (ONU, 2022), dichos elementos confluyen para evidenciar una necesidad apremiante e ineludible: impulsar soluciones innovadoras que permitan contrarrestar el cambio climático y fortalecer la eficiencia energética, no solo en Perú o Latinoamérica, sino a escala global.

En concordancia con el informe del Banco de desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF, 2024), se torna fundamental fomentar un consumo energético responsable y equilibrado. La propuesta implica desarrollar una planificación energética comprehensiva en diversas naciones, acompañada de inversiones estratégicas que impulsen proyectos vinculados a fuentes de energía emergentes y no convencionales; donde el propósito central de esta iniciativa consiste en contribuir de manera sustancial a la reducción de la

contaminación ambiental y mitigar la emisión de gases que generan el efecto invernadero, elementos que comprometen seriamente la sostenibilidad de nuestro entorno planetario.

## **1.2 Presentación del Problema a Resolver**

El desafío social actual se articula en torno a tres dimensiones críticas e interrelacionadas: el incremento sostenido de la demanda energética, el deterioro progresivo del ecosistema y la expansión continua de infraestructuras tanto públicas como privadas, impulsada por el crecimiento demográfico e industrial; en consecuencia, se torna fundamental explorar y desarrollar estrategias innovadoras que permitan aprovechar fuentes energéticas alternativas, optimizar su utilización y reducir de manera significativa la generación de gases de efecto invernadero; por ello, este enfoque integral no solo busca mitigar los efectos inmediatos, sino también contribuir a la atenuación de una de las crisis climáticas más complejas y trascendentales que ha experimentado nuestro planeta en la historia reciente.

El sector inmobiliario, considerado como uno de los principales responsables del consumo energético global, enfrenta el desafío trascendental de transformar radicalmente sus prácticas constructivas y de diseño para reducir su impacto ambiental, puesto que las edificaciones actuales generan un alto nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> y consumen cantidades desproporcionadas de energía a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la fase inicial de construcción hasta su operación cotidiana (Lee & Liang, 2024). Además, la persistente dependencia de fuentes de energía no renovables perpetúa un modelo insostenible que contribuye simultáneamente al agotamiento acelerado de recursos naturales limitados y al preocupante fenómeno del cambio climático global. Esta problemática se intensifica particularmente en países en desarrollo como Perú, donde el crecimiento urbano acelerado y la expansión industrial aumentan exponencialmente la demanda de infraestructura; mientras tanto, la conciencia colectiva sobre eficiencia energética y sostenibilidad aún se encuentra en

etapas preliminares de desarrollo. La notable ausencia de implementación generalizada de tecnologías limpias y materiales sostenibles en el sector construcción representa, sin lugar a dudas, una oportunidad desaprovechada para reducir el impacto ambiental negativo y, simultáneamente, generar ahorros energéticos significativos que beneficiarían tanto a la economía nacional como al salvaguardar el bienestar de las próximas generaciones.

Por otra parte, la interrelación entre estos tres aspectos críticos —demanda energética, crisis ambiental y necesidad de edificaciones— configura un escenario complejo que requiere soluciones integrales y multidisciplinarias; sin embargo, la fragmentación en los enfoques tradicionales ha dificultado enormemente la implementación de estrategias efectivas que aborden simultáneamente estas dimensiones del problema (Mata et al., 2021).

La urgencia de esta situación se ve amplificada por los compromisos internacionales que Perú y otros países de la región han asumido en materia de reducción de emisiones y transición energética, lo cual implica una presión adicional para transformar sectores intensivos en consumo energético, como es el caso de la construcción. Asimismo, desde una perspectiva socioeconómica, la dependencia de fuentes externas en el suministro energético y no renovables constituye una vulnerabilidad estratégica para la seguridad energética nacional, afectando potencialmente la competitividad del país en mercados cada vez más orientados hacia la sostenibilidad.

Finalmente, la persistencia de este problema no solo compromete los objetivos ambientales establecidos a nivel nacional e internacional, sino que también representa un freno para el desarrollo sostenible del país, limitando las posibilidades de crecimiento económico compatible con la preservación del medio ambiente y el bienestar social. En consecuencia, abordar eficazmente esta triple encrucijada energética, ambiental y constructiva constituye un imperativo estratégico que demanda acciones decisivas e innovadoras en múltiples niveles, desde el marco regulatorio hasta las prácticas

empresariales y los hábitos de consumo ciudadano.

### **1.3 Sustento de la Complejidad y Relevancia del Problema a Resolver**

La complejidad del problema radica fundamentalmente en la necesidad imperiosa de transformar de manera integral la concepción, diseño, construcción y operación de los edificios para hacerlos más sostenibles y eficientes energéticamente, lo cual implica superar simultáneamente múltiples barreras técnicas, económicas, culturales y regulatorias que históricamente han mantenido al sector inmobiliario anclado en prácticas tradicionales con alto impacto ambiental y escasa adaptación a los desafíos contemporáneos.

Desde una perspectiva técnica y económica, el sector de la construcción enfrenta el desafío mayúsculo de integrar nuevas tecnologías y materiales innovadores que permitan reducir drásticamente el consumo energético sin comprometer la funcionalidad o estética de las edificaciones, mientras persiste una percepción generalizada de que las construcciones sostenibles implican inevitablemente costos iniciales más elevados; no obstante, un análisis exhaustivo del ciclo de vida completo de las edificaciones revela que la inversión inicial en eficiencia energética genera rendimientos significativos a largo plazo mediante la sustancial reducción de costos operativos (Timchuk et al., 2021).

En el ámbito regulatorio, numerosos países de la región, incluyendo Perú, aún carecen de normativas suficientemente robustas que incentiven efectivamente o exijan la implementación de estándares elevados de eficiencia energética en la construcción, lo cual dificulta enormemente la transición sistemática hacia un sector inmobiliario más sostenible y perpetúa modelos constructivos obsoletos y perjudiciales para el medio ambiente y la economía nacional a largo plazo (Michailovich, 2024). La relevancia de abordar este problema se magnifica al considerar que el sector de la construcción continuará expandiéndose debido al crecimiento poblacional acelerado y la urbanización intensiva, pues parte de la población mundial residirá en zonas urbanas, aumentando exponencialmente la

demanda de edificaciones (Yu, 2024); por tanto, si no se transforman las prácticas constructivas actuales, este crecimiento implicará un aumento proporcional devastador en el consumo energético y emisiones contaminantes.

El problema presenta, además, una dimensión social profundamente relevante, puesto que la eficiencia energética en edificaciones puede contribuir sustancialmente a reducir la pobreza energética que afecta a millones de hogares vulnerables, mejorar considerablemente la calidad de vida de amplios sectores de la población y crear entornos urbanos notablemente más saludables, inclusivos y resilientes frente a los embates cada vez más severos del cambio climático y sus manifestaciones extremas (Hafez et al, 2023).

La problemática se entrelaza directamente con tres Objetivos de Desarrollo Sostenible fundamentales (ONU, 2022). El ODS 7: Energía asequible y no contaminante, busca garantizar el acceso a energía sostenible para todos. El ODS 11: ciudades y comunidades sostenibles, está orientado a lograr asentamientos humanos inclusivos, seguros y sostenibles. El ODS 12: producción y consumo responsables, está enfocado en garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Ello subraya la trascendencia intergeneracional del problema como un imperativo ético, pues las decisiones actuales en materia de construcción, energía y medio ambiente determinarán ineludiblemente las condiciones de habitabilidad y sostenibilidad que heredarán las futuras generaciones. El consumo energético desmedido y la ineficiencia en el sector inmobiliario representan un desafío que requiere soluciones inmediatas y transformadoras, por lo que resulta imperativo desarrollar propuestas que reduzcan el impacto ambiental de las edificaciones, y modifiquen los patrones de consumo energético y generen conciencia ambiental en la sociedad, promoviendo un cambio de paradigma a través de experiencias significativas, educativas y económicamente viables que impulsen la transición hacia un modelo constructivo verdaderamente sostenible y responsable con el planeta y las generaciones futuras.

## Capítulo II. Análisis del Mercado

Este capítulo evalúa el ecosistema comercial y las oportunidades de mercado para vidrios y tejas fotovoltaicos mediante dos secciones principales: la descripción del mercado establece el análisis TAM, SAM y SOM identificando el universo de profesionales influenciadores en el sector construcción peruano y cuantificando el potencial comercial progresivo; y el análisis competitivo detallado examina los principales actores del mercado fotovoltaico, desarrolla cuadros comparativos de propuestas de valor y alternativas tecnológicas existentes, culminando con la aplicación de las Cinco Fuerzas de Porter para determinar la posición competitiva, las barreras de entrada, el poder de negociación de compradores y proveedores, la amenaza de productos sustitutos y la rivalidad entre competidores, proporcionando así una base sólida para la estrategia de posicionamiento y comercialización del proyecto.

### 2.1 Descripción del Mercado o Industria

La estructura del análisis de mercado se articula en tres dimensiones esenciales para evaluar el potencial comercial, el Mercado Total Direccional (TAM), que engloba el conjunto completo de posibles usuarios o clientes que podrían beneficiarse de la solución propuesta, estableciendo así la máxima oportunidad teórica (Ramos & Montoya, 2024); el Mercado Disponible Servible (SAM), que delimita el segmento específico dentro del mercado total que reúne las características y necesidades que nuestra oferta puede satisfacer bajo las condiciones actuales de operación (Tribal, 2021); y finalmente, el Mercado Obtenible Servible (SOM), que representa la proyección financiera concreta de los ingresos y volumen de ventas que la empresa puede efectivamente generar durante su primer año de actividad, traduciendo la participación de mercado alcanzable en términos monetarios y considerando las capacidades operativas, recursos disponibles y la dinámica competitiva del sector (Santander, 2021). Esta estructura analítica permite una aproximación progresiva y

realista al potencial económico de la propuesta.

En este sentido, para establecer el alcance potencial de SunXcel, se calculó el Mercado Total Direccional (TAM) utilizando datos provenientes de los registros oficiales de profesionales activos y habilitados en el Perú, donde el TAM se estimó en 225,746 profesionales, representando el universo total de ingenieros y arquitectos que podrían influir en la adopción de vidrios y tejas fotovoltaicos. Este cálculo está fundamentado en la población total de ingenieros colegiados que suma 204,240 profesionales (CIP, 2025), distribuidos principalmente entre ingenieros civiles (98,694), industriales y de sistemas (66,174), ambientales (22,271) y mecánica-eléctrica (17,101), a los cuales se suman 21,506 arquitectos colegiados según el Colegio de Arquitectos del Perú (CAP, 2025). Esta cifra representa el universo máximo de profesionales entre ingenieros y arquitectos que potencialmente podrían especificar o recomendar la implementación de las soluciones fotovoltaicas en diversos proyectos de construcción a nivel nacional, brindando así una perspectiva precisa sobre el total de posibles influenciadores técnicos para la adopción de Vidrios y Tejas Fotovoltaicos en el mercado peruano (ver Tabla 1).

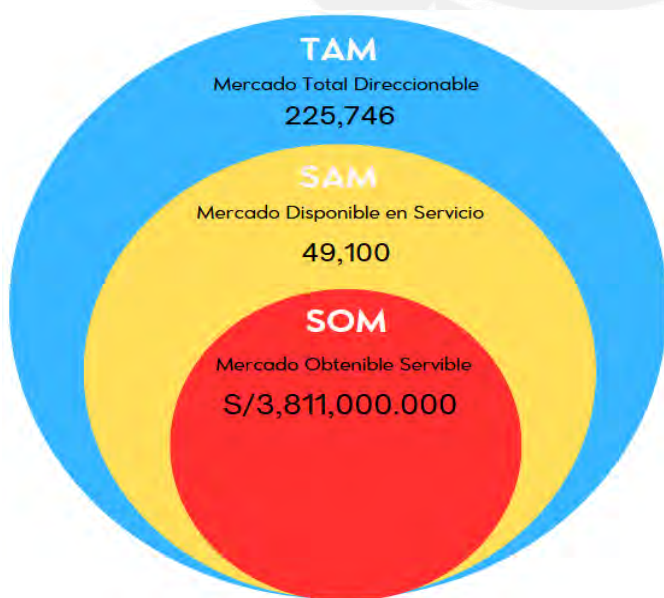
Asimismo, el Mercado Disponible Servible (SAM) se estableció en 49,100 profesionales tras evaluar elementos clave que determinan la inclinación hacia la adopción de tecnologías fotovoltaicas integradas en construcción. Para este cálculo se aplicaron al TAM filtros críticos como la preferencia por el uso de energías renovables que representa un 75% (ProActivo, 2024) y el compromiso demostrado con la sostenibilidad que alcanza un 29% (Inside, 2024). Estas cifras reflejan el segmento del mercado más propenso a especificar e implementar vidrios y tejas fotovoltaicos en sus proyectos de construcción, siendo relevante mencionar que corresponden a estimaciones fundamentadas en tendencias actuales del sector y podrían ajustarse conforme avance la concientización sobre eficiencia energética y se implementen nuevas normativas de construcción sostenible en el país (Ver

Tabla 1).

Por otra parte, el Mercado Obtenible Servible (SOM) se ha calculado considerando una captación inicial del 8% del SAM para el primer año, equivalente a 4,000 profesionales entre ingenieros y arquitectos que influirían directamente en proyectos donde se implementarían los productos fotovoltaicos, quienes con un consumo promedio de S/ 962.00 para vidrios y S/ 925.00 para tejas fotovoltaicas, y una distribución de ventas de 75% y 25% respectivamente, generarían un SOM base de S/ 3,811,000.00; la proyección de crecimiento muestra una evolución sostenida, iniciando con un incremento del 10% en el segundo año (S/ 4,192,100.00), seguido por un 15% en el tercer año (S/ 4,820,915.00), 20% en el cuarto año (S/ 5,785,098.00), y 25% en el quinto año (S/ 7,231,372.50). Estas estimaciones se basan en el crecimiento actual del sector construcción sostenible en Perú, reflejando una progresión realista que considera tanto la curva de adopción de tecnologías innovadoras en el mercado peruano como el posicionamiento gradual de nuestra propuesta de valor en el sector construcción.

### Figura 1

*TAM, SAM y SOM del Mercado de Vidrios y Tejas Fotovoltaicos*



## 2.2 Análisis Competitivo Detallado

El análisis del panorama competitivo revela un mercado caracterizado por la presencia de actores estratégicos especializados en tecnologías de vidrios y tejas fotovoltaicas. El ecosistema actual muestra una interesante diversidad conformada por empresas internacionales con alcance global y competidores locales que están implementando soluciones innovadoras en el contexto peruano (ver Tabla 2), donde se presenta un análisis comparativo de los principales; entre los protagonistas más destacados se encuentran: tecnología solar JA Co., Ltd, con domicilio en Pekín, cuya misión fundamental radica en contribuir a la mitigación de contaminantes ambientales (Japsolar, 2022); Grupo Solar Onyx llc, ubicado en Ávila, España, reconocido como líder mundial en fabricación de vidrio fotovoltaico transparente para infraestructuras edilicias (Enfsolar, 2023); y Jinko solar, con base en Shanghai, catalogado como el principal desarrollador e impulsor de tecnología solar de vanguardia a nivel internacional, siendo parte de la prestigiosa lista Tier 1 de proveedores solares (Deye solar, 2021).

Para efectos de este análisis competitivo, es fundamental distinguir entre los diferentes tipos de actores que operan en el ecosistema de energía solar en Perú. Las empresas como Orygen, Engie y Kallpa representan competidores indirectos ya que operan principalmente en generación centralizada de energía solar mediante plantas fotovoltaicas de gran escala (20-100 MW), dirigidas al suministro de la red eléctrica nacional. Aunque no compiten directamente con los vidrios y tejas fotovoltaicos integrados de SunXcel, influyen en el marco regulatorio, los precios de energía del mercado y la percepción general sobre tecnología solar. Por esta razón, el presente análisis se enfoca en los competidores directos que operan en el segmento específico de soluciones fotovoltaicas para edificaciones, donde SunXcel desarrolla su propuesta de valor diferenciada en el nicho (ver Tabla 1).

Contando con el respaldo de Onyx solar, empresa líder en seguridad de vidrios y

tejas fotovoltaicos en Estados Unidos, la cual cuenta con la certificación UL, avalada por la administración de seguridad y salud ocupacional (OSHA), la compañía ha consolidado su credibilidad en el mercado mediante certificaciones especializadas para el desarrollo de obras arquitectónicas. una perspectiva prospectiva nos impulsa a considerar esta línea tecnológica como un camino promisorio para implementar en nuestro país, considerando que aproximadamente un 20% del consumo de energía no renovable podría ser suministrado mediante la instalación de vidrios y tejas fotovoltaicos, cuyo valor económico fluctúa según el nivel de opacidad o translucidez de cada elemento.

Para comprender mejor el panorama competitivo local, se ha elaborado un análisis comparativo que se enfoca en los competidores directos del mercado peruano. Este análisis excluye intencionalmente a las grandes generadoras como Orygen, Engie y Kallpa, ya que operan en generación centralizada y no ofrecen productos integrados en elementos arquitectónicos. El estudio contrasta las ofertas de empresas como Punku Solar, Auto Solar SAC y EcoSolar SAC, definiendo claramente los elementos diferenciadores que pueden ofrecer los distintos competidores establecidos en el segmento de soluciones fotovoltaicas para edificaciones (Punku Group, 2020; AutoSolar, 2022; Eco Solar Perú, 2023).

Complementariamente, se ha realizado un estudio detallado de las ventajas técnicas y funcionales que tiene el vidrio fotovoltaico en comparación con otros tipos de vidrios convencionales disponibles en el mercado (ver Tabla 3). Este análisis revela que, aunque el vidrio fotovoltaico tiene un precio superior (\$130.00) frente a alternativas como el vidrio arquitectónico de alto rendimiento (\$100.00), ofrece beneficios únicos como la generación de electricidad sobre 180 W/m<sup>2</sup> y transferencia de luz visible variable (de 0% a 75%), posicionándolo como una opción superior en términos de eficiencia energética y versatilidad para proyectos arquitectónicos sostenibles.

**Tabla 1***Clasificación del Ecosistema Competitivo en Energía Solar - Perú*

Categoría	Empresa	Segmento de Mercado	Tipo de Competencia
Competidores Directos	Punku Solar	Sistemas fotovoltaicos para edificaciones	Directa
	Auto Solar SAC	Sistemas fotovoltaicos residenciales/comerciales	Directa
	EcoSolar SAC	Soluciones solares para edificios	Directa
Competidores Indirectos	Orygen	Generación centralizada (plantas solares 20-100 MW)	Indirecta
	Engie Energía Perú	Generación eléctrica múltiples fuentes	Indirecta
	Kallpa Generación	Generación eléctrica convencional y renovable	Indirecta
Proveedores Internacionales	Tecnología Solar JA Co.	Fabricación de componentes fotovoltaicos	Complementario
	Grupo Solar Onyx LLC	Fabricación de vidrio fotovoltaico	Complementario
	Jinko Solar	Fabricación de tecnología solar	Complementario

**Tabla 2***Cuadro Comparativo de Proveedores Internacionales de Tecnología Fotovoltaica*

Criterio	Tecnología Solar JA Co., Ltd	Grupo Solar Onyx LLC	Jinko Solar
Descripción	Un agente empresarial comprometido con la disminución del impacto ambiental, orientando sus esfuerzos hacia la minimización de emisiones contaminantes y la promoción de soluciones sostenibles.	Onyx Solar es el principal fabricante mundial de vidrio fotovoltaico (PV) transparente para edificios	Jinko Solar es el principal fabricante y desarrollador de tecnología solar de última generación del mundo y se encuentra en la lista de Tier 1
Ubicación	Edificio 8, centro noord, n.º 1, avenida del museo automotriz este, distrito de Fengtai, Pekín, código postal 100160, república popular China.	C/ Río Cea 1, 46, 05004 Ávila	Shanghai, China
Propuesta de valor	JA Solar suministra módulos fotovoltaicos de 480MW al mayor proyecto fotovoltaico de Chile	Al proporcionar el mismo aislamiento térmico que el vidrio convencional, junto con la capacidad de generar electricidad limpia y gratuita a partir del sol	La empresa ha desarrollado la tecnología Tiling Ribbon Tiene 12 plantas de producción en todo el mundo y sus productos llegan a más de 160 países de todo el mundo
Productos ofrecidos	Vidrio fotovoltaico	Vidrio fotovoltaico	Vidrio fotovoltaico
Medio de distribución	Tienda / Web	Página Web	Página Web

**Tabla 3***Cuadro Comparativo de Análisis de Propuesta de Valor vs Competencia Directa*

Análisis de Propuesta de Valor vs Competencia	Punku Solar	Auto Solar SAC	EcoSolar SAC	SumXCell
Diseño y Dimensionamiento	Si	No	No	Si
Suministro de Componentes	Si	Si	Si	Si
Instalación	Si	Si	Si	Si
Asesoría en la etapa de instalación	Si	Si	No	Si
Asesoría Post Venta	Si	Si	No	Si
Clientes en Inmobiliaria y Minería	Si	No	No	Si
Atención a nivel nacional	Si	No	No	Si
Suministro de Componentes de repuesto o mejora	No	No	No	Si
Garantía extendida de producto	Si	Si	Si	Si
Plan de mantenimiento anual por los primeros 5 años de operación	No	No	No	Si
Financiamiento con tasa de interés negociable	No	No	No	Si
Miembro del Green Building Council (Perú GBC)	No	No	No	Si

**Tabla 4***Cuadro Comparativo de Alternativas de Materiales para Envolverte de Edificaciones o Alternativamente*

Capacidades para ser personalizadas para lograr lo deseado	Vidrio Fotovoltaico		Vidrio arquitectónico de alto rendimiento		Materiales para revestimiento		Panel solar convencional	
	Técnico	Presupuesto	Técnico	Presupuesto	Técnico	Presupuesto	Técnico	Presupuesto
Generación de electricidad	Sobre 180 W/m <sup>2</sup>		No		No		Si	
Transferencia de luz visible (VLT)	De 0% a 75%		Si		No		No	
Factor solar (valor g)	De 6% a 41%	\$130.00	Si	\$100.00	No	\$26.00	No	\$40.00
Rendimiento de aislamiento (valor U)	Sobre los 0.7 W/m <sup>2</sup> k		Si		No		No	
Propiedades estructurales como material de construcción	Si		Si		Si		No	
Integración estética en edificios	Si		Si		Si		No	
Color, tamaños o formas	Si		Si		Si		No	

### 2.2.1. Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter

Las Cinco Fuerzas de Porter constituye un instrumento estratégico que analiza la competitividad sectorial mediante el examen de factores claves como los compradores, proveedores, sustitutos, nuevos entrantes y competidores existentes; siendo así, proporciona un marco esencial para comprender la estructura competitiva y evaluar su potencial de rentabilidad a largo plazo (Shi et al., 2021).

**Poder de Negociación de los Compradores (Nivel Medio).** En Perú, la conciencia ambiental y la presión por adoptar energías limpias han impulsado el interés de empresas e instituciones en tecnologías sostenibles. Sin embargo, muchas de estas aún enfrentan barreras financieras para adoptar soluciones como los vidrios y tejas fotovoltaicos, debido a su alto costo inicial.; la percepción de que estas tecnologías son costosas en comparación con otras opciones aún limita la adopción masiva, lo cual otorga a los compradores un poder de negociación medio (Campodónico & Carrera, 2022). Por ello, la estrategia debe enfocarse en ofrecer financiamiento accesible, junto con información detallada sobre los ahorros a largo plazo y beneficios ambientales.

No obstante, el compromiso del Estado peruano con la transición energética está promoviendo incentivos y normativas que podrían cambiar esta dinámica en el mediano plazo; incluyendo a las políticas orientadas a la eficiencia energética y la adopción de tecnologías limpias, que aumentan el valor percibido por parte del comprador (Andina, 2024). En este contexto, el poder del consumidor podría verse limitado a medida que las tecnologías fotovoltaicas ganan aceptación como estándar de sostenibilidad empresarial.

**Poder de Negociación de los Proveedores (Nivel Alto).** La producción local de vidrios y tejas fotovoltaicos en Perú es escasa, lo que obliga a las empresas a depender de proveedores internacionales, especialmente de China, Europa y EE.UU. Esta concentración en pocos actores internacionales otorga a los proveedores un alto poder de negociación, ya

que pueden controlar precios, tiempos de entrega y condiciones contractuales (Gasoutlook, 2023). Además, los altos costos de importación y la volatilidad del tipo de cambio agravan esta dependencia.

Por otra parte, se están desarrollando inversiones para ampliar la infraestructura de energía solar en el país, lo que a largo plazo podría atraer fabricantes y proveedores locales. Iniciativas como la planta solar anunciada por Ergon Perú por más de \$350 millones apuntan a dinamizar el ecosistema y podrían reducir el poder de negociación de los proveedores extranjeros en los próximos años (Reuters, 2024).

**Amenaza de los Sustitutos (Nivel Alto).** Los paneles solares tradicionales siguen siendo una alternativa directa a los vidrios y tejas fotovoltaicos, ya que ofrecen precios más accesibles, disponibilidad en el mercado y menor complejidad técnica. Además, otras soluciones como aislantes térmicos o techos reflectivos también compiten indirectamente al ofrecer mejoras en eficiencia energética a menor costo, lo que hace que la amenaza de sustitutos sea alta (GlobalData, 2023). A pesar de esta amenaza, los vidrios y tejas fotovoltaicos se posicionan como productos con una ventaja diferencial en términos de integración arquitectónica, estética y funcionalidad dual. Estos factores pueden ser determinantes para proyectos inmobiliarios modernos que buscan certificaciones sostenibles como LEED o EDGE, especialmente en zonas urbanas de alto valor. Por ello, la educación del mercado y campañas de diferenciación serán clave para disminuir la amenaza de sustitutos (ReGlobal, 2023)

**Amenaza de los Entrantes (Nivel Medio).** El mercado peruano de energías renovables está creciendo, lo que podría atraer a nuevos competidores interesados en tecnologías solares. Sin embargo, la entrada al segmento de vidrios y tejas fotovoltaicos requiere capital intensivo, conocimientos técnicos especializados y certificaciones, lo cual actúa como una barrera de entrada significativa media (IFC, 2025). Además, la confianza en

la marca y la red de distribución también representan obstáculos que nuevos entrantes deberán superar. A medida que el mercado madure y se consoliden las políticas de fomento a la energía limpia, estas barreras podrían disminuir. La implementación de incentivos fiscales, programas de capacitación y mayor apertura comercial en el sector podría aumentar la amenaza de nuevos competidores en el mediano plazo, especialmente de empresas que ya operan en otros sectores de energías limpias (Campodónico & Carrera, 2022).

**Rivalidad de los Competidores (Nivel Bajo).** Actualmente, la oferta de vidrios y tejas fotovoltaicos en Perú es limitada, por lo que la competencia directa en este nicho es baja. Las empresas locales del sector solar están más enfocadas en la instalación de paneles tradicionales, lo que representa una ventana de oportunidad para los primeros en posicionarse en este segmento emergente; por ende, esta baja rivalidad permite crear alianzas con constructoras e instituciones públicas para introducir la tecnología de forma gradual y estratégica (Retain, 2021). Sin embargo, si esta tecnología demuestra rentabilidad y sostenibilidad, es probable que empresas consolidadas diversifiquen su portafolio e ingresen al mercado, lo cual incrementaría la rivalidad, forzando a los pioneros a innovar continuamente y construir ventajas competitivas mediante calidad, servicio postventa y posicionamiento de marca (Perú Energía, 2022).

**Tabla 5**

*Las Cinco Fuerzas de Porter*

Fuerzas de Porter	Bajo	Medio	Alto
Poder de Negociación de los Compradores		X	
Poder de Negociación de los Proveedores			X
Amenaza de los Sustitutos			X
Amenaza de los Entrantes		X	
Rivalidad de los Competidores	X		

### Capítulo III. Investigación del Usuario

Este capítulo define y analiza las características, necesidades y comportamientos del cliente objetivo mediante cuatro secciones fundamentales: el perfil del usuario establece las características demográficas, profesionales y motivacionales de arquitectos e ingenieros del sector inmobiliario peruano a través de investigación cualitativa y cuantitativa; el mapa de experiencia de usuario identifica los momentos críticos, positivos y negativos que atraviesan; la identificación de la necesidad define la problemática específica del uso masivo de energía no renovable y posiciona los vidrios y tejas fotovoltaicos como solución innovadora; y los *Quick Wins* establecen estrategias de implementación rápida mediante el análisis de la matriz costo-impacto, seleccionando seis iniciativas prioritarias que incluyen sistemas de monitoreo, integración energética, certificaciones de sostenibilidad, investigación de incentivos fiscales, análisis costo-beneficio y posicionamiento de mercado para acelerar la adopción tecnológica en el sector construcción.

#### 3.1 Perfil del Usuario

Para definir el perfil del usuario y comprender las necesidades reales del mercado de vidrios y tejas fotovoltaicos, se implementó una metodología de investigación cualitativa y cuantitativa que combinó profundidad exploratoria con validación estadística. La investigación se desarrolló mediante dos instrumentos principales que permitieron una comprensión integral del comportamiento, motivaciones y expectativas de los profesionales del sector construcción respecto a tecnologías fotovoltaicas integradas en elementos arquitectónicos.

Se realizaron 10 entrevistas en profundidad con profesionales del sector inmobiliario seleccionados estratégicamente para la fase exploratoria inicial, complementadas con 200 encuestas estructuradas para validar cuantitativamente los hallazgos cualitativos y obtener datos estadísticamente representativos del mercado objetivo (ver Apéndice A y Apéndice B).

Esta combinación metodológica permitió capturar tanto los aspectos emocionales y motivacionales profundos como los patrones de comportamiento cuantificables del segmento profesional objetivo.

Los profesionales fueron seleccionados mediante muestreo estratificado por conveniencia técnica, aplicando criterios específicos que garantizaran la relevancia y representatividad de los informantes clave. Los criterios de inclusión comprendieron: profesionales colegiados activos con experiencia consolidada en el sector construcción, concentración geográfica en zonas urbanas principales para garantizar acceso a innovaciones tecnológicas, nivel socioeconómico que permita capacidad de inversión en tecnologías premium, y participación activa en proyectos donde la eficiencia energética represente un factor diferenciador.

La aplicación de estos instrumentos permitió determinar un perfil de cliente caracterizado por profesionales con edades entre 25 a 45 años (66%), pertenecientes al perfil técnico especializado donde predominan ingenieros civiles y arquitectos (72%), con experiencia consolidada entre 1 a 20 años en el sector construcción (85%), y concentración geográfica en la capital limeña (83%). Estos profesionales presentan un nivel socioeconómico medio-alto con ingresos superiores a S/10,000 mensuales (73%), se especializan en proyectos comerciales y residenciales de valor (67%), y cuentan con experiencia previa recomendando soluciones fotovoltaicas (79%) (ver Tabla 6).

El análisis de los trabajos que estos profesionales necesitan realizar reveló que su actividad principal se centra en adopción actual de tecnologías sostenibles en sus obras (70%), con búsqueda proactiva y constante de innovaciones tecnológicas (67%), proceso colaborativo de toma de decisiones con influencia técnica (68%), y reconocimiento de la importancia de la autosuficiencia energética para diferenciación competitiva (79%). Sus responsabilidades abarcan desde el diseño conceptual hasta la supervisión de

**Tabla 6***Resumen de la Investigación de Mercado*

N°	Preguntas	Características	Frecuencia	%
1	Edad	Profesionales con edades entre 25 a 45 años	132	66%
3	Profesión	Dentro del perfil técnico especializado: ingenieros civiles y arquitectos	143	72%
4	Años de experiencia en construcción	Experiencia consolidada entre 1 a 20 años	169	85%
6	Zona de trabajo principal	Concentración geográfica en la capital limeña	166	83%
7	Rango de ingresos mensuales	Nivel socioeconómico medio-alto con ingresos superiores a S/10,000	146	73%
5	Tipo de proyectos que maneja principalmente	Especialización en proyectos comerciales y residenciales de valor	134	67%
9	Recomendación de paneles solares	Experiencia previa recomendando soluciones fotovoltaicas	158	79%
11	Clientes que piden tecnologías que ahorren energía	Demanda creciente del mercado por eficiencia energética	158	79%
12	Proyectos usa tecnología verde	Adopción actual de tecnologías sostenibles en sus obras	140	70%
14	Importancia de las certificaciones verdes	Alta valoración de credenciales ambientales por parte de clientes	158	79%
15	Porcentaje que representan costos de electricidad	Impacto económico significativo: 10-30% del presupuesto total	144	72%
19	Decisión de uso de materiales en proyectos	Proceso colaborativo de toma de decisiones con influencia técnica	136	68%
22	Búsqueda de nuevas tecnologías	Búsqueda proactiva y constante de innovaciones tecnológicas	133	67%
23	Edificios que generan su propia electricidad	Reconocimiento de la importancia de la autosuficiencia energética	158	79%
13	Principales problemas con costos de electricidad	Presión económica por incremento de tarifas y demandas de clientes	142	71%
16	Tiempo esperado para recuperar inversión	Expectativas realistas de retorno de inversión en período medio	147	74%
18	Preocupación de usar nuevas tecnologías	Aversión al riesgo por inversión inicial y confiabilidad tecnológica	146	73%
17	Importancia de elegir sistemas que generen electricidad	Priorización de rentabilidad, durabilidad y respaldo técnico	190	95%
21	Ayuda técnica	Necesidad de acompañamiento integral y garantías locales	139	70%
30	Características deseadas	Requerimiento de validación técnica y evidencia de resultados	156	78%
23	Satisfacción de edificios que generen su propia electricidad	Reconocimiento de la importancia de la autosuficiencia energética	158	79%
20	Preferencia por conocer nuevos productos	Preferencia por canales de comunicación directos y especializados	149	75%
24	Disposición de pago por materiales que generen electricidad	Disposición condicionada a demostración de beneficios económicos	158	79%

implementación, requiriendo conocimientos técnicos especializados para integrar soluciones energéticas sin comprometer la funcionalidad o estética arquitectónica.

Las principales frustraciones identificadas se centran en presión económica por incremento de tarifas y demandas de eficiencia energética (71%), expectativas realistas de retorno de inversión en período medio que genera incertidumbre financiera (74%), y aversión al riesgo por inversión inicial y confiabilidad tecnológica (73%). Estas frustraciones reflejan la tensión constante entre innovación tecnológica y viabilidad económica que caracteriza al sector construcción sostenible. En cuanto a las alegrías, estos profesionales valoran especialmente la necesidad de acompañamiento integral y garantías locales (70%), el requerimiento de validación técnica y evidencia de resultados (78%), y el reconocimiento de la importancia de la autosuficiencia energética como ventaja competitiva (79%). Su satisfacción deriva principalmente de lograr proyectos que combinen eficiencia energética, rentabilidad económica y diferenciación en el mercado.


Las preferencias y disposición del mercado revelan una alta valoración de credenciales ambientales por parte de clientes (79%), preferencia por canales de comunicación directos y especializados (75%), y disposición condicionada a demostración de beneficios económicos para adoptar nuevas tecnologías (79%). El 95% prioriza la rentabilidad, durabilidad y respaldo técnico como factores críticos en la selección de sistemas generadores de electricidad, evidenciando un mercado sofisticado que equilibra innovación con pragmatismo financiero.

### **3.2 Mapa de Experiencia de Usuario**

**Momento del Problema Seleccionado.** Después de interactuar con potenciales usuarios del producto, se realizó un análisis de momentos positivos y negativos que permitió comprender a profundidad las necesidades y expectativas del cliente, lo cual facilitó la construcción del mapa de experiencias del usuario (ver Figura 3).

**Figura 2**

*Arquetipo del Usuario del Producto/Servicio*

BIO				CREENCIAS						
<p>Edad: 42 años Sexo: Masculino Dirección: Miraflores, Surco, San Isidro en Lima – Perú</p>	<p>Se siente avergonzado cuando no puede cumplir con los plazos de entrega en los proyectos o cuando algo sale mal en las obras.</p>	<p>Se siente orgulloso de su contribución a proyectos sostenibles y de ser reconocido como un líder en innovación dentro del sector construcción.</p>	<p>Su mayor anhelo es ver a sus hijos graduarse y tener éxito en propias carreras, además de lograr que todos sus proyectos sean completamente sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.</p>	<p>Es de religión católica</p>	<p>Asiste a misa los domingos con su familia y participa en las actividades de la parroquia.</p>	<p>Su principal motivación es proporcionar un futuro seguro y próspero para su familia, contribuir positivamente al medio ambiente y ser un ejemplo de profesionalismo y ética en su campo.</p>				
CIRCULO SOCIAL				FAMILIA						
<p>Los amigos del usuario suelen ser profesionales del sector construcción, ingenieros, arquitectos y desarrolladores inmobiliarios. También se relaciona con personas interesadas en tecnologías sostenibles y energías renovables</p>	<p>Estos amigos suelen compartir ideas y conocimientos sobre las últimas tendencias en construcción y sostenibilidad, se apoyan mutuamente en proyectos y participan activamente en eventos y ferias del sector</p>	<p>Están interesados en la innovación tecnológica, sostenibilidad, eficiencia energética, y el impacto ambiental positivo. Les gusta asistir a seminarios y talleres relacionados con su campo profesional.</p>	<p>Desaprueban el uso de materiales de construcción no sostenibles, la falta de innovación y adopción de nuevas tecnologías, y la poca consideración hacia el impacto ambiental en proyectos de construcción</p>		<p><b>Esposa:</b> María <b>Edad:</b> 38 años Arquitecta</p>	<p><b>Hijo:</b> Luis <b>Edad:</b> 15 años Estudiante de secundaria</p>	<p><b>Hija:</b> Ana <b>Edad:</b> 10 años Estudiante de secundaria</p>	<p><b>Padre:</b> Carlos <b>Edad:</b> 65 años Jubilado</p>	<p><b>Madre:</b> Rosa <b>Edad:</b> 63 años Ama de casa</p>	<p><b>Hermano:</b> Jorge <b>Edad:</b> 40 años Ingeniero civil</p>
PROBLEMAS				ACTIVIDADES						
<p>El usuario está preocupado por el futuro económico de su familia, la educación de sus hijos y el impacto del cambio climático. También le inquieta la inestabilidad política y económica del país</p>	<p>Se siente frustrado por la burocracia y los trámites lentos en la obtención de permisos de construcción, así como por la falta de apoyo gubernamental a iniciativas sostenibles</p>	<p>Enfrenta problemas de tráfico diario en Lima, la contaminación ambiental y el alto costo de vida</p>	<p>Su rutina diaria incluye levantarse temprano, llevar a sus hijos al colegio, ir a la oficina o a la obra de construcción, participar en reuniones y coordinar proyectos.</p>	<p>Le gusta leer libros sobre arquitectura y sostenibilidad, asistir a charlas y seminarios, pasar tiempo en familia, y realizar deportes como jugar fútbol los fines de semana.</p>	<p>Suele ir al gimnasio acompañado de algunos vecinos, que son parte de un grupo de WhatsApp vecinal deportivo</p>					

**Momento de la Experiencia.** Se presenta como el punto más significativo, caracterizado por un diseño innovador, futurista y ecológicamente responsable; donde esta solución emerge como una alternativa potencial para mitigar el impacto ambiental, impulsando simultáneamente un valor agregado en la construcción de edificaciones autosostenibles.

**Momento Crítico.** Se concentra en la problemática de la energía no renovable, identificada como uno de los principales agentes contaminantes que afectan al planeta. Por ello, en el año 2023 la producción de electricidad no renovable alcanzó un 87.4%, mientras que la energía renovable representó únicamente un 12.6%, evidenciando la urgente necesidad de transformación en la matriz energética global.

### **3.3 Identificación de la Necesidad**

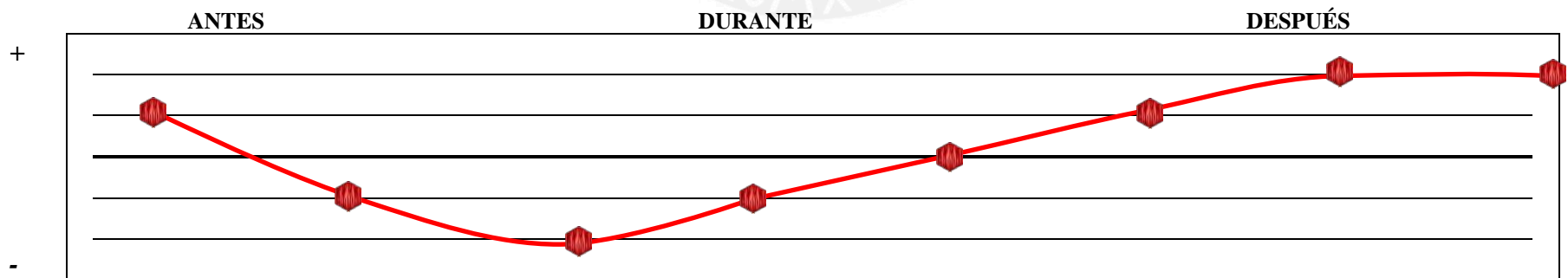
Tras un análisis exhaustivo de los momentos positivos y negativos experimentados por los usuarios, se identifica la utilización masiva de energía no renovable como un problema crítico que contribuye significativamente al calentamiento global. en respuesta a este desafío, se propone impulsar la venta de vidrios y tejas fotovoltaicas como una alternativa viable de generación de energía limpia. El servicio estará disponible para industrias comprometidas con el cumplimiento de objetivos de sostenibilidad, con un enfoque específico en obras de infraestructura pertenecientes a sectores estratégicos como minería, hidrocarburos y construcción, que cuenten con políticas vanguardistas orientadas a la reducción de impactos ambientales. adicionalmente, se contempla atender otros segmentos de clientes interesados en implementar productos generadores de energía renovable que contribuyan a la disminución progresiva de gastos asociados a energías convencionales.

La interrogante fundamental se centra en comprender cómo un vidrio o teja puede desarrollar propiedades fotovoltaicas; la respuesta radica en la incorporación de células

**Figura 3**

*Mapa de la Experiencia de Usuario del Producto*

Mapa de experiencia del usuario							
Momentos y acciones							
Pensamientos							
Inicio de un nuevo día. A levantarse y a trabajar.	¿Cómo está el clima?, cada vez más extraño que afecta directamente al ser humano	La energía no renovable es la que comúnmente utiliza el ser humano para satisfacer su necesidad	El caos vehicular genera mayor combustión de hidrocarburos que contribuye a la contaminación ambiental	Los especialistas son la clave para impulsar toda gestión de cambio que la ciencia fotovoltaica nos ofrece	La visión del efecto fotovoltaico como sistema contribuye a la mitigación del calentamiento global	Los vidrios y tejas fotovoltaicos son una tecnología eco amigable futurista.	Edificaciones autosostenibles en la utilización de energía limpia.
Emociones							



solares delgadas, directamente integradas en su estructura. Estas células utilizan materiales semiconductores como silicio amorfo o telurio de cadmio, capaces de absorber fotones provenientes de la luz solar y transformarlos posteriormente en electricidad, a diferencia de un vidrio convencional, donde la luz visible simplemente lo atraviesa sin generar ninguna función energética, estas innovadoras soluciones permiten la conversión fotoeléctrica. Onyx solar, una empresa especializada con sede en Abulén, desarrolla dos modalidades tecnológicas: células solares de silicio amorfo (a-si), frecuentemente empleadas en fachadas, y células solares de silicio cristalino (c-si), utilizadas en estructuras como pérgolas, cubiertas y lucernarios.

El vidrio fotovoltaico de silicio amorfo genera electricidad de manera similar a los paneles solares cuando se instala en ventanas o en la envolvente arquitectónica. su estructura se compone de tres capas estratégicas: la primera integrada por un semiconductor transparente, la segunda mediante una deposición de silicio amorfo y la tercera constituida por una deposición de aluminio. esta configuración permite capturar fotones, partículas transportadoras de radiación solar, y transformarlos en energía eléctrica; donde el rendimiento energético depende directamente del grosor y la transparencia del cristal, aspectos que determinan los coeficientes de ganancia solar y transmitancia térmica. una característica distintiva de esta tecnología es su capacidad de personalización para adaptarse a requisitos específicos de cada proyecto, con posibilidad de fabricación en formatos extensos de hasta cuatro por dos metros y disponible en una diversidad de tonalidades cromáticas (Zhou et al., 2024).

La tecnología de vidrios fotovoltaicos ofrece distintas graduaciones de transparencia, con una relación inversamente proporcional entre transparencia y generación energética, para la tecnología de silicio amorfo (a-si), la potencia o vatio pico (wp) referida a una radiación de 1,000 vatios por metro cuadrado presenta las siguientes características: vidrio

opaco sin visión genera  $58\text{wp/m}^2$ , con visión del 10% produce  $40\text{wp/m}^2$ , con visión del 20% disminuye a  $34\text{wp/m}^2$  y con visión del 30% desciende hasta  $28\text{wp/m}^2$ . En el caso de la tecnología de silicio cristalino (c-si), la potencia dependerá del tipo de celdas y su densidad por metro cuadrado, pudiendo alcanzar niveles cercanos a  $165\text{wp/m}^2$  (ver Figura 4).

### 3.4 Quick Wins

En la búsqueda de sostenibilidad energética, los vidrios y tejas fotovoltaicas emergen como una solución tecnológica disruptiva que integra funcionalidad arquitectónica con generación de energía limpia; no obstante, su implementación aún enfrenta desafíos significativos como el desconocimiento del producto, la percepción de costos elevados y la resistencia cultural al cambio tecnológico; por esta razón, la identificación e implementación de "quick wins" se configura como una estrategia fundamental para acelerar la adopción en sectores estratégicos como construcción, minería e instituciones públicas y privadas. Estas "victorias rápidas" buscan demostrar los beneficios inmediatos de materiales fotovoltaicos integrados en infraestructura, mediante acciones de mínima inversión, con impacto visible y ejecución expedita (ver Figura 5 y Tabla 7).

Según la matriz de Costo-Impacto se ha podido ubicar las ideas seleccionadas las cuales son:

**M1:** Instalar sistemas de monitoreo en tiempo real para detectar y solucionar problemas antes de que se conviertan en costosos.

**M2:** Integrar los vidrios y tejas fotovoltaicos con sistemas de gestión de energía del edificio para optimizar el uso de la energía generada.

**M3:** Obtener certificaciones de sostenibilidad para la propiedad, lo que puede aumentar su atractivo y valor en el mercado.

**M4:** Investigar y estar al tanto sobre políticas y programas de incentivos fiscales y subvenciones disponibles a nivel local, estatal y nacional.

Figura 4

Muestra la Versión Final del Lienzo 6x6

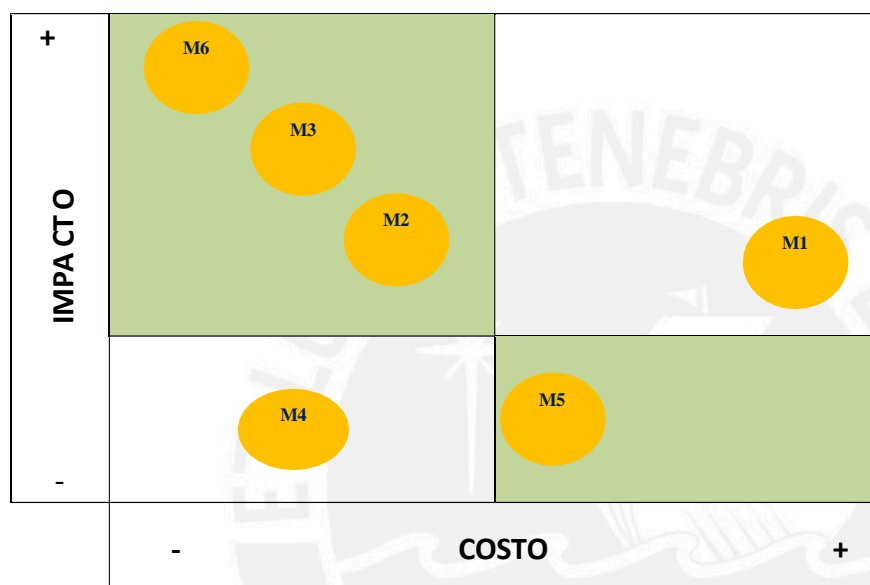
MATRIZ 6X6					
<b>1. OBJETIVO</b> Implementar Vidrios y tejas fotovoltaicos para Optimizar la Sostenibilidad, Eficiencia Energética y Rentabilidad en Edificaciones Públicas y Privadas		<b>6.2.2. NECESIDADES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a Incentivos Fiscales y Subvenciones</li> <li>• Eficiencia Energética Mejorada</li> <li>• Incremento del Valor de la Propiedad</li> <li>• Retorno de Inversión Rápido y Seguro</li> <li>• Diferenciación en el Mercado</li> <li>• Reducción de Costos Operativos y de Mantenimiento</li> </ul>			
PREGUNTAS GENERADORAS					
¿Cómo se podría reducir los costos operativos y de mantenimiento utilizando vidrios y tejas fotovoltaicos?	¿Cómo se podría mejorar la eficiencia energética de los edificios con la implementación de vidrios y tejas fotovoltaicos?	¿Cómo se podría incrementar el valor de la propiedad a través del uso de vidrios y tejas fotovoltaicos?	¿Cómo se podría acceder a incentivos fiscales y subvenciones mediante la instalación de vidrios y tejas fotovoltaicos?	¿Cómo se podría garantizar un retorno de inversión rápido y seguro al utilizar vidrios y tejas fotovoltaicos?	¿Cómo se podría diferenciar el proyecto en el mercado con la adopción de vidrios y tejas fotovoltaicos?
Contratar a expertos en diseño e instalación de sistemas fotovoltaicos para maximizar la eficiencia y reducir la necesidad de mantenimiento	Integrar los vidrios y tejas fotovoltaicos con sistemas de gestión de energía del edificio para optimizar el uso de la energía generada.	Promocionar los beneficios de los vidrios y tejas fotovoltaicos en términos de ahorro energético y sostenibilidad para atraer a compradores conscientes del medio ambiente.	Investigar y estar al tanto de las políticas y programas de incentivos fiscales y subvenciones disponibles a nivel local, estatal y nacional.	Realizar un análisis exhaustivo de costos y beneficios para determinar el período de retorno de inversión y ajustar la estrategia en consecuencia.	Implementar diseños arquitectónicos innovadores que integren vidrios y tejas fotovoltaicos de manera estética y funcional.
Instalar sistemas de monitoreo en tiempo real para detectar y solucionar problemas antes de que se conviertan en costosos	Utilizar vidrios y tejas fotovoltaicos que también ofrezcan propiedades de aislamiento térmico para reducir la demanda de calefacción y refrigeración.	Obtener certificaciones de sostenibilidad para la propiedad, lo que puede aumentar su atractivo y valor en el mercado.	Contratar a asesores o consultores especializados en energías renovables que puedan guiar en la aplicación y aprovechamiento de estos incentivos.	Optar por tecnologías de vidrio fotovoltaico avanzadas y eficientes que ofrezcan un mayor rendimiento y una recuperación de inversión más rápida.	Obtener certificaciones de sostenibilidad reconocidas internacionalmente para destacar el compromiso con la energía renovable.
Seleccionar vidrios y tejas fotovoltaicos de alta calidad y durabilidad para minimizar la frecuencia de reparaciones y sustituciones	Colaborar con arquitectos para diseñar edificios que maximicen la captación de luz solar y la eficiencia de los vidrios y tejas fotovoltaicos.	Utilizar diseños de vidrios y tejas fotovoltaicos que también mejoren la apariencia estética del edificio.	Establecer relaciones con organismos gubernamentales y organizaciones de sostenibilidad que puedan proporcionar información y apoyo.	Formar alianzas con fabricantes y proveedores de confianza para asegurar precios competitivos y servicios de calidad.	Desarrollar campañas de marketing que resalten los beneficios únicos de los vidrios y tejas fotovoltaicos para diferentes segmentos de mercado.
Capacitar al personal en el mantenimiento básico de los vidrios y tejas fotovoltaicos para reducir la dependencia de servicios externos.	Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar que los vidrios y tejas fotovoltaicos funcionen a su máxima capacidad.	Presentar estudios de caso y datos concretos de ahorro energético y retorno de inversión a los potenciales compradores.	Mantener una documentación detallada y cumplir con todos los requisitos necesarios para calificar y mantener los incentivos fiscales y subvenciones.	Considerar opciones de financiamiento y leasing que puedan reducir el desembolso inicial y acelerar el retorno de inversión.	Publicar casos de éxito y testimonios de proyectos anteriores para demostrar la eficacia y los beneficios tangibles de los vidrios y tejas fotovoltaicos.
3. IDEAS SELECCIONADAS					
M1: Instalar sistemas de monitoreo en tiempo real para detectar y solucionar problemas antes de que se conviertan en costosos.	M2: Integrar los vidrios y tejas fotovoltaicos con sistemas de gestión de energía del edificio para optimizar el uso de la energía generada.	M3: Obtener certificaciones de sostenibilidad para la propiedad, lo que puede aumentar su atractivo y valor en el mercado.	M4: Investigar y estar al tanto sobre políticas y programas de incentivos fiscales y subvenciones disponibles a nivel local, estatal y nacional.	M5: Realizar un análisis exhaustivo de costos y beneficios para determinar el período de retorno de inversión y ajustar la estrategia en consecuencia.	M6: Posicionar los proyectos inmobiliarios como autosuficientes en energía y con ahorro garantizado en costos eléctricos

**M5:** Realizar un análisis exhaustivo de costos y beneficios para determinar el período de retorno de inversión y ajustar la estrategia en consecuencia.

**M6:** Posicionar los proyectos inmobiliarios como autosuficientes en energía y con ahorro garantizado en costos eléctricos.

**Figura 5**

*Matriz Costo / Impacto*



**Tabla 7**

*Costo-Impacto*

Estrategia	Costo	Impacto
M1: Instalar sistemas de monitoreo en tiempo real	Alto	Alto
M2: Integrar vidrios y tejas fotovoltaicos con sistemas de gestión de energía	Medio	Alto
M3: Obtener certificaciones de sostenibilidad	Medio	Alto
M4: Investigar incentivos fiscales y subvenciones	Bajo	Medio
M5: Análisis de costos y beneficios	Medio	Bajo
M6: Posicionamiento de vidrios y tejas fotovoltaicos en el mercado	Bajo	Alto

Como conclusiones, se tiene que:

Estrategias de Alta Prioridad (Alto Impacto y Medio Costo):

M2 (Gestión energética) y M3 (Certificaciones de sostenibilidad) son estrategias viables con alta rentabilidad. Se recomienda implementarlas en etapas tempranas para generar confianza y valor en el mercado.

Oportunidad Clave (Alto Impacto y Bajo Costo):

M6 (Posicionamiento de los vidrios y tejas fotovoltaicos) tiene gran impacto con una inversión baja, por lo que se recomienda desarrollarla con estrategias de marketing digital, casos de éxito y diferenciación en diseño.

Inversión Estratégica (Alto Costo y Alto Impacto):

M1 (Monitoreo en tiempo real) requiere una inversión considerable, pero su impacto justifica el costo. Se recomienda ejecutarla en proyectos con mayores recursos o en fases escalonadas.

Rápida Implementación (Bajo Costo y Medio Impacto):

M4 (Incentivos fiscales y subvenciones) es de bajo costo y su impacto es moderado, por lo que es una acción de fácil implementación con beneficios potenciales.

Evaluación Necesaria (Medio Costo y Bajo Impacto):

M5 (Análisis de costos-beneficios) tiene impacto bajo y costo medio. Aunque es importante, se debe evaluar su aplicación caso por caso.

## Capítulo IV: Diseño del Producto

En este capítulo se presenta el proceso integral de desarrollo de vidrios y tejas fotovoltaicos desde la concepción hasta el Producto Mínimo Viable mediante cinco secciones estructuradas: la concepción del producto establece las fases de planeamiento, revisión y *feedback* del prototipo inicial basado en la integración de tecnología BIPV; el desarrollo de la narrativa aplica la metodología *Design Thinking* con sus cinco etapas de empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar para comprender las necesidades del usuario.

Además, se describe el tipo de innovación que categoriza la propuesta como innovación arquitectónica modular que transforma elementos constructivos pasivos en generadores activos de energía. La propuesta de valor articula los beneficios diferenciadores de funcionalidad dual, integración estética y contribución sostenible.

Asimismo, el Producto Mínimo Viable presenta la versión final validada a través de tres iteraciones sucesivas, incorporando las mejoras identificadas en resistencia estructural, aislamiento térmico, eficiencia energética y opciones estéticas, culminando con un producto que equilibra funcionalidad, estética y viabilidad comercial para el sector inmobiliario peruano.

### 4.1 Concepción del Producto o Servicio

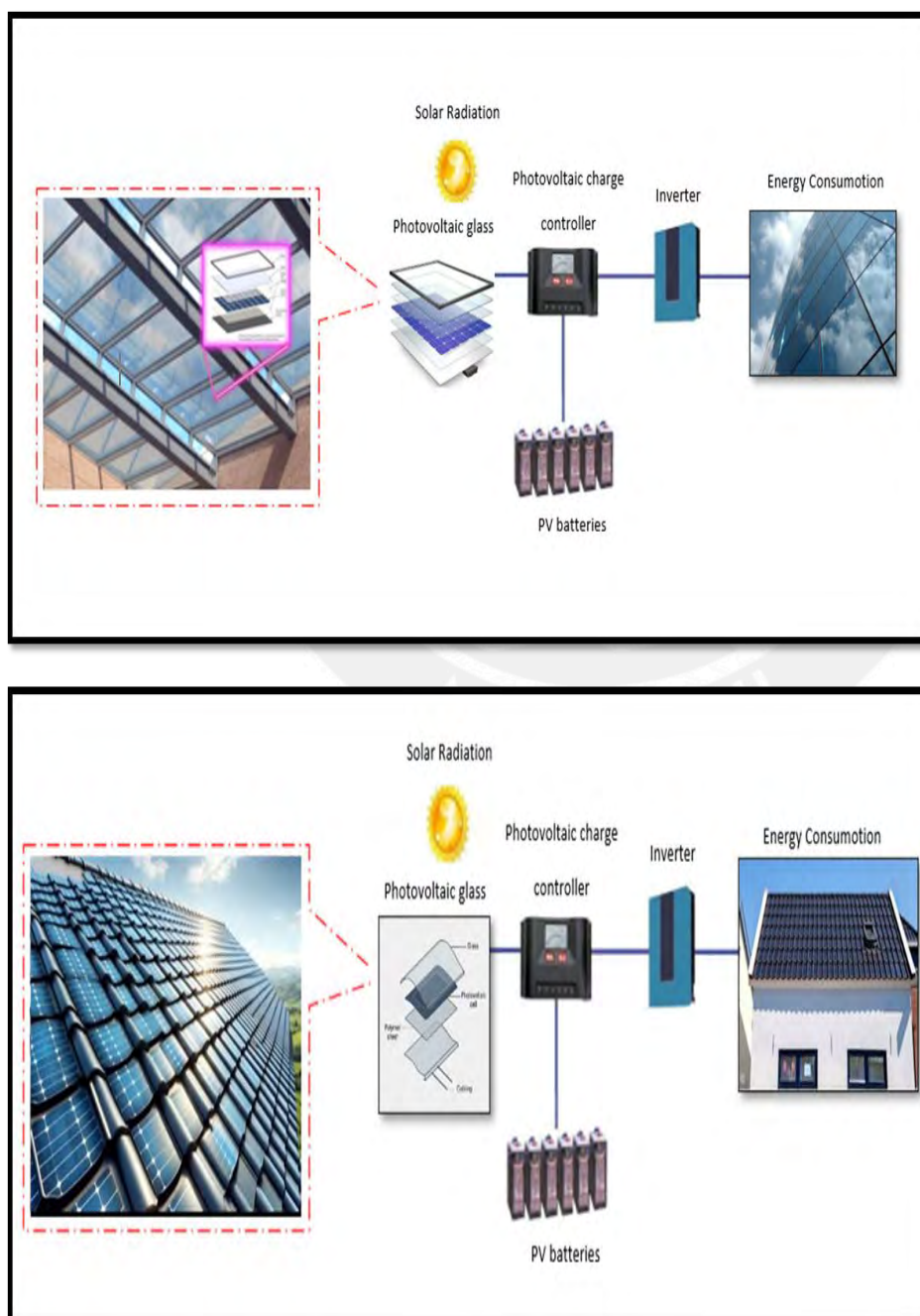
Los vidrios y tejas fotovoltaicas surgen como solución sostenible para integrar energías renovables directamente en arquitectura y construcción, reemplazando materiales tradicionales con elementos que generan energía limpia mientras cumplen funciones estructurales (ver Figura 6), su aplicación se enfoca principalmente en: Edificios corporativos, comerciales, institucionales y residenciales de alto nivel; centros comerciales y hoteles; proyectos mineros e infraestructura con objetivos de certificación leed y sostenibilidad

Por otra parte, a través de reuniones con potenciales consumidores, se presentó el

prototipo de teja o vidrio fotovoltaico, generando un diálogo productivo que permitió recopilar una serie de ideas, reflexiones y sugerencias; este intercambio proporcionó información valiosa sobre aspectos del producto que resultaron interesantes, posibles interrogantes de los usuarios, propuestas de mejora y críticas constructivas que contribuirán al desarrollo y perfeccionamiento de la solución tecnológica (Ver Apéndice I).

**Figura 6**

*Sistema de Funcionalidad – Vidrios y Tejas Fotovoltaico*



#### **4.1.1 Planeamiento**

Los vidrios convencionales, diseñados tradicionalmente para permitir el paso de luz natural, tienen un costo aproximado de 220 soles, variable según características especiales de aislamiento; en contraste, los vidrios fotovoltaicos, con un precio en torno a 400 euros, ofrecen una solución tecnológica innovadora que va más allá de la simple transmisión lumínica. Estos vidrios especializados presentan propiedades de baja emisividad y filtro solar de alta eficiencia, lo que les permite no sólo generar energía limpia aprovechando la radiación solar, sino también mejorar significativamente el confort interior de los espacios, su capacidad para reducir los requerimientos de climatización los convierte en una solución integral.

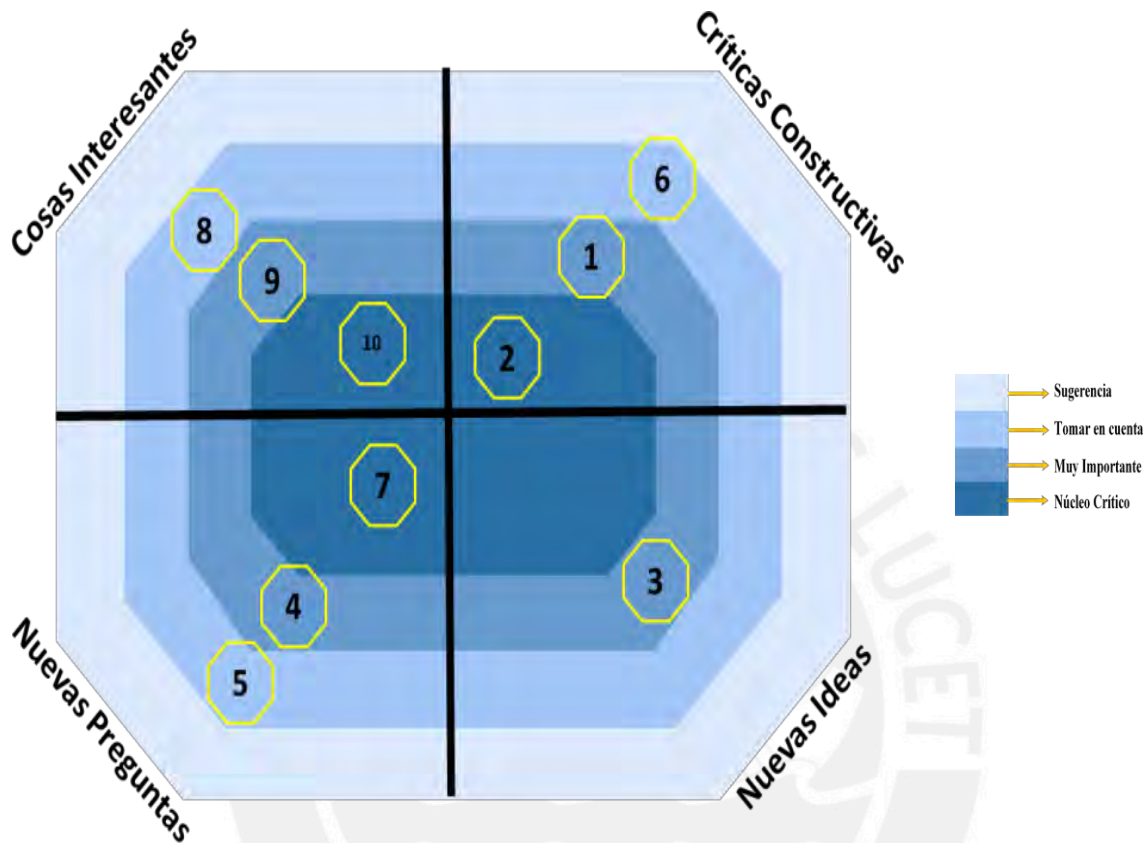
El sistema bipv (*building integrated photovoltaics*) representa esta filosofía de integración, donde los módulos fotovoltaicos se incorporan directamente en la envolvente arquitectónica, específicamente en cubiertas o fachadas, cumpliendo simultáneamente funciones estructurales y de generación energética.

#### **4.1.2 Revisión**

A través de reuniones con potenciales consumidores, se presentó el prototipo de teja o vidrio fotovoltaico, generando un diálogo productivo que permitió recopilar una serie de ideas, reflexiones y sugerencias; este intercambio proporcionó información valiosa sobre aspectos del producto que resultaron interesantes, posibles interrogantes de los usuarios, propuestas de mejora y críticas constructivas que contribuirán al desarrollo y perfeccionamiento de la solución tecnológica.

#### **4.1.3 Feedback del Prototipo**

A partir de la retroalimentación obtenida en conversaciones con potenciales consumidores, se definió el público objetivo para el prototipo de tejas y vidrios fotovoltaicos, enfocándose específicamente en el sector inmobiliario como mercado principal (ver Figura 7).

**Figura 7***Lienzo Blanco de Relevancia*

1. Definir el branding (marca de la empresa) (CC)
2. Crear e ingresar un menú del portafolio de ventas. (CC)
3. Tener atenciones por WhatsApp. (NI)
4. Definir muestras de la inmersión del negocio en otras sites. (NP)
5. Chequear en el mercado nacional o sudamericano empresas con los mismos objetivos de negocio. (NP)
6. Canal de opiniones sobre el trato personal y sobre el producto. (CC)
7. Considere en su espacio web los aportes ya realizados para que futuros clientes tomen una decisión de contactarlos. (NP)
8. Generar energía sin modificar la estética. (CI)
9. Propiciar ahorro en costos eléctricos (CI)

10. Producir mayor valorización del inmueble (CI)

#### 4.2 Desarrollo de la Narrativa

Para el desarrollo de la narrativa del proyecto, se implementó la metodología de *Design Thinking*, un enfoque centrado en el usuario que permite generar soluciones innovadoras a través de un proceso iterativo y colaborativo que integra empatía, creatividad y racionalidad para satisfacer las necesidades de los usuarios y lograr el éxito tecnológico; esta metodología se estructura en cinco etapas fundamentales que facilitan la comprensión profunda de las necesidades del usuario y el desarrollo de propuestas de valor diferenciadas.

El *Design Thinking* se caracteriza por su naturaleza no lineal y su enfoque en la experimentación, permitiendo a los equipos multidisciplinarios abordar problemas complejos desde una perspectiva empática y creativa. En el contexto de este proyecto, esta metodología resultó especialmente relevante dado el carácter innovador de los vidrios y tejas fotovoltaicos y la necesidad de comprender las percepciones y requerimientos específicos de profesionales del sector construcción.

Las cinco etapas implementadas fueron:

**Empatizar.** Se exploró en profundidad la dimensión emocional y funcional de los usuarios respecto a los vidrios y tejas fotovoltaicos; el objetivo fue comprender los sentimientos, expectativas y necesidades prácticas asociadas a esta tecnología, considerando el contexto limitado de referencias en proyectos inmobiliarios existentes.

**Definir.** se desarrolló un enfoque centrado en el usuario, orientado a comprender y resolver sus necesidades específicas; se identificaron los principales desafíos del negocio, con el propósito de definir el problema central que impulse la adopción de vidrios y tejas fotovoltaicos.

**Idear.** Se definió el perfil del consumidor, explorando sus motivaciones e inquietudes, lo que permitió diseñar un prototipo de solución basado en vidrios y tejas fotovoltaicos. adicionalmente, se desarrolló un mapa de valor para detallar las características

y presentación de la propuesta, con el objetivo de establecer su potencial de rentabilidad.

**Prototipar.** A partir de la información recopilada en las conversaciones con consumidores, se refinaron las características del prototipo para desarrollar un producto mínimo viable (PMV) y estructurar el modelo de negocio; el proceso permitió confirmar el interés de los potenciales usuarios en la propuesta tecnológica.

**Evaluar.** Se recopiló información directa de los consumidores, mediante conversaciones que permitieron evaluar su nivel de interés y obtener retroalimentación sobre la propuesta diseñada, explorando sus percepciones, expectativas y opiniones respecto a la solución tecnológica.

La implementación de esta metodología permitió no solo desarrollar una propuesta técnicamente viable, sino también asegurar su alineación con las expectativas reales del mercado objetivo, reduciendo significativamente los riesgos asociados al lanzamiento de una innovación en un sector tradicionalmente conservador como el de la construcción.

#### **4.3 Tipo de Innovación del Producto o Servicio**

Según el Manual de Oslo (OECD, 2018), que establece el marco internacional para la medición de actividades científicas, tecnológicas y de innovación, SunXcel representa una innovación de producto al introducir vidrios y tejas fotovoltaicos que constituyen bienes nuevos con características técnicas y funcionales significativamente diferentes a los materiales constructivos tradicionales disponibles en el mercado. Esta clasificación se fundamenta en la capacidad del producto para ofrecer prestaciones completamente nuevas que no existían previamente en elementos arquitectónicos convencionales.

La innovación se caracteriza por integrar tecnología fotovoltaica directamente en elementos arquitectónicos convencionales, creando productos que cumplen simultáneamente funciones estructurales y de generación energética. De acuerdo con la taxonomía del Manual de Oslo, la propuesta también incorpora elementos de innovación de proceso, ya que modifica los métodos tradicionales de construcción e instalación, requiriendo nuevos

protocolos técnicos y capacitación especializada para su correcta implementación. Esta dualidad convierte a SunXcel en una solución integral que trasciende las categorías tradicionales de innovación.

Asimismo, la propuesta trasciende la categoría de mejora incremental al crear una nueva subcategoría dentro del mercado de materiales de construcción, como elementos arquitectónicos multifuncionales que eliminan la dicotomía tradicional entre estética y eficiencia energética. Esta característica posiciona a los vidrios y tejas fotovoltaicos como una solución disruptiva en el sector de construcción sostenible, redefiniendo las expectativas sobre lo que pueden lograr los materiales de construcción en términos de generación de valor económico y ambiental.

Por otra parte, para validar la originalidad y posicionamiento innovador de SunXcel, se realizó una búsqueda exhaustiva de patentes en las principales bases de datos internacionales, incluyendo USPTO (Estados Unidos), EPO (Europa), WIPO (Mundial) e INDECOPI (Perú). La investigación utilizó términos específicos como *photovoltaic glass*, *solar roof tiles*, *BIPV*, *transparent solar cells* y *solar building materials*, abarcando un período de análisis de los últimos 15 años para capturar tanto tecnologías maduras como desarrollos emergentes en el sector (ver Tabla 8).

La investigación reveló que, aunque existen patentes relacionadas con componentes individuales de tecnología fotovoltaica integrada, ninguna patente identificada aborda la propuesta integral de SunXcel que combina vidrios y tejas fotovoltaicos en un sistema modular completo. Las patentes existentes se enfocan típicamente en una sola aplicación (solo tejas o solo vidrios), mientras que SunXcel propone un ecosistema integral que incluye ambos elementos, adaptado específicamente a condiciones climáticas tropicales y acompañado de servicios locales de instalación, mantenimiento y financiamiento especializado.

**Tabla 8***Patentes Relevantes Identificadas en Tecnología Fotovoltaica Integrada*

Patente	Titular	Año	Descripción	Diferenciación SunXcel
US10,256,353 B2	Tesla Inc.	2019	Tejas solares integradas con células fotovoltaicas para aplicaciones residenciales	SunXcel ofrece tanto vidrios como tejas con mayor flexibilidad estética y adaptación climática específica para condiciones tropicales
EP3234976 A1	Onyx Solar Energy S.L.	2017	Vidrio fotovoltaico transparente para fachadas de edificios comerciales	SunXcel integra solución modular completa con servicios locales, garantías extendidas y opciones de financiamiento
WO2020/146539 A1	Sharp Corporation	2020	Células solares transparentes de película delgada	SunXcel combina transparencia variable con resistencia estructural y climática superior
US11,043,591 B2	SolarWindow Technologies Inc.	2021	Ventanas generadoras de electricidad con recubrimientos fotovoltaicos	SunXcel ofrece sistema integral que incluye elementos horizontales y verticales en solución arquitectónica unificada
CN109037768 A	Hanergy Thin Film Power Group	2018	Módulos fotovoltaicos flexibles para integración arquitectónica	SunXcel se enfoca en rigidez estructural y durabilidad para condiciones climáticas extremas

Esta diferenciación es particularmente relevante en el contexto del mercado peruano y latinoamericano, donde las condiciones climáticas específicas (alta humedad, radiación solar intensa, variabilidad térmica) requieren adaptaciones técnicas que no están contempladas en las patentes internacionales existentes. Adicionalmente, la integración de servicios financieros y técnicos locales representa una innovación de modelo de negocio que complementa la innovación tecnológica, creando una propuesta de valor única que no se encuentra protegida por patentes existentes en el sector.

El tipo de innovación de los vidrios y tejas fotovoltaicos se definió a partir del proceso iterativo de diseño, específicamente tras la segunda iteración donde se identificaron patrones claros en la retroalimentación de los potenciales usuarios. Esta fase proporcionó *insights* determinantes para categorizar la innovación, donde las respuestas de 20 profesionales del sector construcción permiten concluir que el producto representa una innovación arquitectónica con componentes modulares, basándose en la capacidad del producto para integrar y reorganizar tecnologías existentes de forma novedosa, creando una solución que combina funcionalidad estructural con generación energética.

La esencia innovadora del producto radica principalmente en la integración estética-funcional que logra resolver uno de los mayores obstáculos para la adopción de energía solar en edificaciones. El 45% de los entrevistados identificó como característica más valiosa la integración estética en el diseño arquitectónico (ver Apéndice C), evidenciando que el producto soluciona la percepción tradicional de que los paneles solares comprometen la apariencia arquitectónica, al convertir elementos constructivos convencionales en generadores de energía sin sacrificar su estética. Esta capacidad de mantener la integridad visual mientras se añade funcionalidad energética representa un salto cualitativo significativo en la tecnología de construcción sostenible.

Otro aspecto fundamental de esta innovación es la multifuncionalidad sin complejidad añadida, como lo confirma el 60% de los profesionales al describir el producto como un enfoque diferente que combina funciones separadas (ver Apéndice C). Simultáneamente, el 50% indicó que su implementación requeriría modificaciones menores en sus procedimientos actuales (ver Apéndice C), revelando que la innovación logra incorporar nueva funcionalidad energética sin aumentar significativamente la complejidad constructiva, facilitando así su adopción en el mercado. Esta simplicidad de implementación es crucial para la aceptación en un sector tradicionalmente conservador como el de la

construcción.

La creación de valor dual representa el tercer pilar innovador del producto, con los profesionales reconociendo una combinación de valor ambiental (35%) y económico (25%) como principales beneficios (ver Apéndice C). Esta dualidad evidencia que la innovación responde simultáneamente a necesidades de sostenibilidad y rentabilidad, superando la disyuntiva tradicional entre impacto ecológico y viabilidad financiera que ha caracterizado a muchas soluciones energéticas alternativas. La capacidad de generar beneficios tangibles en ambas dimensiones posiciona a SunXcel como una solución integral que no requiere compromisos entre objetivos aparentemente contradictorios.

Lo que hace de este producto una verdadera innovación arquitectónica es que no se limita a mejorar incrementalmente el rendimiento de los materiales constructivos o de los sistemas fotovoltaicos por separado. En cambio, crea una nueva categoría de elementos constructivos multifuncionales que eliminan la necesidad de instalar sistemas fotovoltaicos como componentes adicionales a la envolvente del edificio, redefiniendo la relación entre estructura y generación energética. Esta integración modifica parcialmente la cadena de valor del sector construcción, como lo confirma el 40% de los encuestados al señalar que el producto crearía nuevos eslabones en la cadena (ver Apéndice C), relacionados particularmente con la instalación especializada, el mantenimiento predictivo y la monitorización de rendimiento energético.

En consenso, la innovación que representa este producto, validada por los profesionales consultados en la segunda y tercera iteración, es la transformación de elementos pasivos de la envolvente arquitectónica (vidrios y tejas) en componentes activos generadores de energía, manteniendo sus características estéticas y funcionales originales, y requiriendo mínimas adaptaciones en los procesos constructivos existentes.

Esta propuesta de valor dual posiciona al producto como una solución que expande

significativamente las posibilidades del mercado de construcción sostenible, creando un nuevo paradigma donde los elementos arquitectónicos contribuyen activamente a la eficiencia energética del edificio sin comprometer su función primaria o su valor estético (ver Apéndice C y D).

#### **4.4 Propuesta de Valor**

La transformación de infraestructura mediante soluciones fotovoltaicas innovadoras representa un salto cualitativo en la concepción arquitectónica contemporánea; la propuesta contempla vidrios y tejas de alta eficiencia que van más allá de la simple función estructural, integrando capacidades de generación energética solar con una sofisticación tecnológica sin precedentes; donde cada metro cuadrado de edificación se convierte en un potencial generador de energía limpia, contribuyendo simultáneamente al ahorro energético, la sostenibilidad ambiental y la progresiva independencia energética de las construcciones, por lo que la tecnología desarrollada permite transformar la radiación solar en electricidad de manera eficiente, optimizando el rendimiento de los espacios arquitectónicos.

La solución supera significativamente los tradicionales paneles solares, ofreciendo una propuesta estética moderna que se integra armónicamente con diversos estilos arquitectónicos; donde su diseño vanguardista elimina la percepción de elementos adicionales, presentándose como una parte orgánica e intrínseca de la construcción. Los elementos fotovoltaicos han sido concebidos para requerir mínimo mantenimiento, lo que se traduce en reducción sustancial de costos operativos y una prolongada vida útil.

Más allá de su dimensión económica, el producto representa un compromiso profundo con la sostenibilidad, cada instalación contribuye directamente a la reducción de emisiones de carbono, permitiendo a los clientes convertirse en agentes activos de transformación ambiental. La tecnología avanzada se fusiona con un diseño contemporáneo, generando espacios que son funcionalmente eficientes, y estéticamente vanguardistas.

Figura 8

Propuesta de Valor



#### **4.5 Producto Mínimo Viable (PMV)**

Tras un proceso de iteraciones sucesivas, se logró desarrollar un producto mínimo viable consistente en vidrios con celdas fotovoltaicas estratégicamente integradas; esta solución innovadora permite la generación de energía solar sin comprometer las cualidades estéticas inherentes al vidrio, logrando un equilibrio óptimo entre funcionalidad y diseño.

El producto desarrollado presenta un nivel de transparencia cuidadosamente calculado que garantiza el paso de luz natural, mientras simultáneamente maximiza la eficiencia fotovoltaica para la generación de electricidad; siendo su objetivo fundamental contribuir al desarrollo de edificaciones autosostenibles, capaces de generar la energía eléctrica requerida por sus ocupantes mediante fuentes renovables.

El proceso para llegar a este producto final atravesó tres iteraciones fundamentales. Inicialmente, se realizó una investigación de mercado exhaustiva para conocer detalladamente el perfil del cliente, mediante entrevistas a ingenieros y arquitectos, lo que permitió comprender sus necesidades, preferencias y puntos de dolor. Esta primera iteración reveló que los profesionales valoraban especialmente la integración estética, la eficiencia energética y la facilidad de instalación, pero mostraban preocupación por la durabilidad, el costo inicial y el retorno de inversión.

La segunda iteración se basó en la retroalimentación técnica de 20 profesionales del sector construcción, quienes evaluaron un prototipo mejorado y confirmaron que se trataba principalmente de una innovación arquitectónica (55%). Esta fase se enfocó en mejorar la resistencia estructural, el aislamiento térmico y el sistema de conexión eléctrica. Esta evaluación permitió identificar que el aspecto más valorado era la integración estética en el diseño arquitectónico (45%), confirmando la orientación correcta del desarrollo.

La tercera iteración condujo al PMV final, incorporando todas las mejoras identificadas y validadas por una evaluación con 50 profesionales del sector, quienes

calificaron el producto mayoritariamente como "satisfactorio" o "muy satisfactorio" (82%). Esta versión final logró reducir significativamente el tiempo de instalación, mejorar la eficiencia energética en condiciones de luz difusa, aumentar la resistencia climática y ampliar las opciones estéticas, alcanzando el equilibrio óptimo entre funcionalidad, estética y viabilidad comercial.

Este PMV de vidrios fotovoltaicos representa una innovación significativa en el sector construcción, ya que integra la funcionalidad de generación energética directamente en elementos arquitectónicos convencionales; donde la estructura del vidrio fotovoltaico fue diseñada considerando no solo su capacidad de generación eléctrica, sino también importantes factores arquitectónicos como la resistencia estructural, el aislamiento térmico y la transmisión de luz natural. Las pruebas realizadas demostraron que estos vidrios pueden soportar las condiciones climáticas variables presentes en diferentes regiones del Perú, manteniendo su eficiencia y durabilidad.

La tecnología seleccionada para el PMV permite que los vidrios capturen eficientemente la luz solar incluso en condiciones de radiación difusa o parcialmente nublada, optimizando así la generación energética en diversos entornos urbanos. El sistema incluye componentes de conversión eléctrica que facilitan la conexión a la red existente de los edificios, permitiendo un aprovechamiento inmediato de la energía generada y reduciendo significativamente la dependencia de la red eléctrica convencional.

Por otro lado, las tejas fotovoltaicas emergen como una solución innovadora que genera energía solar manteniendo un diseño estético compatible con la arquitectura tradicional, concebidas con dimensiones y formatos equivalentes a las tejas convencionales, permiten una instalación rápida y sencilla, superando las limitaciones estéticas de los paneles solares tradicionales y ofreciendo una alternativa que integra eficientemente generación energética con coherencia arquitectónica.

El desarrollo del PMV para las tejas fotovoltaicas siguió un proceso similar, partiendo del conocimiento profundo del usuario obtenido en la primera iteración. Las pruebas iniciales revelaron preferencias por mantener la apariencia tradicional de los tejados, mientras se añadía la funcionalidad energética. La segunda iteración incorporó materiales compuestos innovadores que mejoraron la resistencia mientras mantenían un aspecto familiar, y la versión final consiguió un equilibrio entre la eficiencia energética, la estética tradicional y la resistencia a condiciones climáticas extremas que era demandada por los potenciales usuarios (ver Figura 9).

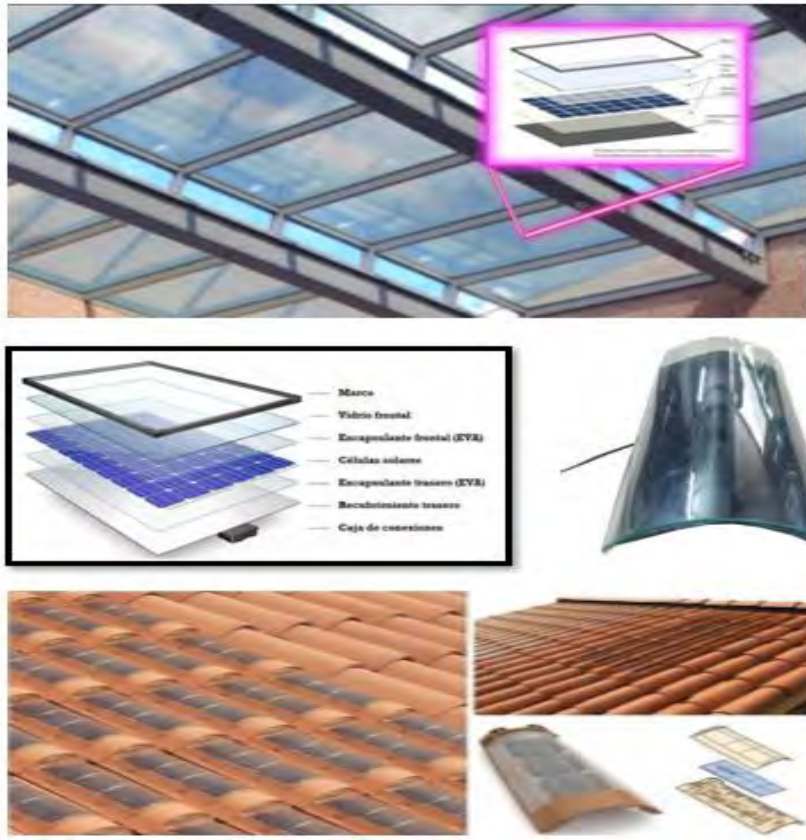
A través de varias iteraciones del producto, se optimizaron aspectos críticos como el sistema de anclaje, la conexión entre unidades y los acabados estéticos. El PMV final incorpora un sistema de instalación simplificado que reduce significativamente los tiempos de montaje comparado con otros sistemas fotovoltaicos, factor identificado como prioritario durante las sesiones de validación con constructores e instaladores. Adicionalmente, se desarrollaron opciones de coloración que permiten adaptarse a diferentes estilos arquitectónicos sin comprometer el rendimiento energético (ver Figura 10 y 11).

La evaluación económica del PMV consideró no solo los costos iniciales de adquisición e instalación, sino también el retorno de inversión a largo plazo, teniendo en cuenta los ahorros energéticos, la reducción de emisiones de carbono y el valor agregado que estos materiales proporcionan a las edificaciones en términos de certificaciones de sostenibilidad. Los resultados confirmaron la viabilidad comercial del producto, especialmente para segmentos como edificios corporativos, hoteles e instituciones públicas comprometidas con la sostenibilidad.

En consenso, los productos fotovoltaicos desarrollados buscan complementar el diseño ornamental de los edificios, ofreciendo una estética futurista que trasciende la funcionalidad energética. su implementación requiere personal especializado capaz de

Figura 9

PMV del Vidrio y Teja Fotovoltaico

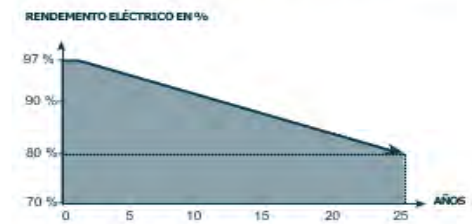


Ficha técnica Teja Solar  
**Fotovoltaica Universal - CAM98**



94,7 % RECICLABLE.  
Material sostenible y reciclable.

- ESTÉTICA PREMIUM**  
Diseño full-black  
Conexiones ocultas  
Fácil instalación
- RENDIMIENTO OPTIMIZADO**  
Células monocristalinas de alto rendimiento PERC  
Vidrio antireflectante para una mejor captación de luz.
- CALIDAD Y SEGURIDAD**  
Certificado fabrica ISO 9001: 2015 et ISO 14001: 2015  
Certificado IEC 61215 et 61730  
Control del ciclo de vida
- GARANTÍA**  
Fabricación francesa  
Garantía de fabricación de 20 años.  
Garantía del rendimiento del 80 % a los 25 años:



**TEJA SOLAR FOTOVOLTAICA UNIVERSAL - CAM98**

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Células solares	Monocristalinas Si 6,3 (158,75 x 158,75 mm) PERC - 5BB - 60 células
Origen de los paneles (encapsulación)	France
Dimensiones del módulo	1.055 x 1.686 x 44 mm / 1.686 x 1.055 x 44 mm
Orientación	Horizontal / Vertical
Peso	20,5 kg
Vidrio	Vidrio solar 3.2 mm
Parte trasera	Negra
Marco	Aluminio anodizado negro 15 µm
Características de los cables	Longitud 1 m - sección 4 mm²
Conexión	PV-GZX0601-1, compatible MC4
Clase de protección	IP67
DATOS ELÉCTRICOS (STC*)	
Pico de potencia - P <sub>MAX</sub> (W <sub>p</sub> )	330
Tolerancia de potencia	0 / -6 %
Tensión a máxima potencia - V <sub>MPP</sub> (V)	33,29
Corriente Máxima - I <sub>MPP</sub> (A)	9,64
Voltaje de circuito abierto - V <sub>OC</sub> (V)	40,98
Corriente de cortocircuito - I <sub>SC</sub> (A)	10,14
Temperatura de funcionamiento normal (NOCT)	49,3 °C
Temperatura de funcionamiento (OC)	de -40 °C a 85 °C
Coefficiente de temperatura (COV)	-0,276 %/°C
Coefficiente de temperatura (ISC)	0,049 %/°C
Coefficiente de temperatura (P <sub>MAX</sub> )	-0,369 %/°C
Efficiencia (%) / área célula	20,05
Efficiencia (%) / área del panel	19,29

\*\*Valores eléctricos bajo condiciones de prueba estándar STC: 1 000 W/m², 25 °C, AM 1.5 / Tolerancia de medida: +/- 5 %.

DATOS ELÉCTRICOS (NOCT*)	
Pico de potencia - P <sub>MAX</sub> (W <sub>p</sub> )	239,72
Tensión máxima potencia - V <sub>MPP</sub> (V)	31,09
Corriente Máxima-IMPP (A)	7,71
Voltaje de circuito abierto - V <sub>OC</sub> (V)	40,61
Corriente de cortocircuito - I <sub>SC</sub> (A)	8,12

Valores eléctricos bajo condiciones de prueba NOCT: 800 W/m², 20 °C, AM 1,5, velocidad del viento 1 m/s.

CARGAS	
Tensión máxima del sistema	1 000 V <b>dc</b>
Corriente inversa máxima permitida	15 <b>A</b>
Protección contra descargas eléctricas	Clase II
Carga máxima de viento/nieve	1600 <b>Pa</b> según IEC 61215*
Protección contra granizo	Hasta un diámetro de 25 mm con velocidad de impacto de 23 m/s

\* Carga de prueba a 2400 **Pa** con factor de seguridad 1,5.

LOGÍSTICA	
Número de módulos por palet	20
Dimensiones del palet	182 x 111 cm
Peso del palet	aprox.400 kg

**DIMENSIONES (en mm):**

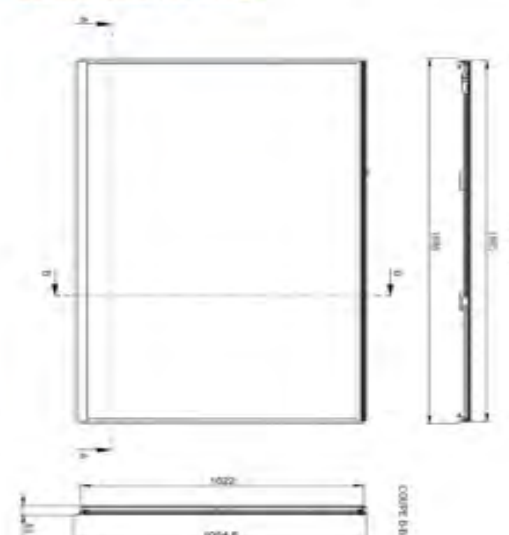


Figura 10

Imagen del Vidrio Fotovoltaico Mejorado



Figura 11

Imagen del Vidrio Fotovoltaico Mejorado

**VIDRIO FOTOVOLTAICO - DIMENSIONES**

1700 mm

1000 mm

**VIDRIO FOTOVOLTAICO - CONFIGURACIÓN**

Espesor total: 13,80 mm

Valor Ug [W/m².K] 5,4

---

Transmisión luminosa 46%

<b>VIDRIO FOTOVOLTAICO</b>		
	<b>1700 x 1000</b>	
	<b>6" Mono 3BB</b>	<b>Cristalino</b>
Características eléctricas (STC)		
Potencia nominal	184	$P_{max}$ (Wp)
Voltaje circuito abierto	27	$V_{oc}$ (V)
Intensidad de cortocircuito Voltaje máxima potencia	8,71	$I_{sc}$ (A)
Intensidad máxima potencia	22	$V_{mp}$ (V)
Intensidad máxima potencia	8,20	$I_{mp}$ (A)
Tolerancia de potencia	±10	%
STC: 1000 w/m², AM 1.5 y temperatura de célula de 25°C, estado del módulo estabilizado		
Características constructivas		
Longitud Anchura	1700	mm
Espesor total Área total	1000	mm
Peso específico	13,8	mm
Célula fotovoltaica	1,70	sqm
Número células / Grado transparencia Vidrio frontal	51	Kgs
Vidrio trasero Espesor encapsulante	6" Mono 3BB	Cristalino 46%
Categoría Código color	40	Vidrio templado low-iron
	6 mm	Vidrio templado Láminas
	6 mm	EVA
	1,80 mm	
Caja de conexiones		
Protección	IP65	
Sección de cableado	3,5 mm²	o 4,0 mm²
Límites		
Tensión máxima del sistema	1000	$V_{max}$ (V)
Temperatura de operación	-40...+85	°C
Coeficientes de temperatura		
Coeficiente de temperatura; $P_{mp}$ Coeficiente de temperatura; $V_{oc}$	-0,38	%/°C
Coeficiente de temperatura; $I_{sc}$	0,00	%/°C
	-0,29	%/°C

\*Especificaciones técnicas sujetas a cambio sin previo aviso por parte de Onyx Solar.

capacitar a potenciales clientes, con el objetivo de promover la adopción de vidrios fotovoltaicos en construcciones de alto consumo energético. Asimismo, la propuesta contempla una aplicación versátil que puede extenderse transversalmente a diversos sectores industriales, mediante una estrategia de transferencia tecnológica y sensibilización sobre sus beneficios.



## Capítulo V. Modelo de Negocio

Este capítulo estructura el modelo comercial de SunXcel mediante cuatro secciones: el lienzo del modelo de negocio define la propuesta de valor, segmentos de clientes, canales de distribución, relaciones con clientes, recursos y actividades clave, socios estratégicos, estructura de costos y fuentes de ingreso; la viabilidad del modelo se valida mediante estudios de mercado y análisis de aceptación; la escalabilidad evalúa el potencial de crecimiento y expansión en el mercado; y la sostenibilidad examina la dimensión social, relacionados con los ODS, los cuales garantizan la continuidad del negocio a largo plazo.

### 5.1 Lienzo del Modelo de Negocio

El modelo de negocio de SunXcel ha sido concebido tras un exhaustivo análisis del mercado peruano de construcción sostenible, integrando los *insights* obtenidos mediante las investigaciones de campo, entrevistas con profesionales del sector y estudios de viabilidad técnica realizados en capítulos anteriores. Este desarrollo responde a una oportunidad clara identificada en el sector inmobiliario, como la necesidad de soluciones arquitectónicas que integren generación energética sin comprometer la estética o funcionalidad constructiva (ver Figura 12).

La propuesta de valor plasmada en el lienzo sintetiza la esencia transformadora de SunXcel, ofreciendo soluciones fotovoltaicas arquitectónicamente integradas que convierten elementos constructivos convencionales en generadores de energía limpia; este concepto innovador satisface la triple demanda del mercado actual de la sostenibilidad ambiental, eficiencia energética y diferenciación arquitectónica, aspectos altamente valorados por los segmentos objetivo identificados en el estudio. La narrativa central de esta propuesta enfatiza cómo la tecnología fotovoltaica puede integrarse armoniosamente con la arquitectura, creando edificaciones que no solo reducen su huella ambiental, sino que también generan valor económico tangible a través del ahorro energético y la valorización

**Figura 12**

*Lienzo del Modelo de Negocio*

<b>LIENZO DEL MODELO DE NEGOCIO (Vidrios y tejas fotovoltaicas)</b>				
<p><b>SOCIOS CLAVE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Onyx Solar (España): Tecnología de vidrio fotovoltaico certificada UL. Obtiene: acceso mercado peruano, volúmenes garantizados.</li> <li>Jinko Solar (China): Tecnología para tejas fotovoltaicas Tier 1. Obtiene: penetración mercado sudamericano.</li> <li>Banco de Crédito del Perú: Líneas de crédito verde tasas preferenciales. Obtiene: cartera productos sostenibles, objetivos ESG.</li> <li>Peru Green Building Council: Certificaciones LEED, networking profesional. Obtiene: casos de estudio, fortalecimiento sector.</li> </ul>	<p><b>ACTIVIDADES CLAVE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Marketing y educación del mercado sobre los beneficios del producto.</li> <li>Alianzas con inmobiliarias y empresas de construcción.</li> <li>Optimización de procesos logísticos y de instalación.</li> <li>Investigación para adaptación a condiciones locales.</li> </ul>	<p><b>PROPUESTA DE VALOR</b></p> <p>SunXcel ofrece soluciones fotovoltaicas integradas arquitectónicamente que transforman vidrios y tejas convencionales en generadores de energía limpia, combinando funcionalidad constructiva con eficiencia energética, permitiendo reducir costos operativos a largo plazo, aumentar el valor inmobiliario y obtener certificaciones sostenibles, creando edificios que no solo conservan estética, sino que contribuyen activamente a la transición energética y la sostenibilidad ambiental.</p>	<p><b>RELACIÓN CON LOS CLIENTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Asesoría técnica personalizada</li> <li>Servicio postventa y mantenimiento para garantizar la eficiencia energética.</li> <li>Comunidad de aprendizaje sobre energía renovable.</li> <li>Programas de fidelización mediante beneficios exclusivos.</li> </ul>	<p><b>SEGMENTOS DE LOS CLIENTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Empresas inmobiliarias y constructoras</li> <li>Gobiernos y entidades públicas con proyectos sostenibles.</li> <li>Hogares de clase media y alta con conciencia ecológica.</li> <li>Empresas industriales y comerciales con alto consumo energético.</li> </ul>
<p><b>RECURSOS CLAVE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Proveedores logísticos: empresas de transporte internacional para importaciones.</li> <li>Distribuidores locales: red de distribuidores de materiales de construcción sostenible.</li> <li>Equipo de ventas y soporte técnico especializado.</li> <li>Certificaciones y cumplimiento de normativas ambientales.</li> <li>Proveedores de instalación: red de instaladores certificados especializados.</li> </ul>		<p><b>CANALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Venta directa especializada</li> <li>Distribuidores de materiales de construcción sostenible.</li> <li>E-commerce y plataformas digitales para venta y promoción.</li> <li>Distribuidores y socios estratégicos en el sector construcción.</li> </ul>		
<p><b>ESTRUCTURA DE GASTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Adquisición de materiales fotovoltaicos.</li> <li>Investigación y desarrollo para mejorar la eficiencia.</li> <li>Costos de distribución y almacenamiento.</li> <li>Marketing y educación del mercado.</li> <li>Servicio de instalación y mantenimiento postventa.</li> </ul>		<p><b>FUENTES DE INGRESO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Venta directa de vidrios (S/962) y tejas fotovoltaicas (S/925).</li> <li>Instalación y mantenimiento.</li> <li>Asesoría en eficiencia energética para proyectos inmobiliarios.</li> <li>Alianzas con entidades financieras para créditos verdes.</li> </ul>		

inmobiliaria.

Los segmentos de clientes han sido cuidadosamente definidos tras analizar las entrevistas y pruebas de concepto realizadas, identificando cuatro grupos principales con necesidades específicas: empresas inmobiliarias y constructoras interesadas en diferenciación mediante certificaciones sostenibles; entidades gubernamentales comprometidas con políticas de eficiencia energética; hogares de clase media-alta con conciencia ecológica; y empresas industriales y comerciales buscando reducir costos operativos a largo plazo. Para cada uno de estos segmentos, SunXcel ha diseñado propuestas específicas que responden a sus particulares motores de decisión, desde el retorno de inversión hasta el impacto ambiental medible.

Las relaciones con los clientes se estructuran en torno a cuatro pilares fundamentales que responden directamente a las necesidades expresadas durante la fase de investigación: asesoría técnica personalizada durante todo el ciclo del proyecto, servicio postventa con mantenimiento preventivo, creación de una comunidad de aprendizaje sobre energía renovable, y programas de fidelización con beneficios exclusivos. Este enfoque integral busca construir relaciones duraderas que trasciendan la mera transacción comercial, fomentando la creación de una comunidad comprometida con la transición energética.

Para materializar estas relaciones, SunXcel implementa una estrategia multicanal que combina la venta directa especializada, fundamental para proyectos complejos, con la presencia en distribuidores de materiales sostenibles, plataformas digitales con herramientas de visualización, y alianzas estratégicas con actores clave del sector construcción. Esta diversificación de canales permite maximizar el alcance y adaptarse a los diferentes procesos de decisión de cada segmento objetivo.

Los recursos clave identificados en el lienzo reflejan los elementos esenciales para garantizar la propuesta de valor: tecnología fotovoltaica certificada y adaptada al mercado

peruano, una red confiable de proveedores y fabricantes internacionales, un equipo técnico especializado con capacidad para desarrollar proyectos complejos, y las certificaciones que avalan la calidad y sostenibilidad de las soluciones. Estos recursos se complementan con actividades estratégicas como la gestión logística especializada, el desarrollo meticuloso de proyectos de instalación, la capacitación técnica para profesionales del sector, y un enfoque decidido en el marketing educativo para superar las barreras de desconocimiento identificadas en la investigación.

Para desarrollar estas actividades, SunXcel establece alianzas estratégicas con socios clave específicos que aportan valor mutuo, como Onyx Solar (España), líder mundial en fabricación de vidrio fotovoltaico transparente con certificación UL, proporcionaría tecnología especializada y transferencia técnica, obteniendo acceso al mercado peruano y volúmenes de compra garantizados; Jinko Solar (China), fabricante Tier 1 reconocido mundialmente en tecnología solar avanzada, suministraría tecnología para tejas fotovoltaicas y soporte técnico, beneficiándose de la penetración estratégica en el mercado sudamericano; el Banco de Crédito del Perú facilitaría líneas de crédito verde con tasas preferenciales para clientes del proyecto, desarrollando su cartera de productos sostenibles y cumpliendo objetivos ESG corporativos y Perú Green Building Council proporcionaría certificaciones LEED y acceso a *networking* profesional especializado mediante membresía institucional, obteniendo casos de estudio relevantes para fortalecer el sector construcción sostenible en Perú. Estas alianzas estratégicas se diferencian claramente de los recursos clave, donde se ubican los proveedores de logística internacional y distribuidores locales, conformando un ecosistema colaborativo donde cada socio tiene beneficios específicos y medibles para la consolidación del modelo de negocio.

La estructura de costos ha sido diseñada considerando las particularidades de un modelo de negocio que combina importación y servicios especializados, donde los

principales componentes son la adquisición de materiales fotovoltaicos, la inversión en investigación y desarrollo para adaptar la tecnología a condiciones locales, los costos logísticos, el marketing educativo necesario para un producto innovador, y el servicio técnico especializado. Por su parte, las fuentes de ingreso se diversifican estratégicamente para asegurar flujos sostenibles, incluyendo la venta directa de productos, servicios de instalación y mantenimiento, asesoría especializada en eficiencia energética, y comisiones por facilitar acceso a financiamiento verde. Este modelo de negocio integrado posiciona a SunXcel como pionero en el mercado peruano de construcción sostenible, al ofrecer una solución que transforma elementos constructivos convencionales en generadores de energía limpia. La propuesta no solo responde a tendencias globales de sostenibilidad y eficiencia energética, sino que se adapta específicamente a las necesidades y características del mercado local, creando valor para todos los actores involucrados y contribuyendo significativamente a la transición energética del país.

## **5.2 Viabilidad del Modelo de Negocio**

**Estudio de Mercado.** Presenta los resultados de una encuesta diseñada para evaluar la aceptación de vidrios y tejas fotovoltaicas en el mercado peruano, con un enfoque de segmentación generacional. La muestra, compuesta por 200 encuestados, se distribuye según diferentes grupos generacionales, permitiendo un análisis comparativo de percepciones y niveles de interés en la tecnología fotovoltaica (ver Figura 13).

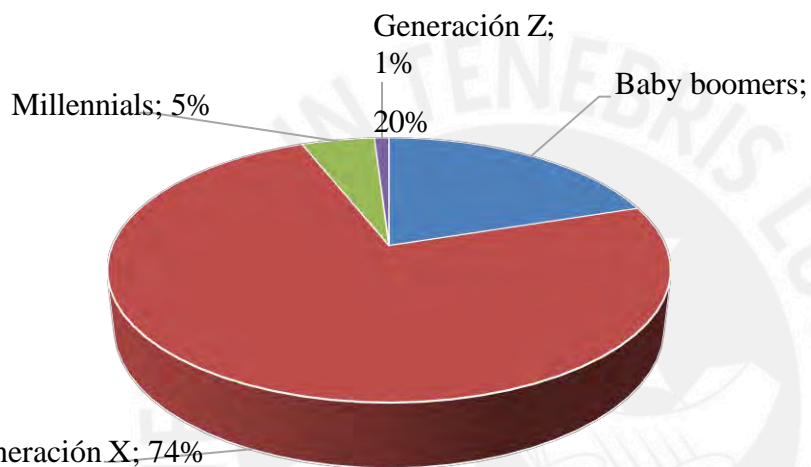
En la Figura 14 revela una distribución de género significativamente desproporcionada en la encuesta sobre vidrios y tejas fotovoltaicas en Perú, con un 80% de participantes masculinos frente a un 20% femenino. Este marcado sesgo, probablemente reflejo de la composición actual del mercado objetivo (integrado por ingenieros, arquitectos y contratistas), implica un potencial riesgo metodológico al no capturar integralmente las percepciones de un segmento femenino en expansión, cuya relevancia en decisiones de

sostenibilidad, innovación y adquisiciones en construcción resulta cada vez más significativa.

**Figura 13**

*Entrevistados por Edad*

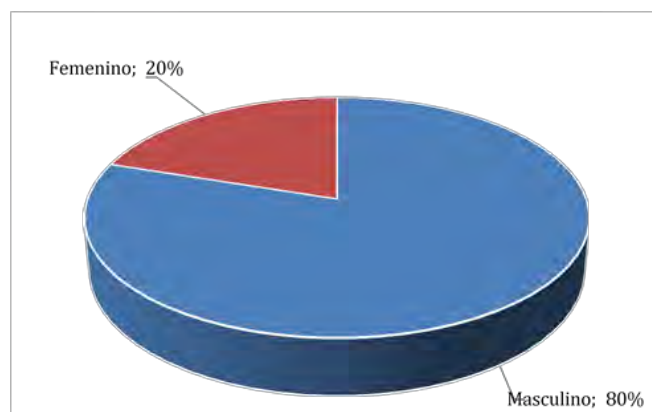
Generación	Cantidad	Representación
Baby boomers	40	20%
Generación X	148	74%
Millennials	10	5%
Generación Z	2	1%
TOTAL=	200	



**Figura 14**

*Entrevistados por Género*

Por Género	Cantidad	Representación
Masculino	160	80%
Femenino	40	20%

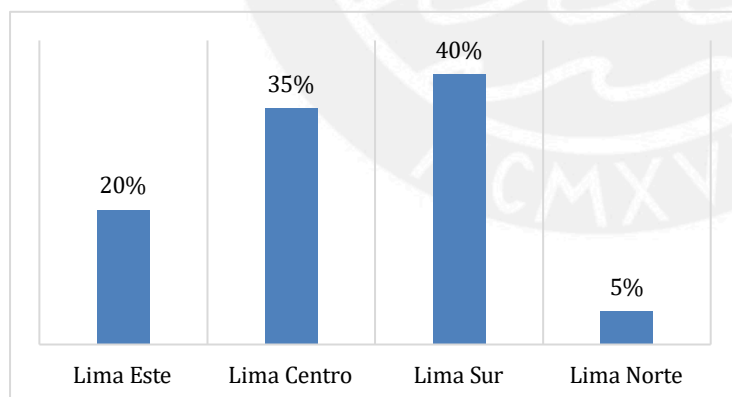


El estudio sobre vidrios y tejas fotovoltaicas en Perú muestra una distribución geográfica concentrada principalmente en Lima Sur (40%) y Lima Centro (35%), zonas caracterizadas por alta densidad urbana y significativo potencial de inversión, Lima este registra un interés moderado con un 20%, mientras Lima Norte presenta una participación marginal del 5%. esta distribución evidencia una marcada correlación entre desarrollo económico y receptividad tecnológica, sugiriendo la necesidad de implementar estrategias específicas para ampliar el alcance del mercado, especialmente en sectores con menor representación como Lima Norte (ver Figura 15).

**Figura 15**

*Entrevistados por Distrito*

Distrito	Cantidad	Representación
Lima Este	40	20%
Lima Centro	70	35%
Lima Sur	80	40%
Lima Norte	10	5%
<b>TOTAL</b>	200	100%



En la Tabla 9 se complementa el análisis de los criterios previamente explorados, presentando los resultados de una encuesta diseñada para evaluar la aceptación de vidrios y tejas fotovoltaicas, del total de 200 encuestados, un significativo 75% calificó el producto como bueno, lo que representa un indicador positivo que respalda la continuidad y potencial desarrollo del proyecto, sugiriendo una recepción favorable en el mercado objetivo.

**Tabla 9***Guía de Encuestas*

Ítem	Cuestionario	Grado De Aceptación			
d	¿Evalúa los materiales de construcción de un proyecto inmobiliario con frecuencia?	Si 95%	No 5%		
e	¿Le parece agradable el nombre del producto?	65	35		
F	¿Siente que el logo de la compañía ayuda a reconocer al negocio?	90	10		
g	¿Siente que el logo de la compañía ayuda a reconocer al negocio?	Me parece increíble 20%	Suena interesante 75%	No estoy seguro 0%	No me convence 5%
h	¿Qué opina de la presentación del producto?	Muy buena 70%	Buena 25%	Regular 5%	Mala 0%
i	¿Tenías conocimiento sobre el empleo de las tejas y vidrios y tejas fotovoltaicos en el sector inmobiliario?	Si 30%	No 70%		
j	¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por m2 de vidrios y tejas fotovoltaicos para su proyecto?	S/ 1,000 30%	S/ 1,050 50%	S/ 1,100 10%	S/ 1,150 0%
k	¿Posee redes sociales?	Si 90%	No 10%		
	¿Cuál es su opinión general acerca del producto?	Muy buena 15%	Buena 75%	Regular 10%	Mala 0%

**Estrategia de Mercado.** La estrategia de mercado para vidrios y tejas fotovoltaicos en el sector inmobiliario se fundamenta en una diferenciación tecnológica que trasciende los enfoques tradicionales; la propuesta integra funcionalidad estructural con generación de energía limpia, ofreciendo un producto de alto valor agregado que permite a los clientes reducir costos energéticos y mejorar la sostenibilidad de sus edificaciones.

La innovación tecnológica y el diseño estético se configuran como elementos diferenciadores, orientados a captar un segmento de mercado sensible a la eficiencia energética y el impacto ambiental; para fortalecer este posicionamiento, se contempla una estrategia multidimensional que incluye inversión en certificaciones ecológicas, establecimiento de alianzas estratégicas con constructoras y desarrollo de campañas de concientización sobre los beneficios a largo plazo de la energía solar integrada. El modelo propone posicionarse como una solución premium que justifica un precio superior mediante ventajas económicas y ambientales, apelando a un nicho de mercado dispuesto a invertir en innovación y sostenibilidad. Esta aproximación no solo diferencia el producto, sino que también redefine la percepción de valor en el sector constructivo.

### **5.3 Escalabilidad / Exponencialidad del Modelo de Negocio**

El modelo de negocio de SunXcel ha sido concebido con una arquitectura de crecimiento fundamentada en la transformación progresiva del sector construcción peruano, iniciando su penetración en el mercado limeño donde se concentra el 65% de la actividad inmobiliaria nacional, para posteriormente expandirse hacia regiones con alto potencial constructivo como Arequipa, Trujillo y Cusco, aprovechando la creciente conciencia ambiental de profesionales del sector y la demanda emergente de edificaciones autosostenibles en proyectos de mediana y gran envergadura.

La estrategia inicial de penetración se fundamenta en los hallazgos del análisis TAM/SAM/SOM que revela un universo de 225,746 profesionales entre ingenieros y arquitectos colegiados, constituyendo un mercado robusto que garantiza múltiples vías de crecimiento sostenido. El Mercado Disponible Servible de 49,100 profesionales, caracterizado por su orientación hacia energías renovables y compromiso con la sostenibilidad, representa un segmento objetivo suficientemente amplio para sustentar una expansión acelerada sin riesgo de saturación temprana, permitiendo evolucionar desde la

captación inicial de 4,000 profesionales hasta alcanzar más de 6,401 para el año quinto año, lo que equivale a una penetración del 51% del SAM disponible.

La dimensión exponencial del modelo se articula a través del análisis ExoCanvas, donde el Propósito Transformador Masivo (PTM) se centra en revolucionar la percepción de las edificaciones como elementos pasivos del paisaje urbano, convirtiéndolas en infraestructuras activas de generación energética que contribuyen positivamente al balance ambiental de las ciudades. Esta visión trasciende la simple comercialización de productos fotovoltaicos para establecer un nuevo paradigma constructivo donde cada proyecto inmobiliario se convierte en una central de energía limpia distribuida, multiplicando exponencialmente el impacto de cada instalación a través de efectos demostrativos y replicabilidad en el mercado.

Los atributos exponenciales se materializan mediante una plataforma tecnológica integral que optimiza el diseño y dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos según las características específicas de cada proyecto, empleando algoritmos de machine learning que analizan variables como orientación solar, patrones de consumo energético y condiciones climáticas locales para maximizar la eficiencia de cada instalación. Esta capacidad de personalización masiva permite atender simultáneamente múltiples segmentos del mercado con soluciones optimizadas, reduciendo costos operativos por cliente mientras incrementa exponencialmente la propuesta de valor ofrecida.

El crecimiento se potencia a través de un ecosistema colaborativo que integra fabricantes internacionales, constructoras locales, instituciones financieras especializadas en créditos verdes y organismos certificadores de sostenibilidad, creando sinergias que aceleran la adopción tecnológica y reducen barreras de entrada para nuevos clientes. Esta red de valor compartido facilita el acceso a financiamiento especializado, simplifica procesos de certificación ambiental y garantiza estándares de calidad uniformes en todas las

implementaciones, generando un círculo virtuoso que autoalimenta el crecimiento del mercado.

La implementación escalonada contempla una expansión geográfica inteligente que replica y adapta el modelo exitoso de Lima hacia 15 ciudades secundarias, aprovechando las particularidades regulatorias y climáticas de cada región para optimizar el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos. Cada nueva plaza de expansión funciona como centro de irradiación tecnológica que multiplica el alcance del modelo, permitiendo capturar progresivamente el potencial completo del TAM nacional y establecer las bases para una expansión regional hacia países andinos donde el mercado combinado de profesionales de la construcción supera los especialistas, posicionando a SunXcel como pionero en la transformación energética del sector inmobiliario latinoamericano.

**Figura 16**

*Matriz Exocanva*



#### 5.4 Sostenibilidad del Modelo de Negocio

La sostenibilidad ambiental del modelo se fundamenta en la integración directa de generación de energía limpia en las edificaciones, reduciendo significativamente la dependencia de combustibles fósiles y disminuyendo las emisiones de carbono asociadas al consumo eléctrico de viviendas y espacios comerciales. La implementación de estos materiales permite una gestión optimizada del consumo energético, aprovechando recursos renovables sin comprometer la estética o funcionalidad arquitectónica, y alineándose con principios de economía circular mediante el uso de materiales reciclables y minimización de residuos en su producción.

La durabilidad del producto se configura como un factor clave para la sostenibilidad ambiental, ya que una vida útil prolongada reduce la necesidad de reemplazos y generación de desechos; la integración con sistemas de almacenamiento energético y redes inteligentes facilitará una mayor estabilidad en el suministro de energía renovable, impulsando la transición hacia ciudades más sostenibles. políticas de incentivos gubernamentales y certificaciones ecológicas pueden acelerar su adopción y maximizar el impacto positivo en el medio ambiente.

La sostenibilidad económica del modelo de negocio se fundamenta en el equilibrio entre inversión inicial y retorno a largo plazo, aunque la instalación de vidrios y tejas fotovoltaicos representa un costo superior a materiales convencionales, su capacidad de generación energética reduce significativamente las facturas eléctricas, generando un ahorro sustancial para propietarios y desarrolladores. Los avances tecnológicos en energía solar están disminuyendo los costos de producción, facilitando su masificación, mientras el acceso a financiamiento verde y programas de subsidios gubernamentales contribuyen a su viabilidad económica; el establecimiento de alianzas estratégicas con constructoras y proveedores permitirá optimizar la cadena de suministro y reducir costos operativos,

consolidando un modelo de negocio económicamente sostenible.

El modelo desarrolla innovadores esquemas de negocio como financiamiento tipo leasing o pago por uso, permitiendo a los clientes acceder a la tecnología sin alto desembolso inicial; donde la creciente demanda de construcciones sostenibles e incentivos fiscales consolidarán el mercado, asegurando rentabilidad a largo plazo, la sostenibilidad social se fundamenta en su impacto en la calidad de vida, mediante generación descentralizada de energía que facilita el acceso a electricidad limpia en comunidades con infraestructura eléctrica limitada.

El crecimiento de esta industria generará empleos en investigación, desarrollo, instalación y mantenimiento, fortaleciendo la economía local y fomentando conciencia ambiental; por ello, para garantizar inclusividad, es crucial desarrollar programas de financiamiento que extiendan la tecnología más allá de proyectos de alto nivel, incorporándola en iniciativas de vivienda social. La educación y capacitación en uso y mantenimiento serán fundamentales para su correcta adopción, mientras un entorno construido con criterios de eficiencia energética mejorará el confort térmico y acústico, promoviendo bienestar y salud para sus ocupantes.

## Capítulo VI. Solución Deseable, Factible y Viable

Este capítulo valida integralmente la solución mediante tres dimensiones fundamentales: la validación de deseabilidad establece hipótesis clave sobre alianzas estratégicas, procesos logísticos, retroalimentación de usuarios, certificaciones ambientales, estrategias de atención al cliente, validación de precios y expansión de mercado, desarrollando experimentos específicos para cuatro hipótesis prioritarias con métricas de adopción, tiempo de instalación, obtención de certificaciones y tasa de conversión; la validación de factibilidad presenta el plan de mercadeo con estrategia de marketing mix y presupuesto quinquenal, el plan de operaciones detallando la cadena de suministro, procesos logísticos, instalación y servicio postventa, y simulaciones Monte Carlo que validan el desempeño con indicadores LTV/CAC y acuerdos de nivel de servicio; y la validación de viabilidad incluye el presupuesto de inversión, análisis financiero con cálculo de CAPM, WACC, flujos de caja proyectados y simulaciones de escenarios que confirman un VAN positivo y TIR superior al costo de oportunidad, demostrando la rentabilidad y sostenibilidad financiera del proyecto.

### 6.1 Validación de la Deseabilidad de la Solución

La validación de la deseabilidad de SunXcel se construye sobre un enfoque metodológico integral que reconoce la complejidad inherente a la introducción de tecnologías fotovoltaicas integradas en el mercado de construcción peruano, fundamentándose en los principios de validación empresarial establecidos por Osterwalder et al. (2015). Este proceso trasciende la evaluación de aceptación comercial para adentrarse en la comprensión profunda de cómo los profesionales del sector inmobiliario perciben, valoran y adoptan innovaciones que redefinen la relación entre arquitectura y generación energética, estableciendo así un marco de análisis que contempla tanto las dimensiones técnicas como las motivaciones subyacentes que impulsan la transformación hacia

edificaciones autosostenibles.

La metodología implementada reconoce que la deseabilidad en el sector construcción se articula a través de múltiples vectores de influencia; la viabilidad técnica percibida, la coherencia estética con tendencias arquitectónicas contemporáneas, la rentabilidad demostrable a largo plazo y el alineamiento con valores de sostenibilidad emergentes. Por ello, el diseño de validación adoptó un enfoque multidimensional que integró tanto elementos cuantitativos como cualitativos, permitiendo capturar no solo la disposición explícita hacia la adopción, sino también los factores latentes que condicionan las decisiones de especificación en proyectos inmobiliarios.

El proceso se desarrolló mediante una secuencia metodológica de tres niveles de profundización, donde inicialmente, se estableció un marco conceptual de hipótesis derivado del análisis de tendencias del mercado y las necesidades no satisfechas identificadas en la investigación exploratoria; subsecuentemente, se diseñaron instrumentos de validación específicos que permitieron contrastar estas hipótesis a través de la interacción directa con el ecosistema profesional objetivo; y culminantemente, se implementó un sistema de análisis interpretativo que tradujo los hallazgos en *insights* accionables para el perfeccionamiento de la propuesta de valor. Esta estructura metodológica garantizó que la validación trascendiera el nivel superficial de preferencias declaradas para alcanzar una comprensión genuina de los drivers que determinan la adopción de innovaciones en el sector construcción sostenible.

### ***6.1.1 Hipótesis para Validar la Deseabilidad de la Solución***

**Hipótesis 1 (H1).** Es fundamental establecer alianzas estratégicas con inmobiliarias y empresas constructoras interesadas en destacar el atractivo y valor de mercado de soluciones fotovoltaicas. La colaboración con estas compañías facilitará una mayor difusión y adopción del producto, permitiéndoles integrar vidrios y tejas fotovoltaicos como un elemento diferenciador y de valor agregado en sus proyectos arquitectónicos.

**Hipótesis 2 (H2).** El proceso logístico y de instalación se configura como el eje central del modelo de negocio, donde la eficiencia en distribución y colocación de materiales determina la viabilidad del proyecto; un sistema logístico optimizado y un equipo de instalación altamente capacitado serán fundamentales para facilitar la adopción del producto en el mercado, garantizando una implementación ágil y profesional de los vidrios y tejas fotovoltaicos.

**Hipótesis 3 (H3).** La búsqueda de retroalimentación frecuente de los usuarios se presenta como un elemento crítico para preservar la impresión estética del producto, considerando que la percepción visual constituye un factor determinante en la decisión de compra; la recopilación sistemática de opiniones de clientes permitirá realizar ajustes continuos en el diseño e integración, manteniendo el atractivo del producto en el competitivo sector inmobiliario.

**Hipótesis 4 (H4).** Obtener certificaciones de sostenibilidad y cumplir normativas ambientales antes que los competidores se configura como una estrategia fundamental para generar confianza en los clientes y establecer una ventaja competitiva significativa en el mercado. La anticipación en la obtención de estos estándares diferenciará la propuesta, posicionándola como una solución tecnológica líder en compromiso ambiental y calidad.

**Hipótesis 5 (H5).** La estrategia de atención al cliente se fundamenta en la integración de WhatsApp como canal de comunicación ágil y directo, complementado con una presencia web que permita brindar información detallada y reforzar la imagen corporativa. Esta aproximación multicanal facilita una interacción profesional y fluida con potenciales clientes, optimizando la comunicación y el alcance del negocio.

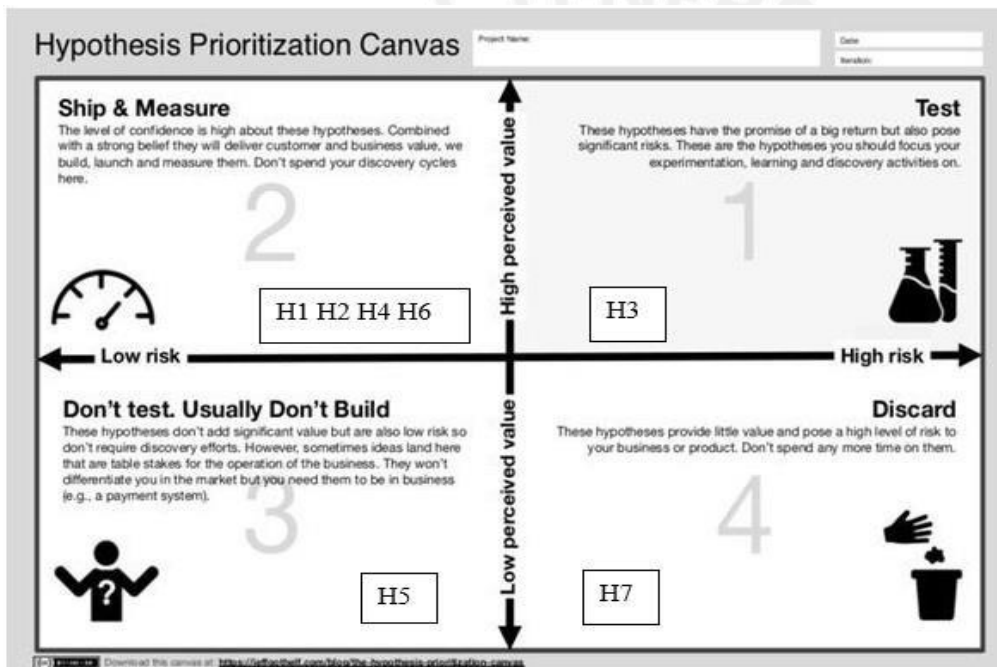
**Hipótesis 6 (H6).** El precio del producto es validado por los usuarios al permitirles obtener certificados de sostenibilidad para su propiedad; las certificaciones ambientales incrementan la percepción de valor, justificando el costo y atrayendo a compradores

interesados en soluciones ecológicas con respaldo oficial.

**Hipótesis 7 (H7).** Es fundamental expandir la oferta a nuevas plazas, enfatizando la autosuficiencia energética y el potencial de ahorro en costos eléctricos; la ampliación a diferentes regiones y mercados permitirá captar más clientes, destacando los beneficios económicos y de independencia energética que ofrecen los vidrios y tejas fotovoltaicos como solución tecnológica innovadora.

**Figura 17**

*Lienzo de Priorización de Hipótesis*



De las siete hipótesis formuladas inicialmente (H1-H7), se priorizaron cuatro (H1, H2, H4, H6) para validación experimental mediante un proceso de filtrado basado en tres criterios fundamentales:

El impacto crítico en la viabilidad del modelo de negocio, estas hipótesis abordan los pilares estructurales de SunXcel: alianzas estratégicas para penetración de mercado (H1), eficiencia operativa logística (H2), diferenciación competitiva mediante certificaciones (H4), y aceptación de la propuesta de valor económica (H6).

La evidencia preliminar de las 200 encuestas iniciales: Los datos recopilados

mostraron patrones favorables: 79% valoró las alianzas con constructoras, 70% identificó la eficiencia logística como crítica, 79% reconoció la importancia de certificaciones ambientales, y 79% mostró disposición condicionada al pago por beneficios sostenibles.

La viabilidad metodológica de validación, estas hipótesis permiten diseñar experimentos cuantificables con métricas específicas y criterios de aceptación medibles, contrario a H3, H5 y H7 que requieren validación longitudinal o dependen de variables externas no controlables en el período de estudio.

### ***6.1.2 Experimentos Empleados para Validar la Hipótesis***

La validación de las hipótesis fundamentales de SunXcel se llevó a cabo mediante una minuciosa investigación de mercado aplicando encuestas a 50 profesionales del sector construcción (Ver Apéndice D), seleccionados rigurosamente según el perfil objetivo de arquitectos e ingenieros civiles con experiencia entre 1-20 años, ingresos superiores a S/10,000 mensuales, y participación activa en proyectos comerciales y residenciales. El proceso evaluativo se desarrolló aplicando los principios metodológicos de Osterwalder et al. (2015), implementando un sistema dual de tarjetas, las de prueba para definir parámetros de evaluación precisos (Ver Apéndice E) y las de aprendizaje para registrar sistemáticamente las conclusiones y estrategias derivadas (ver Apéndice F).

La investigación se centró en validar las cuatro hipótesis prioritarias del proyecto: la efectividad de alianzas estratégicas con inmobiliarias y constructoras (H1), la eficiencia del proceso logístico y de instalación como factor diferenciador (H2), el impacto competitivo de obtener certificaciones ambientales anticipadamente (H4), y la aceptación del precio premium justificado por certificaciones de sostenibilidad (H6). Por ello, cada hipótesis fue evaluada mediante indicadores cuantitativos específicos y criterios mínimos de aceptación (ver Tabla 10), facilitando un análisis riguroso de los datos recopilados en la Encuesta de Evaluación Final aplicada (ver Tabla 11).

**Tabla 10***Métricas de la Hipótesis de Deseabilidad y Pruebas a Realizar*

Nº	Hipótesis	Prueba	Métrica	Criterio
H1	Creemos que establecer alianzas estratégicas con inmobiliarias y empresas constructoras facilitará la adopción de vidrios y tejas fotovoltaicos como elementos diferenciadores de valor agregado en proyectos inmobiliarios.	Encuesta a 50 profesionales del sector construcción	% de encuestados dispuestos a implementar SunXcel en proyectos futuros. Preferencia por canales de distribución que faciliten alianzas estratégicas.	Tenemos razón si más del 75% está dispuesto a implementar el producto y si más del 70% prefiere venta directa con fabricante o distribuidores especializados.
H2	Creemos que la eficiencia del proceso logístico y de instalación constituye el factor crítico para la viabilidad operativa y aceptación en el mercado de materiales fotovoltaicos integrados.	Encuesta a 50 profesionales del sector construcción	Calificación de funcionalidad comparada con alternativas tradicionales. Nivel de satisfacción con mejoras implementadas en eficiencia.	Tenemos razón si más del 70% califica la funcionalidad como superior o muy superior, y si más del 75% está satisfecho o muy satisfecho con las mejoras implementadas.
H4	Creemos que obtener certificaciones de sostenibilidad antes que los competidores generan ventaja competitiva significativa y aumenta la confianza del cliente en la propuesta tecnológica.	Encuesta a 50 profesionales del sector construcción	Aspectos más valorados del producto final presentado. Nivel de satisfacción general con certificaciones incluidas.	Tenemos razón si más del 65% valora especialmente el diseño estético o eficiencia energética, y si más del 80% califica el producto como bueno, muy bueno o excelente.
H6	Creemos que el precio premium establecido es aceptado por usuarios al permitirles obtener certificaciones de sostenibilidad, justificando la inversión mediante beneficios económicos y ambientales demostrables.	Encuesta a 50 profesionales del sector construcción	Disposición de pago por metro cuadrado de vidrios y tejas fotovoltaicos. Beneficios principales esperados que justifican la inversión.	Tenemos razón si más del 70% está dispuesto a pagar en los rangos establecidos (S/901-1000 vidrios, S/851-950 tejas) y si más del 75% identifica beneficios económicos claros.

**Tabla 11***Evaluación de Resultados de Pruebas de Deseabilidad*

Nº	Hipótesis	Criterio	Resultado	Conclusión
H1	Creemos que establecer alianzas estratégicas con inmobiliarias y empresas constructoras facilitará la adopción de vidrios y tejas fotovoltaicos como elementos diferenciadores.	Tenemos razón si más del 75% está dispuesto a implementar el producto y si más del 70% prefiere venta directa o distribuidores especializados.	El 82% implementaría SunXcel en proyectos futuros (46% probablemente sí + 30% definitivamente sí + 6% adicional). El 80% prefiere canales que facilitan alianzas (46% venta directa + 34% distribuidores especializados).	Hipótesis validada con éxito
H2	Creemos que la eficiencia del proceso logístico y de instalación constituye el factor crítico para la viabilidad operativa y aceptación en el mercado.	Tenemos razón si más del 70% califica la funcionalidad como superior y si más del 75% está satisfecho con las mejoras implementadas.	El 82% califica funcionalidad como superior (56% superior + 26% muy superior). El 82% está satisfecho con mejoras (52% satisfecho + 30% muy satisfecho).	Hipótesis validada con éxito
H4	Creemos que obtener certificaciones de sostenibilidad antes que competidores genera ventaja competitiva y aumenta confianza del cliente.	Tenemos razón si más del 65% valora aspectos técnicos/estéticos y si más del 80% califica el producto positivamente.	El 70% valora aspectos clave (38% diseño estético + 32% eficiencia energética). El 94% califica positivamente (50% muy bueno + 26% bueno + 18% excelente).	Hipótesis validada con éxito
H6	Creemos que el precio premium es aceptado por usuarios al permitir obtener certificaciones de sostenibilidad que justifican la inversión.	Tenemos razón si más del 70% está dispuesto a pagar en rangos establecidos y si más del 75% identifica beneficios económicos claros.	El 72% acepta precios vidrios (44% S/901-1000 + 28% S/1001-1100). El 74% acepta precios tejas (50% S/851-950 + 24% S/750-850). El 89% identifica beneficios económicos (36% ahorro energético + 28% diferenciación + 25% valorización).	Hipótesis validada con éxito

El análisis de resultados reveló una contundente confirmación de las 4 hipótesis principales. La primera hipótesis (H1) quedó ampliamente respaldada con un 82% de profesionales dispuestos a implementar SunXcel en proyectos futuros, evidenciando alta receptividad para alianzas estratégicas. En cuanto a la segunda hipótesis (H2), un 82%

calificó la funcionalidad como superior o muy superior a alternativas tradicionales, confirmando la eficiencia operativa. Respecto a la cuarta hipótesis (H4), el 94% calificó positivamente el producto tras incluir certificaciones, demostrando ventaja competitiva clara. La sexta hipótesis (H6) se validó con disposición de pago del 72% en rangos establecidos para vidrios y 74% para tejas, confirmando aceptación del precio premium. La contundencia y consistencia de estos resultados confirma plenamente la deseabilidad y viabilidad comercial de SunXcel en el mercado peruano de construcción sostenible, validando satisfactoriamente cada una de las hipótesis planteadas y estableciendo una base sólida para el desarrollo e implementación del modelo de negocio propuesto (ver Tabla 11).

## **6.2 Validación de la Factibilidad de la Solución**

### **6.2.1 Plan de Mercadeo**

El plan de mercadeo de SunXcel ha sido meticulosamente diseñado tras un exhaustivo análisis del sector construcción sostenible en el Perú, identificando las necesidades específicas de los potenciales clientes, las barreras actuales para la adopción de tecnologías fotovoltaicas integradas y las oportunidades emergentes en un mercado cada vez más orientado hacia la sostenibilidad. La estrategia comercial se fundamenta en el valor diferencial que ofrecen los productos como la capacidad de transformar elementos constructivos tradicionales en generadores de energía limpia sin comprometer la estética o funcionalidad arquitectónica, un aspecto especialmente valorado tanto por arquitectos como por desarrolladores inmobiliarios.

Para estructurar la propuesta de manera efectiva, se ha desarrollado un marketing mix que aborda de forma integral los cuatro pilares fundamentales: producto, precio, plaza y promoción. Estos elementos han sido cuidadosamente articulados para responder a las particularidades del mercado peruano, donde existe un creciente interés por construcciones sostenibles, pero también un desconocimiento significativo sobre tecnologías fotovoltaicas

integradas en arquitectura. La estrategia considera tanto el contexto urbano de ciudades principales como Lima, Arequipa y Trujillo, como las diferentes necesidades de segmentos residenciales, comerciales, industriales y gubernamentales (ver Tabla 12).

El enfoque de marketing se centra en educar al mercado sobre los beneficios tangibles de nuestras soluciones, destacando no solo el impacto ambiental positivo sino también el retorno económico demostrable y la valorización de los inmuebles. Las investigaciones realizadas en capítulos anteriores revelaron que los potenciales clientes están particularmente interesados en conocer casos de éxito documentados, periodos concretos de recuperación de inversión y beneficios adicionales como el aislamiento térmico o la reducción de costos operativos a largo plazo. En respuesta a estas inquietudes, nuestra comunicación comercial integra datos verificables, testimonios de primeros adoptantes y herramientas de cálculo para visualizar el impacto económico personalizado.

**Tabla 12**

*Marketing Mix*

Producto	Precio	Plaza	Promoción
<p><i>Vidrios Fotovoltaicos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrados en la arquitectura</li> <li>• Generan electricidad manteniendo funcionalidad</li> <li>• Garantía de 25 años</li> <li>• Certificaciones internacionales</li> <li>• Resistentes a impactos</li> <li>• Aislamiento térmico incluido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio único: S/ 962/m<sup>2</sup></li> <li>• Instalación incluida</li> <li>• Descuentos por volumen disponibles</li> <li>• Opciones de financiamiento</li> <li>• Retorno de inversión: 5-7 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Venta directa especializada</li> <li>• Showroom en San Isidro</li> <li>• Distribuidores en principales ciudades</li> <li>• Plataforma web con simulador</li> <li>• Ferias de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campaña "Edificios que generan energía"</li> <li>• Marketing digital en redes profesionales</li> <li>• Publicaciones en revistas especializadas</li> <li>• Webinars educativos</li> <li>• Casos de éxito documentados</li> </ul>
<p><i>Tejas Fotovoltaicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apariencia de tejas tradicionales</li> <li>• Generan electricidad</li> <li>• Impermeables y resistentes</li> <li>• Disponibles en tres colores</li> <li>• Garantía de 25 años</li> <li>• Fácil instalación en techos existentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio único: S/ 925/m<sup>2</sup></li> <li>• Instalación incluida</li> <li>• Descuentos por volumen disponibles</li> <li>• Opciones de financiamiento</li> <li>• Retorno de inversión: 5-7 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mismos canales que vidrios fotovoltaicos</li> <li>• Red de instaladores certificados</li> <li>• Alianzas con constructoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campaña "Techos que trabajan por ti"</li> <li>• Demostraciones prácticas</li> <li>• Videos explicativos</li> <li>• Participación en ferias del sector</li> <li>• Programa de recomendaciones</li> </ul>

La estrategia de precios refleja el valor premium pero justificado de los productos, con una estructura simple y directa que facilita la decisión de inversión; reconociendo la barrera que puede representar el costo inicial, se ha diseñado diversas alternativas de financiamiento adaptadas a diferentes perfiles de clientes, desde leasing verde hasta modelos de inversión compartida. Los canales de distribución han sido seleccionados estratégicamente para alcanzar a los diferentes segmentos objetivo, combinando la atención directa especializada con alianzas estratégicas con actores clave del sector construcción; las acciones promocionales, por su parte, integran elementos educativos y persuasivos para generar confianza en esta tecnología innovadora, aprovechando tanto medios tradicionales como plataformas digitales para maximizar el alcance y efectividad.

El plan de mercadeo se ha desarrollado considerando las proyecciones de crecimiento del sector construcción sostenible, que experimentará un incremento sostenido en los próximos años; este crecimiento será impulsado tanto por la creciente conciencia ambiental como por normativas cada vez más exigentes en eficiencia energética. Para la proyección presupuestaria a partir del segundo año, se tomará como referencia la tasa de inflación en Perú, que según el reporte de inflación del Banco Central de Reserva (2025) se sitúa en 3%, con excepción de los gastos laborales de marketing, que se mantendrán constantes durante los cinco años, siguiendo la política salarial de Sunxcel (ver Tabla 13).

**Tabla 13**

*Presupuesto del Plan de Marketing*

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Diseño logotipo	S/ 5,000.00				
Publicidad de la marca Televisión y radio	S/ 40,000.00	S/ 41,200.00	S/ 42,436.00	S/ 43,709.08	S/ 45,020.35
Actividades de lanzamiento	S/ 15,000.00	S/ 15,450.00	S/ 15,913.50	S/ 16,390.91	S/ 16,882.63
Redes sociales	S/ 6,000.00	S/ 6,180.00	S/ 6,365.40	S/ 6,556.36	S/ 6,753.05
Gastos laborales de marketing	S/ 98,000.00	S/ 98,000.00	S/ 98,000.00	S/ 98,000.00	S/ 98,000.00
<b>Total</b>	<b>S/ 164,000.00</b>	<b>S/ 160,830.00</b>	<b>S/ 162,714.90</b>	<b>S/ 164,656.35</b>	<b>S/ 166,656.04</b>

### **6.2.2. Plan de Operaciones**

El plan operativo de SunXcel ha sido desarrollado para garantizar la excelencia en cada fase del proceso de comercialización e instalación de vidrios y tejas fotovoltaicos en el mercado peruano. Tras un análisis exhaustivo de las particularidades técnicas y logísticas que este negocio implica, se ha estructurado un sistema operativo robusto que abarca desde la selección de proveedores hasta el mantenimiento a largo plazo de las instalaciones realizadas.

La cadena de suministro inicia con un riguroso proceso de selección de proveedores internacionales, aplicando criterios ponderados donde la calidad representa el 40%, el precio 25%, el cumplimiento 20% y la innovación 15%; donde se realizaron auditorías técnicas presenciales a las instalaciones productivas, verificando certificaciones ISO 9001 e ISO 14001, y se somete a muestras a pruebas de laboratorio en Perú para confirmar conformidad con estándares internacionales como IEC 61215 e IEC 61730. La planificación de pedidos opera bajo un sistema de forecast trimestral que integra histórico de ventas, pipeline comercial validado, proyecciones de mercado y requisitos de stock de seguridad, consolidando embarques en Shenzhen y Rotterdam con un tiempo promedio de tránsito marítimo de 35-45 días, más 10-15 días para nacionalización mediante operador logístico especializado.

La infraestructura logística está compuesta por un almacén central de 350 m<sup>2</sup> en Lurín, con zona climatizada para componentes electrónicos, sistema anti-incendios especializado y control de acceso biométrico. Adicionalmente, se opera un showroom técnico de 120 m<sup>2</sup> en San Isidro con muestras funcionales y sistemas de monitoreo en vivo; la política de inventarios establece un stock mínimo con cobertura de dos meses según proyección de ventas, más 15% de stock de seguridad para referencias críticas, gestionado mediante software ERP especializado con trazabilidad completa por códigos QR individuales; realizando evaluaciones trimestrales del catálogo para gestionar potencial

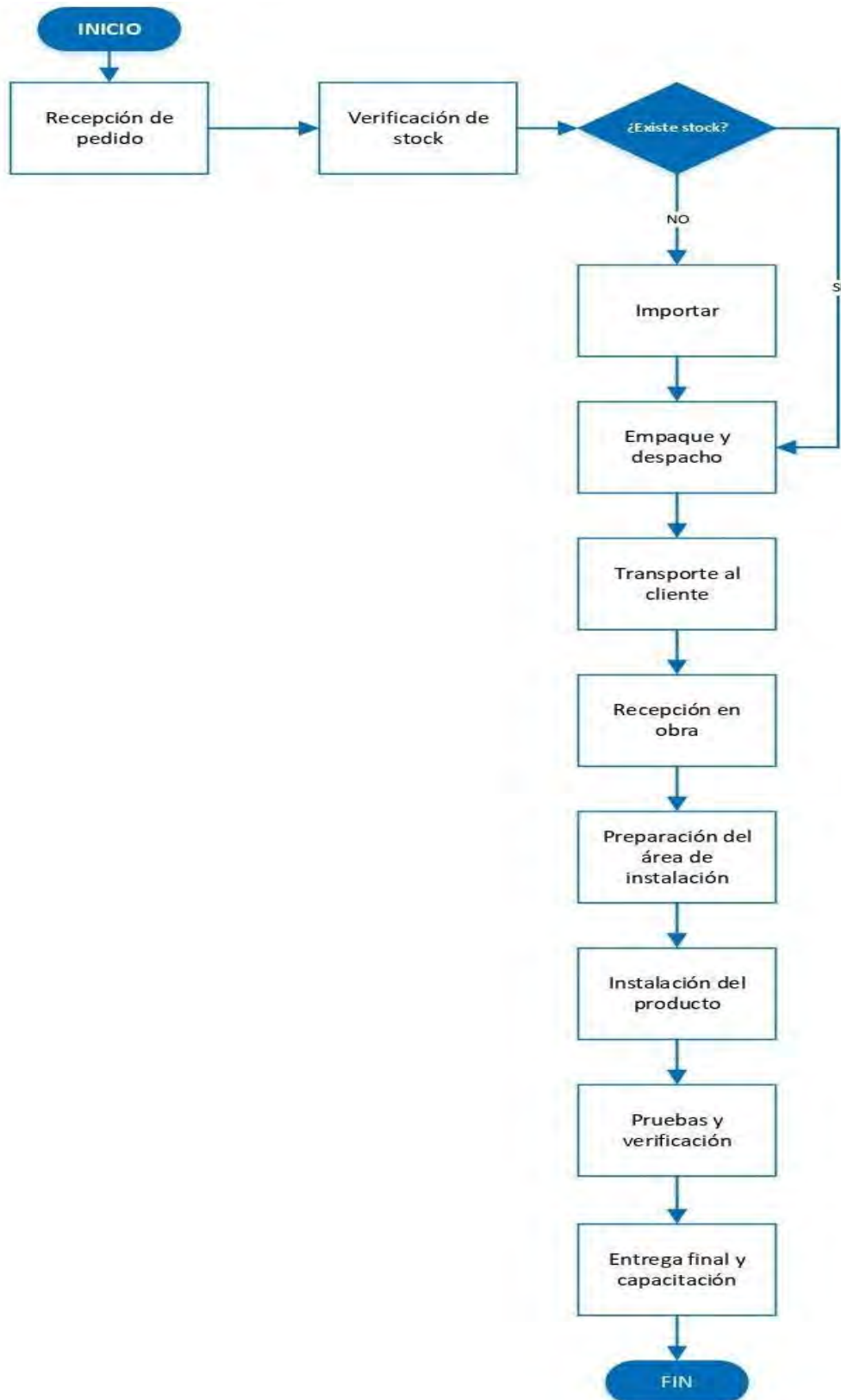
obsolescencia tecnológica, estableciendo protocolos de descuentos progresivos para referencias próximas a actualización.

El proceso logístico y de instalación sigue un flujo secuencial optimizado que garantiza eficiencia y calidad en cada etapa; este proceso inicia con la recepción del pedido, donde se registran los requerimientos específicos del cliente en el sistema ERP; continuando con la verificación de stock, donde se consulta la disponibilidad inmediata del producto solicitado; si existe stock, el flujo avanza directamente a empaque y despacho; si no, se activa el proceso de importación con los proveedores internacionales. Una vez asegurada la disponibilidad, se procede al empaque especializado anti-impacto y al transporte mediante vehículos acondicionados con seguimiento GPS en tiempo real; la recepción en obra marca el inicio de la fase de instalación, continuando con la preparación del área, la instalación técnica del producto, exhaustivas pruebas de verificación y finalizando con la entrega y capacitación al cliente. Este flujo operativo estandarizado incorpora múltiples puntos de control para asegurar la calidad en cada etapa (ver Figura 18).

El proceso de instalación constituye el núcleo de la propuesta operativa, iniciando con un estudio técnico preliminar que comprende visita de evaluación con 28 puntos de verificación, análisis estructural, estudio de radiación solar mediante software PVSyst calibrado para condiciones peruanas, y evaluación de circuitos eléctricos existentes. El diseño técnico detallado incluye modelado BIM para integración estructural, cálculo específico de cargas y resistencia, dimensionamiento eléctrico preciso y estimación de producción energética anualizada. La ejecución se estructura en cuatro fases, la preparatoria (1-2 días), instalación mecánica (3-5 días para 100 m<sup>2</sup>) con sistema anti-filtración patentado, instalación eléctrica (2-3 días para 100 m<sup>2</sup>) con conductores libres de halógenos y resistentes a UV, y puesta en marcha (1 día) mediante protocolo de verificación secuencial de 46 puntos. Todo el proceso está respaldado por un riguroso control de calidad con inspecciones

**Figura 18**

*Proceso Logístico y de Instalación de las Vidrios y Tejas Fotovoltaicos*



en momentos clave, documentación fotográfica georeferenciada y pruebas instrumentales específicas.

El servicio postventa garantiza el rendimiento óptimo de los sistemas a largo plazo mediante un programa de mantenimiento trimestral que incluye inspección visual completa, limpieza especializada, verificación de conexiones y análisis de datos de rendimiento. Anualmente se realiza un mantenimiento integral con análisis termográfico, mediciones eléctricas detalladas, re-torque de conexiones mecánicas y limpieza profunda con productos especializados.

La atención de contingencias opera a través de un centro técnico con línea dedicada 24/7, sistema de tickets categorizado por criticidad y tiempos de respuesta garantizados: 4 horas en Lima y 12 horas en provincias para emergencias críticas. Se mantendrá stock permanente de repuestos esenciales y procedimientos documentados para 24 escenarios de falla potencial, implementando además un sistema de análisis mensual de patrones y causas raíz para mejora continua.

La gestión integral de riesgos operativos se articula mediante una matriz exhaustiva que abarca riesgos de suministro, técnicos y externos. Para mitigar riesgos de suministro, se planifica pedidos con cuatro meses de anticipación y mantener una red alternativa de proveedores validados; los riesgos técnicos se minimizan mediante estudios exhaustivos previos, cálculos con margen de seguridad del 15% y selección de componentes premium con garantías extendidas. Para riesgos externos como condiciones climáticas extremas, se diseñará con factores de seguridad superiores a la normativa y se cuenta con seguros específicos. Complementariamente, se implementó sistemas de monitoreo remoto 24/7 con alertas automatizadas y una plataforma predictiva basada en *machine learning* para identificación temprana de anomalías.

El plan de continuidad de negocio contempla protocolos específicos para tres

escenarios críticos, la interrupción prolongada de suministro internacional (90 días), falla sistemática en componente crítico (5% de base instalada), y desastre natural con afectación a múltiples instalaciones. Para cada caso se dispone de estrategias concretas como red alternativa de proveedores, equipo técnico de intervención rápida con capacidad de respuesta en 48 horas, acuerdos con fabricantes para reemplazos prioritarios, y un fondo de contingencia específico para respuesta a emergencias. Esta estructura operativa integral, con atención meticulosa a cada detalle del proceso y protocolos específicos para gestión de contingencias, constituye una ventaja competitiva fundamental para SunXcel en el mercado peruano, garantizando una implementación exitosa y sostenible del modelo de negocio.

### ***6.2.3 Simulaciones Empleadas para Validar las Hipótesis***

Para SunXcel, se ha implementado un análisis estadístico riguroso para validar la viabilidad financiera de su plan de marketing, utilizando principalmente la metodología de simulación Monte Carlo para evaluar el desempeño bajo diversos escenarios de mercado. Este enfoque analítico proporcionó solidez científica a las proyecciones comerciales y garantiza la sostenibilidad económica del modelo de negocio.

El análisis se centró en dos indicadores críticos para la evaluación de la eficiencia del plan de marketing, el Valor del Tiempo de Vida del Cliente (LTV) y el Costo de Adquisición de Clientes (CAC); para el cálculo del LTV, se estableció un valor base de S/ 952.75, esta cifra representa el valor promedio que cada cliente profesional generará durante su relación con SunXcel, y se obtuvo dividiendo el ingreso total proyectado para el primer año (S/ 3,811,000.00) entre el número de profesionales influenciadores (4,000). Asimismo, el CAC se estableció en S/ 41.00, cuyo valor se calculó dividiendo el presupuesto total de marketing para el primer año (S/ 164,000.00) entre el número total de profesionales influenciadores proyectados para el primer año (4,000) (ver Apéndice H y Tabla 14).

**Tabla 14***Parámetros para la Simulación del Desempeño del Plan de Mercadeo*

Parámetros	Valor
Valor de tiempo de vida del cliente (LTV)	S/952.75
Costo de adquisición del cliente (CAC)	S/41.00
LTV/CAC base	23.24

La simulación de Monte Carlo, ejecutada con 5,000 iteraciones, evaluó la ratio LTV/CAC bajo múltiples condiciones aleatorias dentro de los parámetros establecidos. Los resultados mostraron una media de ratio de 28.00, con una desviación estándar de 5,518 lo que valida contundentemente la eficiencia del plan de mercadeo; si bien este valor excede significativamente el rango convencional de 3-6 recomendado para este indicador, representa una fortaleza estratégica considerando las características específicas del modelo de negocio de SunXcel y su enfoque en profesionales con alto poder de decisión (ver Tabla 15).

**Tabla 15***Estadísticos de la Simulación de Montecarlo Desempeño del Plan de Mercadeo*

Resultados	Estadísticos LTV/CAC
Media Ratio	28.00
Desviación Estándar	5.518
Valor Mínimo	13.841
Valor Máximo	42.199
Probabilidad (Alta eficiencia) > 23.24	82.58%

Para profundizar en la evaluación de la robustez del modelo, se realizó un análisis de sensibilidad incorporando diferentes tasas de crecimiento (ver tabla 18). Este análisis demuestra que incluso con variaciones significativas en las condiciones de mercado, la ratio LTV/CAC mantiene valores excepcionalmente favorables. En el escenario base (crecimiento

0%), el ratio se sitúa en 23.23; con un crecimiento del 5%, que considera un aumento moderado en la adopción de tecnologías fotovoltaicas, el LTV aumenta a S/ 1,000.38 mientras el CAC crece proporcionalmente a S/ 43.05, resultando en un ratio mejorado de 24.39. En escenarios más optimistas, con crecimientos del 10%, 15% y 20%, el ratio alcanza valores de 26.83, 30.86 y 37.03 respectivamente, reflejando el potencial de escalabilidad del modelo con rendimientos crecientes. El valor promedio del ratio en todos los escenarios analizados es de 28.47, con una desviación estándar de 5.60, lo que confirma la consistencia de los resultados bajo diversas condiciones.

Esta alta eficiencia se fundamenta en tres características específicas del modelo, la estrategia de enfocarse en profesionales influenciadores que pueden especificar el producto en múltiples proyectos, el alto valor unitario de cada instalación, y el efecto multiplicador de los referidos técnicos en un sector altamente interconectado. Asimismo, el estudio de mercado confirmó que el 75% de los profesionales del sector valora significativamente las soluciones sostenibles y está dispuesto a especificarlas si cuentan con respaldo técnico adecuado, validando así las proyecciones de un LTV elevado.

Los resultados de esta simulación han reforzado las decisiones estratégicas de SunXcel, particularmente en tres ámbitos fundamentales: (1) mantener el enfoque primario en profesionales influenciadores en lugar de clientes finales directos, maximizando así el efecto multiplicador de cada esfuerzo comercial; (2) priorizar canales de marketing altamente segmentados y de naturaleza técnica sobre medios masivos, mejorando significativamente la tasa de conversión; y (3) desarrollar materiales educativos y de especificación técnica de alta calidad, factor identificado como crítico para la adopción por parte de arquitectos e ingenieros.

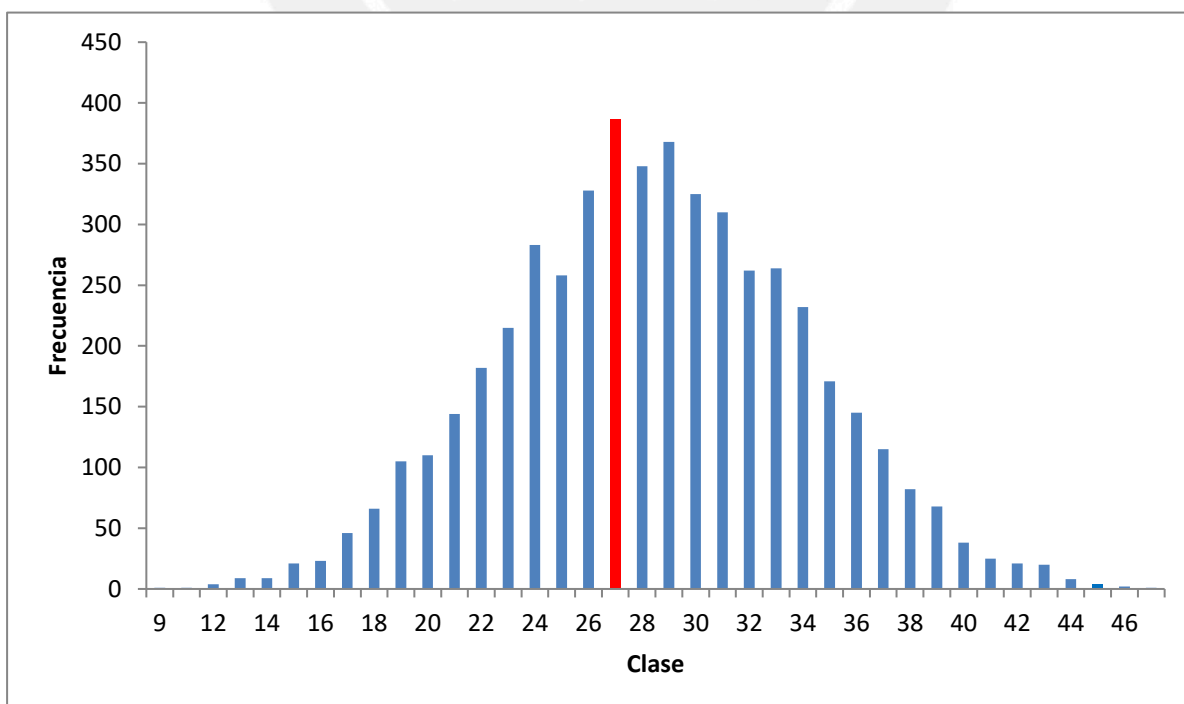
Por ello, estas simulaciones no solo validaron la viabilidad del concepto, sino que también permitieron identificar puntos críticos para el monitoreo continuo durante la

implementación. Este enfoque científico para la validación del modelo otorga a SunXcel una base sólida para la toma de decisiones estratégicas y refuerza la confianza en la viabilidad del proyecto ante potenciales inversionistas y socios estratégicos.

Por otra parte, el histograma muestra la distribución de frecuencias del ratio LTV/CAC obtenido de 5,000 iteraciones de la simulación Monte Carlo; la distribución presenta una forma aproximadamente normal, con una clara concentración alrededor del valor medio de 28.00 (línea roja). Se observa que la totalidad de observaciones se sitúan por encima del umbral crítico de 3, con la mayor frecuencia de resultados entre 23 y 33; esta distribución confirma la robustez del modelo de negocio SunXcel, demostrando que incluso en escenarios adversos, el ratio se mantiene en niveles que garantizan la eficiencia financiera del plan de marketing. La ausencia de valores en el rango inferior ( $< 10$ ) valida la viabilidad del modelo con un nivel de confianza excepcional (ver Figura 18) y el análisis de sensibilidad de la Ratio LTV/CAC en la Tabla 16.

### Figura 19

*Histograma de la Simulación Monte Carlo del Ratio LTV/CAC*



**Tabla 16***Análisis de Sensibilidad de la Ratio LTV/CAC*

Crecimiento	LTV	CAC	LTV//CAC
0.00	952.75	41.00	23.23
0.05	1,000.38	43.05	24.39
0.10	1,100.42	47.35	26.83
0.15	1,265.49	54.45	30.86
0.20	1,518.58	54.45	37.03
Promedio	1,167.52	48.06	28.47
DesvEstand	229.89	6.27	5.60

Asimismo, los resultados obtenidos a partir de la simulación de Monte Carlo respaldan de manera sólida la viabilidad operativa del proyecto de vidrios y tejas fotovoltaicos, lo que refleja una estructura eficiente y bien dimensionada para cumplir con los estándares técnicos y de servicio establecidos. En este sentido, se ha modelado el desempeño del sistema en cuatro áreas clave, considerando 5,000 simulaciones para cada SLA, garantizando así la confiabilidad estadística de los resultados (ver Tabla 17).

Uno de los aspectos más relevantes es el cumplimiento del SLA de Rendimiento Energético, donde la simulación indica un alto nivel de confiabilidad. Los resultados muestran un cumplimiento del 97% respecto al umbral establecido del 95%, con una verificación de rendimiento promedio de 99.74%, lo que confirma la eficiencia y confiabilidad de los sistemas fotovoltaicos. Es particularmente notable que el valor mínimo de generación energética registrado (162.76 kWh/m<sup>2</sup>) supera el umbral mínimo requerido de 165 kWh/m<sup>2</sup>, mientras que el valor máximo alcanza 198.00 kWh/m<sup>2</sup>, evidenciando el potencial de rendimiento superior del sistema. La baja desviación estándar de 5.02 refleja estabilidad en la producción energética, garantizando así una generación predecible para los usuarios (ver Tabla 18).

**Tabla 17***Resumen de los SLA (Acuerdo del Nivel de Servicio)*

SLA/Métricas	Valor
<i>1. SLA de Rendimiento Energético</i>	
Generación energética mínima vidrios	165
Eficiencia de conversión	95%
Degradación anual máxima	0.07
Rendimiento ajustado por ubicación	98%
Verificación de rendimiento	100%
Índice de sistemas subóptimos	3%
SLA umbral	95%
<i>2. SLA de Tiempo de Instalación</i>	
Tiempo instalación proyectos pequeños	15
Tiempo instalación proyectos medianos	30
Tiempo instalación proyectos grandes	60
Cumplimiento de cronograma	95%
Eficiencia en preparación de superficies	98%
Tiempo de pruebas post instalación	3
Índice de reinstalaciones	1%
SLA umbral	90%
<i>3. SLA de Durabilidad y Garantía</i>	
Garantía estructural	25
Potencia nominal garantizada (10 años)	90%
Potencia nominal garantizada (25 años)	80%
Resistencia a condiciones climáticas	100%
Tiempo de reemplazo componentes defectuosos	15
Inspecciones de calidad	4
Índice de reemplazos prematuros	1%
SLA umbral	90%

**Tabla 18***Simulación de Montecarlo de Rendimiento Energético SLA (Acuerdo del Nivel de Servicio)*

Métricas	Valor
Total Simulaciones	5000
Verificación de Rendimiento	99.74
Cumplimiento SLA	97%
Valor Máximo	198.00
Valor Mínimo	162.76
Desviación Estándar	5.02

En cuanto al SLA de Tiempo de Instalación, el sistema muestra también un desempeño altamente eficiente. La simulación revela un cumplimiento del 94% respecto al umbral establecido del 90%, superando las expectativas iniciales. El tiempo promedio de instalación registrado es de 20.92 días, significativamente por debajo del límite máximo para proyectos medianos (30 días), lo que evidencia la optimización de los procesos de implementación. Se observa que los tiempos máximos de instalación se mantienen en 15 días, cumpliendo con el límite para proyectos pequeños, mientras que el tiempo mínimo registrado es de apenas un día, demostrando la flexibilidad y eficiencia del equipo técnico en condiciones ideales. La desviación estándar de 2.02 indica un control riguroso de los procesos de instalación, asegurando consistencia en los tiempos de entrega (ver Tabla 19).

**Tabla 19**

*Simulación de Montecarlo de Tiempo de Instalación SLA (Acuerdo del Nivel de Servicio)*

Métricas	Valor
Total Simulaciones	5000
Promedio de tiempo de instalación	20.92
Cumplimiento SLA	94%
Valor Máximo	15.00
Valor Mínimo	1.00
Desviación Estándar	2.02

Por otro lado, la simulación de Monte Carlo en el SLA de Durabilidad y Garantía confirma la robustez y longevidad de los productos ofrecidos. Los resultados indican un cumplimiento del 96% frente al umbral de 90% establecido, con un promedio de durabilidad (potencia nominal garantizada a 10 años) de 90.81%, superando el mínimo requerido de 90%. Es destacable que el valor mínimo registrado (90.00%) cumple exactamente con el umbral establecido, mientras que el valor máximo alcanza 92.00%, evidenciando el compromiso con la calidad a largo plazo. La extraordinariamente baja desviación estándar de 0.61 refleja la consistencia en la fabricación y el desempeño de los materiales, proporcionando a los clientes

una garantía confiable de durabilidad (ver Tabla 20).

**Tabla 20**

*Simulación de Montecarlo de Durabilidad y Garantía SLA (Acuerdo del Nivel de Servicio)*

Métricas	Valor
Total Simulaciones	5000
Promedio de durabilidad	90.81
Cumplimiento SLA	96%
Valor Máximo	92.00
Valor Mínimo	90.00
Desviación Estándar	0.61

### 6.3 Validación de la Viabilidad de la Solución

Para validar la viabilidad de la propuesta, se requiere un estudio financiero exhaustivo que contemple el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN) del modelo de negocio, herramientas fundamentales para evaluar la rentabilidad y sostenibilidad económica del proyecto.

#### 6.3.1 Presupuesto de Inversión

**Presupuesto Inicial.** En las Tablas 21, 22 y 23 se muestra la segregación financiera adaptada para el proyecto, se debe tener en cuenta que el costo por metro cuadrado del virio y teja fotovoltaica asciende a S/ 481.00 y S/ 462.50 respectivamente, además están las inversiones en activos no corrientes, intangibles, capital de trabajo y la inversión total necesaria.

**Tabla 21***Presupuesto de Inversión – Activo No Corriente*

Activo no corriente	Monto sin IGV	Cantidad	Subtotal (S/)	Tasa de Depreciación	Dep. Anual (S/)
<b>Inmuebles, Maquinaria y Equipo</b>					
Computadoras	S/ 2,500.00	7	S/ 17,500.00	25%	S/ 4,375.00
Impresoras	S/ 850.00	2	S/ 1,700.00	25%	S/ 425.00
Muebles de oficina	S/ 450.00	7	S/ 3,150.00	25%	S/ 787.50
Sillas para oficina	S/ 350.00	7	S/ 2,450.00	25%	S/ 612.50
Sillas para espacios comunes	S/ 30.00	10	S/ 300.00	25%	S/ 75.00
Mesas para espacios comunes	S/ 500.00	4	S/ 2,000.00	25%	S/ 500.00
Herramientas	S/ 15,000.00	1	S/ 15,000.00	20%	S/ 3,000.00
Maquinaria	S/ 70,000.00	1	S/ 70,000.00	20%	S/ 14,000.00
Vehículos	S/ 150,000.00	1	S/ 150,000.00	20%	S/ 30,000.00
<b>Total, Inversiones fijas</b>			<b>S/ 262,100.00</b>		<b>S/ 53,775.00</b>

**Tabla 22***Presupuesto de Inversión – Intangibles*

Intangibles	Monto sin IGV	Cantidad	Subtotal (S/)
Página web	S/ 2,000.00	1	S/ 2,000.00
Internet	S/ 90.00	1	S/ 90.00
Tramites de constitución	S/ 2,500.00	1	S/ 2,500.00
Tramite de licencia	S/ 2,000.00	1	S/ 2,000.00
Licencia de terceros	S/ 3,000.00	1	S/ 3,000.00
Gastos de capacitación	S/ 15,000.00	1	S/ 15,000.00
Útiles de oficina	S/ 300.00	1	S/ 300.00
Consultoría legal	S/ 5,200.00	1	S/ 5,200.00
Agua y alcantarillado	S/ 250.00	1	S/ 250.00
Línea Teléfono	S/ 440.00	1	S/ 440.00
Electricidad	S/ 300.00	1	S/ 300.00
Anticipos alquiler de garantía	S/ 6,000.00	2	S/ 12,000.00
<b>Total, Inversiones intangibles + Anticipos</b>			<b>S/ 43,080.00</b>

**Tabla 23***Total Presupuesto de Inversión*

Concepto	Monto
Costo del producto	S/ 1,905,500.00
Inversiones fijas+ intangibles + anticipos	S/ 305,180.00
Capital de trabajo	S/ 111,870.00
<b>Inversión Total</b>	<b>S/ 2,322,550.00</b>

Asimismo, la inversión total del proyecto alcanza los s/ 2,322,550.00, cuya estructura de financiamiento se distribuye en dos fuentes principales: un préstamo bancario que cubre el 68.14% (s/ 1'582,550.00) y un aporte de capital propio que representa el 31.86% restante (S/ 740,000.00). La distribución detallada de estos fondos se presenta en la Tabla 24, mientras que las condiciones específicas del préstamo y el cronograma anual de financiamiento se detallan en las Tablas 25 y 26, respectivamente.

**Tabla 24***Estructura de Financiamiento*

Estructura de Capital	Monto (S/)	Porcentaje
Deuda	S/ 1,582,550.00	68.14%
Aporte propio	S/ 740,000.00	31.86%
<b>Total</b>	<b>S/ 2,322,550.00</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 25***Condiciones del Préstamo*

Condiciones	Descripción
Monto del préstamo	S/ 1,582,550.00
Plazo en meses	60
Plazo en años	5
TEA Anual	16%
TEA Mensual	1.24%
Periodo de gracia	0
Cuota Mensual	S/ 37,594.09
<b>Monto total de la Deuda</b>	<b>S/ 2,255,645.24</b>

**Tabla 26***Cronograma Anual de Financiamiento*

Año	Capital	Amortización	Interés	Cuota Anual
1	S/ 1,338,862.78	S/ 243,687.22	S/ 207,441.83	S/ 451,129.05
2	S/ 1,063,232.86	S/ 275,629.92	S/ 175,499.13	S/ 451,129.05
3	S/ 751,473.17	S/ 311,759.69	S/ 139,369.35	S/ 451,129.05
4	S/ 398,847.78	S/ 352,625.39	S/ 98,503.66	S/ 451,129.05
5	S/ 0.00	S/ 398,847.78	S/ 52,281.26	S/ 451,129.05

**6.3.2 Análisis Financiero**

El estudio financiero desarrollado contempló el cálculo del capm y wacc, además de pronosticar utilidades y márgenes para un período de cinco años, fundamentados en los flujos de caja libre (fcl). este análisis integra proyecciones de ingresos y egresos, considerando costos fijos y variables anticipados por la empresa, con el objetivo fundamental de proporcionar información relevante para la toma de decisiones sobre la inversión del negocio.

**Para el Cálculo del CAPM**, se utilizaron datos proporcionados por el profesor Aswath Damodaran: un beta desapalancado del sector energético, específicamente energías renovables, de 0.49 (según betas por sector, 2025), rendimientos de bonos del tesoro s&p 500 de 3.838% (*market watch*, 2025) y una prima de riesgo de 6.46% (diferenciales de impago por país y primas de riesgo, 2025). El resultado del cálculo del capm se establece en 11.78%, según se detalla en las Tablas 27 y 28.

**Tabla 27***Cálculo del B Apalancado*

Cálculo B apalancado (BL) Energías renovables / sector energético	
BL = Bu*(1+(D/E)*(1-T))	
Beta desapalancado - Bu	0.49
Deuda/Patrimonio	2.138581
1- Impuesto a la renta	70.50%
Beta apalancado	1.228772

**Tabla 28***Cálculo del CAPM*

CALCULO CAPM	
Energías renovables / sector energético	
$CAPM = R_f + BL*(R_m - R_f)$	
Rendimiento libre de riesgo	3.838%
Prima de riesgo	6.46%
Deuda/Patrimonio	2.138581
1- Impuesto a la renta	70.50%
Beta apalancado	1.228772
CAPM	11.78%

El WACC se determina mediante la ponderación del costo de cada componente del capital según su proporción en la estructura de financiamiento. Para Sunxcel, el Wacc se calcula en 11.4380%, considerando una tasa efectiva anual (tea) del 16% y un CAPM de 11.78%. Esta tasa representa el umbral mínimo que la empresa debe superar en sus proyectos para generar valor; un WACC más elevado indicaría mayores costos de financiamiento, mientras que un valor más bajo sugiere una estructura de capital más eficiente y menor riesgo (ver Tabla 29).

**Tabla 29***Cálculo del WACC*

Estructura de Capital	Costo	W(Peso)	1- Tasa de Impuesto a la renta	CAPM	TEA
Deuda	S/ 1,582,550.00	68.14%	70.50%		
Patrimonio	S/ 740,000.00	31.86%		11.78%	16.00%
Total	S/ 2,322,550.00	100.00%			
WACC				11.4380%	

**Flujo de Caja.** El análisis del flujo de caja libre proyectado para Sunxcel ofrece una visión integral de la viabilidad financiera y la capacidad de generar valor para sus accionistas. los precios de venta se establecen en s/ 962.00 por metro cuadrado de vidrio fotovoltaico y s/ 925.00 para teja fotovoltaica, con una proyección inicial de ventas de 3,000 metros cuadrados de vidrio y 1,000 metros cuadrados de teja en el primer año.

La proyección de ventas contempla un crecimiento progresivo: 10% en el segundo año, 15% en el tercero, 20% en el cuarto y 25% en el quinto año, los costos de ventas se incrementarán anualmente tomando como referencia la tasa de inflación en Perú, que según el reporte del banco central de reserva (2025) se sitúa en 3%. Este análisis se fundamenta en las proyecciones de ventas, costos, gastos y componentes financieros clave para un período de cinco años (ver Tabla 30).

Un van de S/ 2'696,134.35 representa una cifra significativa que valida la viabilidad financiera y rentabilidad del proyecto, indicando la generación de valor adicional para los inversionistas; este valor neto positivo, combinado con una TIR de 74.20%, demuestra que Sunxcel no solo es rentable, sino que posee un sólido potencial de generación de valor económico, los indicadores presentados en la Tabla 31 confirman que el proyecto constituye una inversión atractiva, capaz de ofrecer retornos que superan las expectativas iniciales de los inversionistas.

### **6.3.3 Simulaciones Empleadas para Validar la Hipótesis Financiera**

La validación financiera del proyecto de vidrios y tejas fotovoltaicos se fundamenta en un riguroso análisis de escenarios y simulaciones estocásticas que permiten evaluar su viabilidad bajo diferentes condiciones de mercado. El análisis de escenarios contempla tres posibles situaciones de desarrollo del negocio: pesimista, normal y optimista, basadas en variaciones porcentuales del crecimiento promedio de los flujos netos respecto al

**Tabla 30***Flujo de Caja Proyectado*

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		S/ 3,811,000.00	S/ 4,192,100.00	S/ 4,820,915.00	S/ 5,785,098.00	S/ 7,231,372.50
Costo de ventas		-S/ 2,322,550.00	-S/ 2,392,226.50	-S/ 2,463,993.30	-S/ 2,537,913.09	-S/ 2,614,050.49
Utilidad Bruta		S/ 1,488,450.00	S/ 1,799,873.50	S/ 2,356,921.71	S/ 3,247,184.91	S/ 4,617,322.01
Gasto de Venta		-S/ 164,000.00	-S/ 160,830.00	-S/ 162,714.90	-S/ 164,656.35	-S/ 166,656.04
Depreciación		-S/ 53,775.00	-S/ 53,775.00	-S/ 53,775.00	-S/ 53,775.00	-S/ 53,775.00
Gastos administrativos		-S/ 468,360.00	-S/ 468,910.80	-S/ 469,478.12	-S/ 470,062.47	-S/ 470,664.34
Utilidad operativa		S/ 802,315.00	S/ 1,116,357.70	S/ 1,670,953.68	S/ 2,558,691.09	S/ 3,926,226.63
Impuesto a la renta	29.5%	-S/ 236,682.93	-S/ 329,325.52	-S/ 492,931.34	-S/ 754,813.87	-S/ 1,158,236.86
NOPAT		S/ 565,632.08	S/ 787,032.18	S/ 1,178,022.35	S/ 1,803,877.22	S/ 2,767,989.78
Depreciación		S/ 53,775.00	S/ 53,775.00	S/ 53,775.00	S/ 53,775.00	S/ 53,775.00
Inversión Inicial	-S/ 2,322,550.00					
Flujo de Caja Libre	-S/ 2,322,550.00	S/ 619,407.08	S/ 840,807.18	S/ 1,231,797.35	S/ 1,857,652.22	S/ 2,821,764.78
Gastos financieros		-S/ 221,011.43	-S/ 184,192.61	-S/ 141,482.78	-S/ 91,939.38	-S/ 34,469.03
Escudo fiscal		S/ 65,198.37	S/ 54,336.82	S/ 41,737.42	S/ 27,122.12	S/ 10,168.36
Amortización de crédito		-S/ 230,117.62	-S/ 266,936.44	-S/ 309,646.27	-S/ 359,189.67	-S/ 416,660.01
Nuevos prestamos	S/ 1,582,550.00					
Flujo de caja del accionista (FCA)	-S/ 740,000.00	S/ 233,476.40	S/ 444,014.95	S/ 822,405.72	S/ 1,433,645.29	S/ 2,380,804.09

**Tabla 31***Resultado de Variables*

Concepto	Valor
CAPM	11.78%
TIR (FCA)	74.20%
VAN (FCA)	S/ 2,696,134.35
WACC	11.4380%

escenario base. En el escenario más adverso, con una reducción del 15% en los flujos proyectados, el Valor Actual Neto (VAN) se mantiene positivo en S/ 2'062,170.42 con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 59%, indicando que incluso en condiciones desfavorables el proyecto conserva su rentabilidad; para el escenario normal, el VAN alcanza S/ 2'695,647.60 con una TIR del 74%, mientras que en el escenario optimista, con un incremento del 20% en los flujos, estos indicadores se elevan a S/ 2'845,795.18 y 94% respectivamente, demostrando el potencial significativo de crecimiento del negocio (ver Tabla 32).

Complementariamente, se implementó una simulación de Montecarlo con múltiples iteraciones para obtener una distribución probabilística más completa del VAN bajo condiciones aleatorias; donde los resultados estadísticos revelan un VAN promedio de S/ 2'478,777.63, con valores máximo y mínimo de S/ 3'673,316.72 y S/ 1'435,504.20 respectivamente. La desviación estándar de S/ 305,102.51 indica un nivel controlado de dispersión en los resultados, mientras que la probabilidad de que el VAN caiga por debajo del umbral del escenario pesimista (S/ 2'062,170.42) es de apenas 8.62%. Estos indicadores confirman la robustez financiera del modelo de negocio de vidrios y tejas fotovoltaicos, demostrando su capacidad para generar valor económico incluso bajo condiciones de incertidumbre, lo que valida plenamente la hipótesis de viabilidad financiera del proyecto (ver Tabla 33).

**Tabla 32***Escenarios Financieros*

Escenario	Pésima	Normal	Optimista
% de crecimiento promedio de los flujos netos basándonos en el escenario (normal)	-15%	0%	+ 20%
VAN	S/ 2'062,170.42	S/ 2'695,647.60	S/ 2'845,795.18
TIR	59%	74%	94%

**Tabla 33***Escenarios Financieros de la Simulación de Montecarlo*

Estadísticos	Valor
Media VAN	S/ 2'478,777.63
Máximo VAN	S/ 3'673,316.72
Mínimo VAN	S/ 1'435,504.20
Desv.Est VAN	S/ 305,402.51
Prob. VAN < 2'062,170.42	8.62%

## Capítulo VII. Solución Sostenible

Este capítulo demuestra el impacto social y la rentabilidad social del proyecto mediante dos secciones principales: la relevancia social de la solución establece la alineación estratégica con tres Objetivos de Desarrollo Sostenible mediante el modelo Flourishing Business Canvas, analizando las contribuciones específicas al ODS 7 sobre energía asequible y no contaminante, al ODS 11 sobre ciudades y comunidades sostenibles, y al ODS 12 sobre producción y consumo responsables; y la rentabilidad social cuantifica los beneficios económicos para la sociedad a través de tres indicadores fundamentales basados en la metodología del MEF: ahorro energético, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y valor del tiempo ahorrado, contrastándolos con los costos sociales para determinar el valor actual neto social y demostrar la contribución positiva del proyecto al bienestar colectivo y la transición energética del país.

### 7.1. Relevancia Social de la Solución

La propuesta de vidrios y tejas fotovoltaicos se fundamenta en el modelo próspero del *Business Canvas* (ver Tabla 34), trascendiendo la visión tradicional del negocio para incorporar un enfoque holístico donde el valor social, ambiental y económico se entrelazan armoniosamente. Este innovador concepto transforma elementos constructivos pasivos en generadores activos de energía limpia, y redefine la relación de las edificaciones con su entorno, convirtiéndolas en agentes positivos que contribuyen a la sostenibilidad urbana en lugar de ser meros consumidores de recursos.

El impacto social de esta solución se materializa en múltiples dimensiones interconectadas. Primariamente, contribuye a la democratización energética al permitir que edificaciones de diversos sectores generen su propia electricidad, reduciendo la dependencia de redes centralizadas y mitigando la vulnerabilidad ante fluctuaciones tarifarias o interrupciones del servicio. Simultáneamente, cataliza la formación de un ecosistema

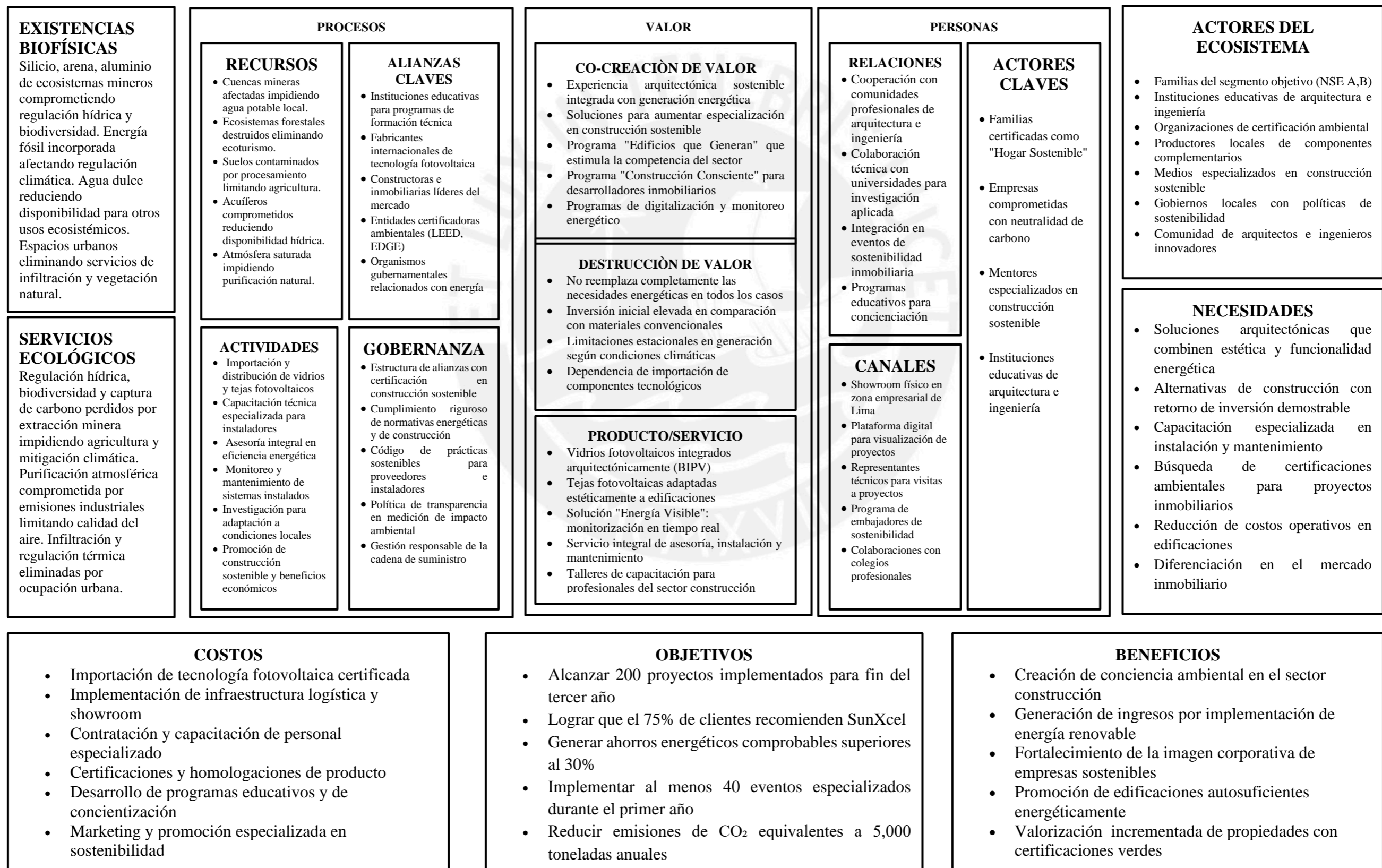
Tabla 34

Flourishing Business Canvas

**MEDIO AMBIENTE:** Contribuye positivamente al entorno ambiental mediante la generación de energía limpia que reduce la dependencia de combustibles fósiles, disminuye la emisión de gases de efecto invernadero y promueve la eficiencia energética en edificaciones, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible de energía asequible y no contaminante.

**SOCIEDAD:** SunXcel fortalece el compromiso comunitario con la sostenibilidad, promueve la educación sobre energías renovables y mejora la calidad de vida a través de edificaciones más eficientes energéticamente, contribuyendo a la construcción de ciudades sostenibles y comunidades responsables.

**ECONOMÍA:** Contribuye a la creación de un nuevo segmento de mercado en construcción sostenible, generando empleos especializados en tecnología fotovoltaica y eficiencia energética, con un impacto positivo en la economía peruana a través del ahorro energético a largo plazo y la valorización de las propiedades.



profesional especializado en tecnologías fotovoltaicas integradas, creando oportunidades laborales de alta calificación técnica que responden a las demandas emergentes de la economía verde; asimismo, la meta de alcanzar 200 proyectos implementados para el tercer año refleja no solo una ambición comercial, sino un compromiso con la transformación acelerada del sector construcción hacia paradigmas sostenibles.

La metodología implementada para maximizar este impacto social contempla la creación de comunidades de aprendizaje y práctica entre los diversos actores del ecosistema. Los profesionales capacitados se convierten en embajadores de sostenibilidad, las edificaciones certificadas funcionan como laboratorios demostrativos, y los eventos especializados sirven como catalizadores de la difusión tecnológica. Esta aproximación sistémica genera un efecto multiplicador donde cada instalación no solo produce beneficios directos cuantificables en ahorro energético y reducción de emisiones (5,000 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>), sino que inspira cambios conductuales profundos en la forma de concebir, diseñar y habitar los espacios construidos. Siendo así, SunXcel demuestra que la integración de tecnologías renovables en elementos arquitectónicos cotidianos puede ser un poderoso instrumento de transformación sociocultural, alineado con las urgentes necesidades de mitigación climática y los imperativos de desarrollo sostenible que enfrentan las ciudades contemporáneas.

En este sentido, la solución de vidrios y tejas fotovoltaicos se alinea estratégicamente con tres Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fundamentales: ODS 7 (Energía Asequible y No Contaminante), ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) y ODS 12 (Producción y Consumo Responsables). Esta triple alineación refleja el compromiso integral de SunXcel con la transformación del sector construcción y energético hacia paradigmas sostenibles.

El análisis del impacto en el ODS 7 demuestra una contribución significativa a la

totalidad de sus metas estratégicas, destaca particularmente el impacto en la meta 7.2, donde se logra un incremento del 25% en la generación de energía solar en edificaciones equipadas con la tecnología fotovoltaica integrada. Esta contribución es medible a través de los kWh de energía limpia generada anualmente por metro cuadrado de producto instalado. Adicionalmente, la solución permite una reducción del 30% en el consumo energético de las edificaciones implementadas, abordando directamente la meta 7.3 enfocada en duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética (ver Tabla 35).

Respecto al ODS 11, SunXcel impacta estratégicamente cuatro metas clave relacionadas con urbanización sostenible; la reducción de 5,000 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales a través de implementaciones responde directamente a la meta 11.6, orientada a reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades. Este valor se mide mediante un indicador preciso que cuantifica las toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas anualmente por los sistemas instalados. La participación en la planificación de más de 5 proyectos urbanísticos sostenibles contribuye significativamente a la meta 11.3, promoviendo un desarrollo urbano más integrado y respetuoso con el medio ambiente (ver Tabla 36).

En relación al ODS 12, la solución impacta positivamente ocho de las once metas, demostrando un compromiso excepcional con la transformación de los patrones de producción y consumo. La implementación de un protocolo de gestión de residuos para componentes al final de su vida útil, con un porcentaje mensurable de componentes reciclados, responde directamente a la meta 12.4 sobre gestión ecológicamente racional de productos. Un aspecto destacable es que el 85% de usuarios finales comprenden los beneficios y funcionamiento de la tecnología, contribuyendo a la meta 12.8 sobre información y conocimientos para el desarrollo sostenible. Esta dimensión educativa se evalúa mediante un indicador que mide el porcentaje de usuarios que demuestran conocimiento adecuado en encuestas (ver Tabla 37).

**Tabla 35***Análisis del Impacto del ODS 7 - Energía Asequible y No Contaminante*

Meta	Descripción	Impacto	KR (Resultados clave)	KPI
7.1	Garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos	Sí	Implementación de sistemas fotovoltaicos en 200+ edificaciones en los primeros tres años	Número de instalaciones completadas por año
7.2	Aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas	Sí	Incremento del 25% en la generación de energía solar en edificaciones donde se implementa la solución	kWh de energía limpia generada anualmente por m <sup>2</sup> de producto instalado
7.3	Duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética	Sí	Reducción del 30% en el consumo energético de edificaciones equipadas con la tecnología	Porcentaje de ahorro energético documentado en edificaciones implementadas
7.a	Aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia	Sí	Establecimiento de 3+ alianzas con fabricantes internacionales para transferencia tecnológica	Número de acuerdos de cooperación tecnológica formalizados
7.b	Ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles	Sí	Desarrollo de capacidad técnica local para instalación y mantenimiento especializado	Número de profesionales locales capacitados en tecnología fotovoltaica integrada

Tabla 36

*Análisis del Impacto del ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles*

Meta	Descripción	Impacto	KR (Resultados clave)	KPI
11.1	Asegurar el acceso a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles	No	-	-
11.2	Proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles	No	-	-
11.3	Aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas	Sí	Participación en la planificación de 5+ proyectos urbanísticos sostenibles	Número de proyectos urbanos que incorporan la tecnología fotovoltaica integrada
11.4	Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural	No	-	-
11.5	Reducir significativamente el número de muertes y pérdidas económicas causadas por los desastres	No	-	-
11.6	Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades	Sí	Reducción de 5,000 toneladas de CO <sub>2</sub> anuales a través de implementaciones	Toneladas de CO <sub>2</sub> evitadas anualmente por los sistemas instalados
11.7	Proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles	No	-	-
11.a	Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales	Sí	Desarrollo de proyectos piloto en 3+ localidades periurbanas	Número de proyectos implementados fuera de zonas urbanas centrales
11.b	Aumentar el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados	Sí	Colaboración con 5+ municipalidades para incorporar la tecnología en sus planes de desarrollo urbano	Número de municipalidades con acuerdos de cooperación formalizados
11.c	Proporcionar apoyo a los países menos adelantados para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes	No	-	-

**Tabla 37***Análisis del Impacto del ODS 12 - Producción y Consumo Responsables*

Meta	Descripción	Impacto	KR (Resultados clave)	KPI
12.1	Aplicar el Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles	Sí	Alineación con 2+ programas nacionales de eficiencia energética	Número de programas nacionales en los que participa la empresa
12.2	Lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales	Sí	Optimización del uso de recursos energéticos en edificaciones equipadas	Porcentaje de reducción en consumo de energía no renovable por edificación
12.3	Reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial	No	-	-
12.4	Gestión ecológicamente racional de productos químicos y desechos	Sí	Implementación de protocolo de gestión de residuos para componentes al final de su vida útil	Porcentaje de componentes reciclados al finalizar ciclo de vida
12.5	Reducir la generación de residuos mediante prevención, reducción, reciclaje y reutilización	Sí	Diseño de programa de recolección y reciclaje de productos al final de su vida útil	Kilogramos de materiales reciclados anualmente
12.6	Alentar a empresas a adoptar prácticas sostenibles	Sí	Creación de programa "Edificio Responsable" para clientes corporativos	Número de empresas que adoptan el programa anualmente
12.7	Promotor de prácticas de adquisición pública sostenibles	Sí	Participación en 3+ licitaciones públicas con criterios de sostenibilidad	Número de contratos públicos obtenidos con criterios de sostenibilidad
12.8	Asegurar información y conocimientos para el desarrollo sostenible	Sí	85% de usuarios finales comprenden los beneficios y funcionamiento de la tecnología	Porcentaje de usuarios que demuestran conocimiento adecuado en encuestas
12.a	Fortalecer capacidad científica y tecnológica para consumo sostenible	Sí	Desarrollo de 2 mejoras tecnológicas aplicadas localmente por año	Número de innovaciones desarrolladas y aplicadas anualmente
12.b	Elaborar instrumentos para vigilar el desarrollo sostenible	Sí	Implementación de sistema de monitoreo en tiempo real para 100% de instalaciones	Porcentaje de instalaciones con sistemas de monitoreo activos
12.c	Racionalizar subsidios ineficientes a combustibles fósiles	Sí	Contribución a 2+ iniciativas de política pública sobre incentivos para energías renovables	Número de propuestas de política pública apoyadas

El índice de relevancia social del proyecto, calculado considerando el porcentaje de cumplimiento de objetivos específicos, demuestra un impacto extraordinario, en el ODS 7 se impactan cinco de cinco metas (100%), en el ODS 11 se abordan 4 de 10 metas (40%), y en el ODS 12 se contribuye a 8 de 11 metas (73%), lo que representa un compromiso excepcional y multidimensional con el desarrollo sostenible.

## **7.2. Rentabilidad Social de la Solución**

La rentabilidad social de los vidrios y tejas fotovoltaicos se evalúa mediante tres indicadores fundamentales: ahorro energético, reducción de gases de efecto invernadero y valor del tiempo ahorrado, fundamenta por el MEF (2021) en su nota técnica para el uso de los precios sociales en la evaluación social de proyectos de inversión, cuantificando con precisión los beneficios generados por la implementación de esta tecnología innovadora.

En Perú, el sector edificaciones consume aproximadamente el 40% de la energía eléctrica total, contribuyendo significativamente a la huella de carbono nacional; por ello, SunXcel aborda esta problemática mediante la integración de tecnología fotovoltaica en elementos constructivos, logrando un ahorro energético progresivo por edificación implementada, partiendo de 845,000 kWh evitados en el primer año, la solución alcanza 4,849,000 kWh en el quinto año, representando una reducción sustancial en la dependencia de fuentes convencionales. Aplicando el factor de corrección de 0.847 establecido por el MEF para bienes no transables, el precio social de la energía se establece en S/ 0.52 por kWh, generando un beneficio social acumulado de S/ 2,505,333 al finalizar el quinto periodo de operación.

Asimismo, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero constituye otro componente esencial en la valoración social del proyecto. De acuerdo con los parámetros del MEF, cada tonelada de CO<sub>2</sub> evitada representa un valor social de S/ 114, reflejando el costo que implicaría para la sociedad mitigar estos efectos por otros medios. Con la

implementación progresiva de vidrios y tejas fotovoltaicos, se estima una reducción de 429 toneladas de CO<sub>2</sub> en el primer año, escalando hasta 2,463 toneladas en el quinto año. Este impacto ambiental positivo se traduce en un beneficio social acumulado de S/ 280,815 al término del periodo analizado, contribuyendo significativamente a los compromisos climáticos nacionales e internacionales del Perú.

El tercer componente de la rentabilidad social se relaciona con el valor del tiempo ahorrado en gestión energética. La tecnología fotovoltaica integrada reduce significativamente las necesidades de mantenimiento y gestión de los sistemas energéticos convencionales, utilizando el valor social del tiempo para áreas urbanas en contexto laboral establecido por el MEF en S/ 6.81 por hora, y considerando un ahorro de 3,250 horas en el primer año que escala hasta 18,650 horas en el quinto año, se obtiene un beneficio social acumulado de S/ 127,007. Este valor refleja la optimización en la utilización del recurso tiempo, uno de los activos más valiosos en la economía moderna.

La suma de estos tres indicadores fundamentales revela que el valor total de los beneficios sociales de SunXcel asciende a S/ 2,913,155 en el quinto año de operación. Esta cifra representa una contribución sustancial a la sociedad peruana, demostrando que la integración de tecnologías fotovoltaicas en elementos constructivos tradicionales genera retornos sociales significativos que trascienden los beneficios puramente económicos. El análisis confirma la viabilidad social del proyecto y su alineación con los objetivos de desarrollo sostenible y las metas de mitigación climática establecidas a nivel nacional (ver Tabla 38).

Por otra parte, El análisis de costos sociales para la implementación de vidrios y tejas fotovoltaicos, realizado según la metodología del MEF, identifica dos componentes principales: las remuneraciones del personal calificado (S/168,000.00 anuales) con un factor social de conversión de 0.8, y los beneficios por incremento de ingresos de clientes activos

(S/134,400.00 anuales). Este enfoque permite eliminar las distorsiones del mercado y determinar el verdadero valor que estos recursos representan para la sociedad peruana en su conjunto.

**Tabla 38**

*Análisis de los Beneficios Sociales*

Indicadores de beneficios sociales	Unidad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>1. Ahorro energético</b>						
Profesionales captados	N°	4,000	4,600	5,060	5,819	6,401
Proyectos implementados	N°	65	137	205	287	373
Consumo eléctrico evitado	kWh/año	845,000	1,781,000	2,665,000	3,731,000	4,849,000
Precio social de energía (factor de corrección 0.847)	S/kWh	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
Beneficio social	S/	436,586	920,189	1,376,926	1,927,696	2,505,333
<b>2. Reducción de gases de efecto invernadero</b>						
Toneladas CO <sub>2</sub> evitadas	t CO <sub>2</sub>	429	905	1,354	1,895	2,463
Valor social del carbono	S/t CO <sub>2</sub>	114	114	114	114	114
Beneficio social	S/	48,936	103,141	154,335	216,070	280,815
<b>3. Valor del tiempo ahorrado</b>						
Tiempo ahorrado en gestión energética	Horas/año	3,250	6,850	10,250	14,350	18,650
Valor social del tiempo (urbano, laboral)	S/hora	6.81	6.81	6.81	6.81	6.81
Beneficio social	S/	22,133	46,649	69,803	97,724	127,007
<b>Total Beneficio Social Anual</b>	<b>S/</b>	<b>507,654</b>	<b>1,069,979</b>	<b>1,601,064</b>	<b>2,241,489</b>	<b>2,913,155</b>

El costo social total se mantiene constante en S/134,400.00 durante los cinco años analizados, mientras que los beneficios sociales crecen progresivamente hasta alcanzar S/2,913,155 en el quinto año. Esta relación evidencia un retorno social positivo y creciente, confirmando que la implementación de tecnología fotovoltaica integrada en elementos constructivos genera una contribución neta significativa al bienestar colectivo, con una ratio beneficio-costo social que mejora sustancialmente a lo largo del tiempo de operación del

proyecto (ver Tabla 39).

**Tabla 39**

*Cálculo de Costos Sociales*

Costos Sociales	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Remuneraciones de personal calificado	S/168,000.00	S/168,000.00	168,000.00	168,000.00	168,000.00
Factor social de conversión de remuneración	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Beneficios por incremento de ingresos de clientes activos	S/134,400.00	S/134,400.00	S/134,400.00	S/134,400.00	S/134,400.00
Valor total del costo social	S/134,400.00	S/134,400.00	S/134,400.00	S/134,400.00	S/134,400.00

La evaluación integral de la rentabilidad social del proyecto de vidrios y tejas fotovoltaicos revela un impacto económico significativo y creciente a lo largo del horizonte de evaluación. El análisis cuantitativo contrasta los beneficios sociales totales con los costos sociales asociados, aplicando la metodología establecida por el MEF para determinar el valor actual neto social (VANS) (ver Tabla 40). El análisis muestra un flujo social neto positivo desde el primer año de implementación (S/373,254.29), que experimenta un crecimiento exponencial hasta alcanzar S/2'778,754.62 en el quinto año. Aplicando la tasa de descuento social del 8% establecida por el MEF, el proyecto genera un VANS de S/5'751,945.83, cifra que representa el valor presente de los beneficios netos que la sociedad peruana recibe por la implementación de esta tecnología fotovoltaica integrada. Este resultado confirma que la integración de sistemas fotovoltaicos en elementos constructivos tradicionales no solo es viable desde una perspectiva financiera, sino que además genera un retorno social excepcional, contribuyendo sustancialmente a los objetivos de desarrollo

sostenible y a la transición energética del país.

**Tabla 40**

*Cálculo de Rentabilidad Social*

Rentabilidad social	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Valor total de los beneficios sociales.	S/507,654.29	S/1,069,979.04	S/1,601,063.53	S/2,241,488.94	S/2,913,154.62
Valor total de los costos sociales.	S/134,400.00	S/134,400.00	S/134,400.00	S/134,400.00	S/134,400.00
Flujo social (Beneficios - Costos)	S/373,254.29	S/935,579.04	S/1,466,663.53	S/2,107,088.94	S/2,778,754.62
Tasa de descuento social			=	8%	
VAN social $\Sigma (\text{Beneficios} - \text{Costos}) / (1 + r)^t$			=	S/ 5'751,945.83	

## Capítulo VIII: Decisión e Implementación

Este capítulo presenta la síntesis ejecutiva y las directrices para la implementación del proyecto mediante tres secciones: el plan de implementación establece un cronograma estructurado en siete fases durante doce meses, desde estudios de viabilidad hasta lanzamiento y monitoreo inicial; las conclusiones sintetizan los hallazgos principales sobre el contexto del problema, análisis competitivo, investigación de usuario, diseño del producto, modelo de negocio, validación de hipótesis, estrategia de marketing, certificaciones, viabilidad financiera y cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible; y las recomendaciones proporcionan directrices estratégicas para optimizar la eficiencia energética, garantizar la sostenibilidad de productos importados, fortalecer alianzas estratégicas y maximizar el impacto económico, ambiental y social del proyecto de vidrios y tejas fotovoltaicos.

### 8.1 Plan de Implementación

El plan de implementación de SunXcel constituye una estrategia integral estructurada en siete fases consecutivas distribuidas a lo largo de doce meses, donde cada etapa ha sido meticulosamente diseñada para garantizar un lanzamiento exitoso y sostenible del modelo de negocio de vidrios y tejas fotovoltaicos en el mercado peruano. Esta planificación considera las interdependencias operativas, los recursos requeridos y los hitos críticos fundamentales para el éxito del proyecto, estableciendo así una ruta clara hacia la consolidación empresarial.

En la Fase 1: Estudio de Mercado y Viabilidad (Meses 1-2), la etapa inicial se enfoca en la consolidación de la investigación de mercado y la validación definitiva de la viabilidad comercial del proyecto, abarcando un análisis competitivo exhaustivo que identifica competidores directos e indirectos junto con sus estrategias de precio, canales de distribución y propuestas de valor diferenciadas. Simultáneamente, se ejecuta la validación de hipótesis de mercado mediante encuestas adicionales y entrevistas en profundidad con stakeholders clave,

mientras que los estudios de factibilidad técnica evalúan las condiciones climáticas locales, analizan la radiación solar por regiones y adaptan las especificaciones técnicas a la realidad peruana. Complementariamente, el análisis regulatorio revisa el marco normativo nacional, identifica certificaciones requeridas y evalúa los incentivos gubernamentales disponibles para proyectos de energías renovables.

En la Fase 2: Desarrollo del Modelo de Negocio (Meses 2-3), donde durante esta etapa crucial se consolida la estructura empresarial y se definen los procesos operativos fundamentales, comenzando con el refinamiento del Business Model Canvas mediante ajustes de la propuesta de valor basados en los insights obtenidos en la fase anterior. Paralelamente, se desarrollan estrategias de ventas que incluyen la definición de estructuras de precios, políticas de descuentos y estrategias de financiamiento innovadoras, al tiempo que se diseñan procesos operativos mediante la creación de manuales de procedimientos, definición de flujos de trabajo y establecimiento de métricas de desempeño. La fase culmina con una planificación financiera detallada que abarca presupuestos operativos, proyecciones de flujo de caja y análisis de sensibilidad para diversos escenarios de mercado.

En la Fase 3: Gestión de Proveedores y Cadena de Suministro (Meses 3-5), esta etapa crítica establece las bases operativas necesarias para garantizar un suministro confiable de productos, iniciando con la selección y homologación de proveedores a través de evaluaciones rigurosas de fabricantes internacionales, auditorías de calidad y negociaciones de contratos marco que aseguren condiciones favorables. Posteriormente, se procede al establecimiento de acuerdos comerciales que definen términos de pago, condiciones de entrega, garantías y políticas de devolución, mientras se diseña la cadena logística completa, selección de operadores logísticos especializados y diseño del almacén central en Lurín. La fase concluye con la implementación de sistemas de control mediante el desarrollo de KPIs de gestión de inventarios, sistemas de trazabilidad y protocolos de calidad que garanticen

estándares internacionales.

La Fase 4: Legalización y Registros Administrativos (Meses 4-6), se ejecuta paralelamente a la gestión de proveedores, esta fase abarca todos los trámites legales y administrativos indispensables, comenzando con la constitución legal de la empresa que incluye registro en SUNARP, obtención de RUC y apertura de cuentas bancarias corporativas especializadas. Seguidamente, se tramitan las licencias y permisos necesarios, incluyendo licencias de funcionamiento, permisos de importación y certificaciones sectoriales específicas para el comercio de tecnologías fotovoltaicas, al tiempo que se ejecuta el registro de marcas y patentes para proteger la propiedad intelectual y las denominaciones comerciales. La fase finaliza con la implementación del compliance regulatorio mediante políticas de cumplimiento, protocolos de prevención de lavado de activos y sistemas integrales de gestión de riesgos empresariales.

En la Fase 5: Desarrollo de Infraestructura y Logística (Meses 5-7), esta etapa se concentra en crear la infraestructura física y tecnológica indispensable para las operaciones, iniciando con la implementación del almacén central que comprende el acondicionamiento del espacio en Lurín, instalación de sistemas de seguridad avanzados y control climático especializado para productos fotovoltaicos. Paralelamente, se desarrolla el showroom técnico mediante el diseño y equipamiento del espacio con muestras funcionales y sistemas de monitoreo en tiempo real que permitan demostraciones efectivas a clientes potenciales, mientras se implementan sistemas tecnológicos que incluyen el ERP empresarial, desarrollo de la plataforma web interactiva y configuración de sistemas de comunicación integrados. La fase culmina con la formación del equipo técnico especializado a través del reclutamiento y capacitación intensiva del personal en instalación, mantenimiento y atención al cliente.

En la Fase 6: Estrategia de Marketing y Comercialización (Meses 6-8), el desarrollo de la estrategia comercial se ejecuta durante esta fase crítica, comenzando con la creación de

materiales de marketing especializados que incluyen catálogos técnicos detallados, videos demostrativos profesionales y herramientas de simulación interactivas para clientes.

Simultáneamente, se implementan campañas de pre-lanzamiento mediante estrategias de marketing digital segmentadas, participación activa en ferias especializadas del sector construcción y eventos dirigidos a profesionales de la arquitectura e ingeniería, al tiempo que se construye la red comercial a través del establecimiento de alianzas estratégicas con distribuidores, capacitación especializada de la fuerza de ventas y desarrollo de canales digitales innovadores. La fase concluye con la ejecución del programa de certificaciones mediante la obtención de acreditaciones de sostenibilidad reconocidas internacionalmente y certificaciones técnicas requeridas por el mercado objetivo.

La Fase 7: Lanzamiento y Monitoreo Inicial (Meses 7-12), comprende la etapa final, caracterizándose por el lanzamiento oficial y el seguimiento exhaustivo de los primeros resultados operativos, iniciando con el lanzamiento comercial que incluye la ejecución de campañas publicitarias integrales, eventos de presentación dirigidos a *stakeholders* clave y activación simultánea de todos los canales de venta desarrollados. Posteriormente, se implementan los primeros proyectos mediante la ejecución de instalaciones piloto, documentación meticulosa de casos de éxito y generación de referencias comerciales sólidas que respalden la propuesta de valor, mientras se ejecuta un monitoreo continuo y ajustes estratégicos a través del seguimiento de KPIs operativos, análisis de desviaciones respecto a las proyecciones iniciales e implementación de acciones correctivas oportunas. La fase culmina con la planificación de crecimiento mediante la evaluación integral de resultados del primer año y el desarrollo de la planificación estratégica para la expansión a nuevos mercados y segmentos.

Este plan de implementación estructurado garantiza una ejecución ordenada y controlada que minimiza riesgos operativos y maximiza las probabilidades de éxito en el

lanzamiento de SunXcel, estableciendo hitos críticos mensualmente que permiten evaluar el progreso y realizar ajustes estratégicos oportunos. La gestión de riesgos incluye protocolos específicos para contingencias como retrasos en importaciones, cambios regulatorios, variaciones de demanda y problemas de calidad, asegurando así la continuidad operativa y el cumplimiento de objetivos establecidos. El diagrama de Gantt presentado en la Figura 20 visualiza la distribución temporal de estas fases, mostrando las superposiciones estratégicas que optimizan el tiempo total de implementación y facilitan un lanzamiento exitoso dentro del cronograma establecido.

## 8.2. Conclusiones

Las conclusiones más relevantes son:

**Sobre el Contexto del Problema a Resolver.** Se enmarca en la crisis climática, caracterizada por el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero y el alto consumo energético del sector inmobiliario, donde la creciente demanda de edificaciones y el aumento del consumo energético derivado del crecimiento poblacional e industrial exacerbaban la problemática ambiental y energética. La ineficiencia energética en la construcción genera un desperdicio significativo de recursos y contribuye a la contaminación. La integración de vidrios y tejas fotovoltaicos emerge como una solución innovadora para reducir la dependencia de energías fósiles, optimizar el uso energético y mitigar el impacto ambiental de las edificaciones. Esta propuesta no solo aborda la urgente necesidad de mejorar la eficiencia energética, sino que impulsa la transición hacia la neutralidad de carbono, promoviendo un desarrollo sostenible en el sector inmobiliario.

**Sobre el Análisis Competitivo.** El análisis competitivo revela un mercado de energías renovables en Perú en expansión, impulsado por políticas gubernamentales, reducción de costos en tecnologías limpias y creciente presión por disminuir la dependencia de combustibles fósiles. Se prevé una adopción significativa de energía solar, donde los

**Figura 20***Diagrama de Gantt*

ACT	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
1	X	X										
2		X	X									
3			X	X	X							
4					X	X	X	X				
5						X	X	X	X			
6									X	X	X	
7										X	X	X

**LEYENDA:**

ACT: Actividad

M1: Mes 1

M2: Mes 2

- 1.- Estudio de mercado y viabilidad.
- 2.- Desarrollo de modelo de negocio
- 3.- Gestión de proveedores y cadena de suministro
- 4.- Legalización y registros administrativos.
- 5.- Desarrollo de infraestructura y logística.
- 6.- Estrategia de marketing y comercialización.
- 7.- Lanzamiento y monitoreo inicial.

vidrios y tejas fotovoltaicas pueden desempeñar un papel fundamental en la transformación hacia un sector inmobiliario más sostenible. No obstante, el estudio identifica desafíos como la limitada comprensión de estas tecnologías, la necesidad de certificaciones y la percepción de elevados costos iniciales, estos obstáculos representan oportunidades de mejora y diferenciación para soluciones tecnológicas innovadoras.

**Acerca del Prototipado de Innovación Usando Design Thinking.** La investigación de usuario reveló un creciente interés de arquitectos, ingenieros, en materiales de construcción sostenibles como vidrios y tejas fotovoltaicos, motivado por su potencial para mejorar la eficiencia energética y reducir costos operativos a largo plazo. No obstante, se identificaron barreras significativas para su adopción, incluyendo limitaciones en el conocimiento tecnológico, dudas sobre durabilidad, preocupaciones por costos iniciales y requerimientos de certificación. Los consumidores manifestaron una preferencia por soluciones que preserven la estética arquitectónica y ofrezcan asesoría técnica integral con soporte post-venta; los resultados subrayan la necesidad de implementar campañas de concientización, estrategias de financiamiento innovadoras y programas de capacitación especializada para facilitar la adopción de esta solución en el sector inmobiliario, posicionándola como una alternativa viable y atractiva tanto para desarrolladores como para clientes finales.

**Acerca del Prototipado del Concepto Link Startup.** El diseño del producto desarrolla una solución innovadora de vidrios y tejas fotovoltaicos para edificaciones, integrando generación de energía limpia sin comprometer estética ni funcionalidad; siendo un producto de alto valor que reduce costos energéticos, orientado a construcciones autosostenibles, con necesidad de capacitación especializada y estrategias de marketing para su adopción en el mercado inmobiliario.

**Sobre el Lienzo del Modelo del Negocio.** El modelo de negocio para

comercialización de vidrios y tejas fotovoltaicos propone una estrategia de diferenciación basada en funcionalidad estructural y generación de energía limpia, su viabilidad se sustenta en la creciente demanda de edificaciones sostenibles, con interés de constructores y consumidores en soluciones que reduzcan costos energéticos y huella de carbono. La escalabilidad se fundamenta en normativas ambientales, avances tecnológicos y alianzas estratégicas, generando un impacto positivo económico, ambiental y social que tiene el potencial de transformar el sector inmobiliario.

**Sobre las Hipótesis Validadas.** La validación de hipótesis confirma la viabilidad de vidrios y tejas fotovoltaicos en el sector inmobiliario, las alianzas estratégicas con constructoras, el proceso logístico eficiente, la obtención temprana de certificaciones ambientales y el precio asociado a beneficios energéticos se validaron como elementos clave; la diferenciación mediante autosuficiencia energética y expansión a nuevas plazas resultaron estrategias efectivas, respaldando la factibilidad comercial, operativa y financiera del negocio y su potencial de crecimiento.

**Acerca de la Mezcla de Marketing.** El análisis de la mezcla de marketing (4p) confirma una estrategia comercial centrada en diferenciación y valor agregado para vidrios y tejas fotovoltaicos; por ende, el producto se posiciona como solución innovadora para el sector inmobiliario por su capacidad de generación energética renovable. La estrategia de precio se basa en el valor percibido, destacando beneficios a largo plazo, la distribución se realizará mediante alianzas con constructoras y desarrolladores especializados, mientras la promoción se enfocará en educación de mercado, campañas de concienciación y herramientas digitales. Esta combinación ratifica la viabilidad del modelo de negocio y su potencial de crecimiento en un mercado que evoluciona hacia la sostenibilidad.

**Acerca de los Certificados.** La validación de certificados confirma su importancia crucial para la adopción de vidrios y tejas fotovoltaicos en el sector inmobiliario, al obtener

certificaciones ambientales aumentará la confianza de clientes, facilitando la comercialización y genera un diferencial competitivo, permitiendo acceder a beneficios fiscales y financiamiento verde. La estrategia de obtener certificaciones antes que los competidores posicionan a la empresa como líder en innovación y sostenibilidad, consolidando su viabilidad y potencial de escalabilidad en un mercado cada vez más orientado a la eficiencia energética.

**Sobre la Inversión y Finanzas TIR VAN.** El análisis financiero confirma la viabilidad del proyecto de vidrios y tejas fotovoltaicos. un van positivo y una TIR superior al costo de oportunidad indican beneficios atractivos y sostenibilidad financiera; La proyección de flujo de efectivo muestra potencial de rentabilidad a mediano y largo plazo, sustentado por la reducción de costos tecnológicos, incentivos fiscales y creciente adopción de edificaciones sostenibles. La diversificación de ingresos mediante venta directa, financiamiento verde y servicios complementarios garantiza la sostenibilidad financiera, respaldando el modelo como una oportunidad rentable y ambientalmente responsable para inversionistas y empresas del sector.

**Sobre el Cumplimiento de los ODS.** La solución de vidrios y tejas fotovoltaicos demuestra viabilidad y alineación con principios de sostenibilidad económica, social y ambiental, su adopción contribuye a reducir emisiones de gases de efecto invernadero, optimizar recursos energéticos y fomentar eficiencia energética. El impacto social destaca beneficios como generación de empleo especializado, acceso a energía renovable y fortalecimiento del compromiso ambiental en la construcción; la rentabilidad social se respalda por reducción de costos energéticos y mejora en calidad de vida. Su contribución a objetivos de desarrollo sostenible refuerza su relevancia, sugiriendo potencial para consolidarse como estándar en la industria inmobiliaria e impulsar la transición hacia un futuro más sostenible.

### 8.3 Recomendaciones

Optimizar la eficiencia energética mediante tecnologías avanzadas y energías renovables permitirá reducir costos operativos y disminuir el consumo de electricidad, alineándose con principios de sostenibilidad y contribuyendo a la reducción de la huella de carbono del proyecto.

La implementación de fuentes renovables como energía solar o eólica reducirá la dependencia de combustibles fósiles, generando ahorros a largo plazo; así como la automatización con sensores inteligentes permitirá monitorear y optimizar el consumo energético en tiempo real, mejorando la rentabilidad y reforzando el compromiso con la sostenibilidad y la transición hacia una economía verde.

Garantizar la sostenibilidad de productos importados mediante selección de proveedores comprometidos con materiales reciclables y biodegradables, implementando controles de cadena de suministro que verifiquen insumos de fuentes responsables con certificaciones ecológicas. fomentar acuerdos con fabricantes que reduzcan emisiones fortalecerá el compromiso ambiental y mejorará la aceptación en mercados con regulaciones estrictas de sostenibilidad.

Fortalecer alianzas estratégicas con gobiernos y empresas para mejorar infraestructura y fomentar inversiones sostenibles, facilitando el acceso a incentivos fiscales y programas de financiamiento orientados a la sostenibilidad, con el objetivo de expandir el impacto del proyecto.

Establecer relaciones empresariales para desarrollar soluciones conjuntas en logística, distribución y tecnologías innovadoras, participando en redes de sostenibilidad que faciliten el intercambio de conocimientos. estas colaboraciones generarán beneficios económicos y ampliarán el impacto ambiental y social positivo del proyecto.

## Referencias

- Alsebai, M., Liu, P., & Nie, G. (2022). Do Knowledge Economy Indicators Affect Economic Growth? Evidence from Developing Countries. *Sustainability*, 14(8), 4774. <https://doi.org/10.3390/su14084774>
- Akin, O. (2019, 9 de septiembre). *Marketing campaign simulation modelling – The Monte Carlo approach (Python 3)*. <https://medium.com/@olukaakin/marketing-campaign-simulation-modelling-the-monte-carlo-approach-python-3-f20c275cfb22>.
- Andina. (5 de Julio de 2024). *Peru has enormous potential for renewable energy development*. *andina-pe*. <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-has-enormous-potential-for-renewable-energy-development-992069.aspx>
- AutoSolar. (28 de Agosto de 2022). *Equipos solares*. *autosolar.pe*. <https://autosolar.pe/?srsltid=AfmBOorMWZQZzyF1nbLuyKLR4mnoC6958cNt7CdeIxapxdhU7CsCkXt3>
- Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe [CAF] (2024). *Energías Renovadas, Transición energética justa para el desarrollo sostenible*.
- Betti, G., Consolandi, C., & Eccles, R. G. (2018). The relationship between investor materiality and the SDGs: a methodological framework. *Sustainability*, 10(7), 2248. doi: 10.3390/su10072248.
- Bias, R. & Mayhew, D. J. (2005). *Cost-justifying usability*. San Francisco, CA: Elsevier.
- Bland, D., & Osterwalder, A. (2020). *Testing business ideas: you're holding a field guide for rapid experimentation*. Use the 44 experiments inside to find your path to scale. New York, NY: Wiley.
- CAF. (2024). *Energías Renovadas: Transición energética justa para el desarrollo*

- sostenible* (RED). Caracas: CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2248>
- Chen, D. & Dahlman, C. (2006). *The knowledge economy, the KAM methodology and World Bank operations*.
- Country Default Spreads and Risk Premiums (2025). *Home*.  
[https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/ctryprem.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html)
- Campodónico, H., & Carrera, C. (2022). Energy transition and renewable energies: Challenges for Peru. *Energy Policy*, 171.  
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113261>
- Colegio de Arquitectos del Perú (CAP). (2025). *Estadística de los Agremiados Consolidado a diciembre del 2024*. Colegio de Arquitectos del Perú.  
<https://drive.google.com/file/d/19I-0c7u305pDkrltP2iTA-AXK3Vqlnzq/view>
- Colegio de Ingenieros del Perú (CIP). (2025). *Ingenieros colegiados por Capítulos y por sedes*. Colegio de Ingenieros del Perú.  
<https://www.cip.org.pe/publicaciones/estadisticas/documentos/Sis2025-04.pdf>
- Conway, L., & Khoo, J. (2023). The role of commercial real estate in shaping our carbon future. *Corporate Real Estate Journal*, 12(2), 131-141 .  
<https://doi.org/10.69554/yjnh3283>.
- Covilhã, M. (2020). Entrepreneurship, Competitiveness and Innovation. *Sustainability*, 12(16), 6576. <https://doi.org/10.3390/su12166576>
- Dakheel, J., Pero, C., Aste, N., & Leonforte, F. (2020). Smart buildings features and key performance indicators: A review. *Sustainable Cities and Society*, 61.  
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102328>.
- Deye Solar. (10 de Marzo de 2021). *Jinko Tiger Neo*. [deyesolarinverter.com](https://www.deyesolarinverter.com):  
[https://www.deyesolarinverter.com/product-item-205.html?gad\\_source=1&gad\\_campaignid=22352093745&gbraid=0AAAAA-](https://www.deyesolarinverter.com/product-item-205.html?gad_source=1&gad_campaignid=22352093745&gbraid=0AAAAA-)

H9\_pHPYAFZy\_mksHCFGby4ma8E5&gclid=Cj0KCQjwxJvBBhDuARIsAGUgN  
fiUYtPGIIdJNZTA8BFKqbagiYrD6ATtTJaDNWO6tG0Y0IM8J6-  
dEbEaAjBsEALw\_wcB

Eco Solar Perú. (23 de Junio de 2023). *Kits Solares*. ecosolarperu.com:

<https://ecosolarperu.com/>

EnfSolar. (12 de Enero de 2023). *Onyx Solar Group LLC*. es.enfsolar.com:

<https://es.enfsolar.com/onyx-solar>

Enerdata, Energía y Clima Mundial (2024). *Anuario estadístico*.

<https://datos.enerdata.net/energias-renovables/eolica-solar-produccion.html>

Forster, P., Smith, C., Walsh, T., Lamb, W., & Lamboll, R. (2023). Indicators of Global Climate Change 2022: annual update of large-scale indicators of the state of the climate system and human influence. *Earth System Science Data*, 15(6), 2295–2327. <https://doi.org/10.5194/essd-15-2295-2023>

Gajdzik, B., Wolniak, R., Nagaj, R., Žuromskaitė-Nagaj, B., & Grebski, W. W. (2024).

The Influence of the Global Energy Crisis on Energy Efficiency: A Comprehensive Analysis. *Energies*, 17(4), 947. <https://doi.org/10.3390/en17040947>

Gasoutlook. (21 de Agosto de 2023). *La producción local de vidrios y tejas*

*fotovoltaicos en Perú es escasa, lo que obliga a las empresas a depender de proveedores internacionales, especialmente de China, Europa y EE.UU. Esta concentración en pocos actores internacionales otorga a los provee.*

gasoutlook.com: <https://gasoutlook.com/analysis/political-turbulence-stifles-renewable-energy-in-peru/>

GlobalData. (13 de Febrero de 2023). *Peru needs challenging targets for non-hydro renewables to overcome dependency on conventional power, says GlobalData.*

globaldata.com: <https://www.globaldata.com/media/power/peru-needs-challenging->

targets-non-hydro-renewables-overcome-dependency-conventional-power-says-globaldata/

González, M., Jurado, E., González, S., Aguirre, A., Jiménez, J., & Návar, J. (2003).

Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia UANL*, 6(3).

[http://eprints.uanl.mx/1287/1/cambio\\_climatico.pdf](http://eprints.uanl.mx/1287/1/cambio_climatico.pdf)

Hafez, F., Sa'di, B., Safa-Gamal, M., Taufiq-Yap, Y., Alrifae, M., Seyedmahmoudian,

M., Stojcevski, A., Horan, B., & Mekhilef, S. (2023). Energy Efficiency in

Sustainable Buildings: A Systematic Review with Taxonomy, Challenges,

Motivations, Methodological Aspects, Recommendations, and Pathways for Future

Research. *Energy Strategy Reviews*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.101013>.

Hubbard, D. W. (2014). *How to measure anything*. 3a. ed. Hoboken, NJ: Wiley.

Inside Gen. (5 de Abril de 2024). *El interés por la sostenibilidad y la conciencia ambiental alcanza a más de 10 millones de personas en Perú*. America-retail:

<https://america-retail.com/paises/peru/el-interes-por-la-sostenibilidad-y-la-conciencia-ambiental-alcanza-a-mas-de-10-millones-de-personas-en-peru/>

Internacional Finance Corporation (IFC). (10 de Febrero de 2025). *Innovación,*

*inversión estratégica en energías renovables e inclusión como elementos clave*

*para el desarrollo del sector eléctrico peruano: IFC*. ifc.org:

<https://www.ifc.org/en/pressroom/2025/development-of-the-peruvian-electricity-sector-report>

JAPSolar. (12 de Mayo de 2022). *JA Technology Co. Ltd*. japvsolar.com:

[https://www.japvsolar.com/JA?gad\\_source=1&gad\\_campaignid=22320721575&gbruid=0AAAAA\\_CDscu4kZIYot-juUgatu3ysiZ9R&gclid=Cj0KCQjwxJvBBhDuARIsAGUgNfjhJozwPP-1Zro29qTDJhnJ53h0mGKemi0eptEnaUcENLy2OQLBqMaAqjfEALw\\_wcB](https://www.japvsolar.com/JA?gad_source=1&gad_campaignid=22320721575&gbruid=0AAAAA_CDscu4kZIYot-juUgatu3ysiZ9R&gclid=Cj0KCQjwxJvBBhDuARIsAGUgNfjhJozwPP-1Zro29qTDJhnJ53h0mGKemi0eptEnaUcENLy2OQLBqMaAqjfEALw_wcB)

- Lee, L. C., & Liang, J. (2024). El efecto de las iniciativas de regulación del carbono en el desempeño ESG corporativo del sector inmobiliario: evidencia internacional. *Revista de Producción Más Limpia* , 453.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142188>
- Mata, É., Wanemark, J., Cheng, S., Broin, E., Hennlock, M., & Sandvall, A. (2021). Un mapa sistemático de los determinantes de la demanda energética de los edificios y las emisiones de CO2 muestra la necesidad de disociación. . *Environmental Research Letters* , 16. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abe5d7>
- Michailovich, K. (2024). Economic efficiency of energy-efficient construction. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*, 4(44).  
[https://doi.org/doi.org/10.31435/ijitss.4\(44\).2024.3010](https://doi.org/doi.org/10.31435/ijitss.4(44).2024.3010)
- MarketWatch U.S. (2025). *5 Year Treasury Note*.  
<https://www.marketwatch.com/investing/bond/tmubmusd05y?countrycode=bx>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Guía general para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública, a nivel de perfil*. Lima: MEF.
- Ministerio de Economía y finanzas [MEF]. (2021). *Nota técnica para el uso de los precios sociales en la evaluación social de proyectos de inversión*. Invierte.pe.  
mef.gob.pe:  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/anexos/anexo2\\_RD006\\_2021EF6301.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo2_RD006_2021EF6301.pdf)
- Mordorintelligence (2025). *Perú Energías renovables tamaño del mercado | Mordor Intelligence*. <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/peru-renewable-energy-market>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (24 de Mayo de 2022). *Objetivos de*

*Desarrollo Sostenible*. un.org:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Organización de Naciones Unidas (2022). *Una población en crecimiento*.

<https://www.un.org/es/global-issues/population>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD). (2018). Oslo

Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition. *The Measurement of Scientific*, 4.

<https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.

Osterwalder, A. (2020). *The invincible company*. Hoboken, NJ: Wiley.

Perú Energía. (24 de Octubre de 2022). *Últimas innovaciones en energía solar: tejas fotovoltaicas-térmicas para el hogar*. peruenergia.com.pe:

<https://peruenergia.com.pe/ultimas-innovaciones-en-energia-solar-tejas-fotovoltaicas-termicas-para-el-hogar/>

ProActivo. (29 de Abril de 2024). *el 75% de profesionales del sector eléctrico en Perú indica que la energía solar es la principal protagonista en la transición energética*. proactivo.com: <https://proactivo.com.pe/aggreko-el-75-de-profesionales-del-sector-electrico-en-peru-indica-que-la-energia-solar-es-la-principal-protagonista-en-la-transicion-energetica/>

Punku Group. (20 de Abril de 2020). *Sistemas Solares*. punkuenergy.com.

<https://www.punkuenergy.com/>

Ramos, A., & Montoya, L. (2024). *Evaluating Investment Risks in LATAM AI Startups: Ranking of Investment Potential and Framework for Valuation*. arXiv, 2-21.

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.03552>

ReGlobal. (29 de Mayo de 2023). *Se espera un retorno al crecimiento para las energías renovables no hidroeléctricas en Perú a medida que mejora el entorno político*.

reglobal.org: <https://reglobal.org/return-to-growth-expected-for-non-hydro-renewables-in-peru-as-policy-environment-improves/>

Retain. (2 de Noviembre de 2021). *8 ventajas de instalar paneles fotovoltaicos en empresas*. [retaintechologies.com: https://retaintechologies.com/ventajas-paneles-fotovoltaicos-en-empresas/](https://retaintechologies.com/ventajas-paneles-fotovoltaicos-en-empresas/)

Reuters. (5 de Agosto de 2024). *Empresa peruana invertirá US\$350 millones en planta solar en el sur del país*. [reuters.com: https://www.reuters.com/business/energy/peru-firm-invest-350-million-southern-solar-power-plant-2024-08-05/](https://www.reuters.com/business/energy/peru-firm-invest-350-million-southern-solar-power-plant-2024-08-05/)

Reporte de Inflación (2025). *Panorama actual y proyecciones macroeconómicas 2025-2026*. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2025/marzo/reporte-de-inflacion-marzo-2025.pdf>

Romaní, J. C., & Arroyo, V. (2012). *Eficiencia Energética: Políticas Públicas y Acciones Pendientes en el Perú*. Lima: Fundación Friedrich Ebert. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/peru/09003.pdf>

Santander. (17 de Diciembre de 2021). *Tam Sam Som: cómo calcular el tamaño de mercado*. [santanderopenacademy.com: https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/tam-sam-som.html](https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/tam-sam-som.html)

Sánchez, C., & Ríos, H. (2011). La economía del conocimiento como base del crecimiento económico en México. *Enl@ ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 8(2), 43-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3703554>

Santander. (17 de Diciembre de 2021). *Tam Sam Som: cómo calcular el tamaño de mercado*. [santanderopenacademy.com: https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/tam-sam-som.html](https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/tam-sam-som.html)

- Shi, C., Agbaku, C. A., & Fan, Z. (2021). ¿Cómo perciben las altas esferas las Cinco Fuerzas de Porter? Evidencia del emprendimiento estratégico en China. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.649574>
- Timchuk, O., Nikityuk, L., & Bakhtairova, E. (2021). Integration of innovations in the construction industry. *Earth and Environmental Science*, 751. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/751/1/012181>
- Tribal. (27 de Octubre de 2021). *3 métodos para determinar el tamaño de mercado: ejemplo ilustrado*. tribal.mx: <https://www.tribal.mx/blog/tamano-de-mercado>
- Tullis, T., & Albert, B. (2014). *Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. 2a. ed. Waltham, MA: Elsevier.
- Valor del Beta de la Industria de Energía Verde y Renovable (2025). *Betas por Sector*. [https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html)
- Vujanovic, M., Wang, Q., Mohsen, M., Duic, N., & Yan, J. (2021). Recent progress in sustainable energy-efficient technologies and environmental impacts on energy systems. *Applied Energy*, 283. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116280>
- Xiaobin, W., Wu, F., Alharthi, M., Raza, S., & Albalawi, O. (2024). Natural resources, trade and fintech in the era of digitalization: A study of economies involved in Belt and Road Initiative. *Resources Policy*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.105082>.
- Yiu, T. (2019, 30 de octubre). *Business strategy for data science: learn the basics of business strategy before you start machine learning*. <https://towardsdatascience.com/business-strategy-for-data-scientists-25e3ca0af5ee>.

**Apéndices**  
**Apéndice A: Data de Entrevistas Realizadas a Potenciales Clientes (10 Entrevistados)**

Tabla A.1

N°	Preguntas/ Entrevistados	Entrevista 1	Entrevista 2	Entrevista 3	Entrevista 4	Entrevista 5	Entrevista 6	Entrevista 7	Entrevista 8	Entrevista 9	Entrevista 10
1	Identificación de la necesidad	Cuando el cliente solicita reducir recibo de luz	En proyectos anteriores entregados, la gente se queja	Los clientes están más informados y preguntan desde el inicio	En edificios comerciales es evidente por los altos costos	Siempre pienso en eficiencia energética	Mi cliente me pide por su propia casa	Cuando hago el cálculo de carga eléctrica y veo números alarmantes	Los sistemas de aire acondicionado son delatadores cuando veo que necesito equipos de 5 toneladas	Me pasa mucho con clientes jóvenes más conscientes del tema ambiental	En proyectos donde hay muchos equipos tecnológicos y computadoras
2	Motivación búsqueda alternativas	El cliente me lo pide directamente	Lo hago por iniciativa propia para diferenciarme	Las nuevas ordenanzas municipales nos obligan	Lo hago por competencia y para ofrecer algo diferente	Es mi especialidad, los clientes están más conscientes	Para poder satisfacer una venta única	Las regulaciones del sector eléctrico están cambiando con incentivos tributarios	Es inevitable, los equipos consumen más energía entonces busco compensar	Siento responsabilidad profesional, no puedo seguir diseñando edificios que desperdician energía	Porque en proyectos grandes el costo operativo es clave desde el inicio
3	Proceso búsqueda información	Busco en Google y consulto con proveedores conocidos	Acudo al Colegio de Ingenieros y ferias de construcción	Leo revistas especializadas como Constructivo	Contratos consultores especializados para proyectos grandes	Reviso estudios internacionales de Chile y Colombia	Voy a los showrooms de las empresas	Contacto directamente a los fabricantes como ABB y Schneider	Busco casos de estudio de proyectos similares con otros ingenieros mecánicos	Leo mucho sobre arquitectura sostenible en revistas internacionales y seminarios del CAP	Investigo soluciones tecnológicas en internet y pregunto a empresas de automatización
4	Opciones consumo eléctrico disponibles	Paneles solares, focos LED y aislamiento térmico	Los paneles solares en techos son lo más común	Paneles solares, sistemas de automatización y ventilación natural	Paneles solares y automatización para motores	Toda la gama: paneles, calentadores solares, ventilación y aislamiento	Básicamente solo paneles solares	Paneles solares con inversores, sistemas de almacenamiento con baterías	Paneles solares, equipos de aire acondicionado más eficientes y sistemas de recuperación de calor	Trabajo con paneles solares integrados al diseño y materiales de mejor comportamiento térmico	Paneles solares conectados a sistemas inteligentes de gestión energética
5	Principales dificultades identificadas	Los paneles son muy feos estéticamente	El costo inicial es brutal, mínimo 30 mil soles	Necesitan mucho espacio en el techo y limitan otras instalaciones	La instalación es muy complicada y hay pocos especialistas	Las limitaciones climáticas son muy fuertes	Honestamente no hay muchas opciones disponibles	Los problemas de conexión a la red eléctrica son terribles en el interior	El mantenimiento es el gran problema, los clientes no entienden que necesitan limpieza constante	Las limitaciones de espacio son serias en Lima, los techos son pequeños	La integración con sistemas existentes es muy compleja
6	Integración soluciones sin afectar diseño	Es muy difícil, hay que elegir entre diseño y eficiencia	Es factible pero arquitectónicamente muy complicado	Es casi imposible integrar paneles al diseño existente	Para mí la función es más importante que la forma	Es un desafío constante balancear eficiencia con estética	Es muy complicado para los clientes	Es técnicamente factible pero siempre se quejan por el conflicto entre función y estética	Las instalaciones mecánicas siempre afectan el diseño, es inevitable	Es mi mayor frustración, quiero hacer arquitectura sostenible pero las tecnologías son antiestéticas	La integración es compleja no solo estéticamente sino funcionalmente
7	Evaluación viabilidad económica solución	Si toma más de 8 años recuperar la inversión, no es atractivo	Divido la inversión inicial entre el ahorro mensual	Uso Excel para proyectos, máximo 15 años de retorno	Hago análisis completo de rentabilidad incluyendo valor residual	Incluyo los beneficios ambientales y fiscales en el análisis	Hay mucho interés inicial, pero se enfrían con los números	Hago modelado energético detallado con software especializado para calcular generación	Calculo el ciclo de vida completo del sistema, no solo la inversión inicial	Calculo el período de recuperación considerando el aumento anual de tarifas eléctricas	Miedo a la complejidad tecnológica, no entiendo nada de sistemas
8	Reacciones de clientes ante propuestas	Se emocionan al principio, pero se enfrían con el precio	Hacen muchas preguntas sobre garantías porque es tecnología nueva	Se preocupan mucho por la plata y el tema verde	Las empresas entienden mejor el tema financiero	Siempre piden varias cotizaciones antes de decidir	Hay mucha desconfianza total	Los clientes confían en mi criterio técnico, pero siempre negocian precios	Se preocupan constantemente por el mantenimiento y quién se va a hacer cargo	Les encanta la idea conceptual pero cuando ven que afecta el diseño empiezan a dudar	Los clientes quieren segunda y tercera opinión sobre costos
9	Problemas durante instalación sistemas	Hay mala coordinación entre los diferentes especialistas	Surgen problemas estructurales que no se previeron	Los instaladores llegan y quieren cambiar todo el diseño	Falta personal técnico capacitado en el país	Los permisos municipales se demoran meses	Los instaladores dañan los acabados	Incompatibilidades con el tablero eléctrico existente, muchas veces hay que cambiar todo	Interferencias con otros sistemas, los paneles bloquean ventilación y afectan sistemas de agua	Las lluvias paralizan todo, no se puede instalar nada en temporada húmeda	Problemas de comunicación entre equipos, los inversores no se conectan bien
10	Impacto al cronograma y presupuesto	Siempre extiende el proyecto mínimo un mes	El presupuesto sale 20% arriba de lo calculado	Los instaladores no respetan las ubicaciones definidas	En proyectos grandes puede ser 15-30% adicional	Los costos adicionales demoran 2-3 meses extra	Complica todo el flujo de trabajo	Las modificaciones eléctricas no previstas pueden costar 5-10 mil soles adicionales	Afecta la instalación de aire acondicionado, calentadores, todo el sistema mecánico se complica	Necesito supervisión especializada que cueste extra, no puedo supervisar solo este tipo de instalaciones	La programación e integración de sistemas puede tomar semanas adicionales
11	Complejidad de asegurar instalación correcta	Es muy complicado, requiere mucha confianza en el instalador	Necesito contratar un ingeniero eléctrico especializado	No entiendo los parámetros técnicos, solo veo si funcionan	Se requieren especialistas muy específicos para cada etapa	Hago medición continua con equipos especializados	Prefiero dejar toda la responsabilidad al proveedor	Puedo verificar la parte eléctrica, pero hay muchos componentes del sistema solar que no dominio completamente	La integración con sistemas mecánicos es compleja, hay muchas variables que pueden afectar el rendimiento	Me toca estudiar y capacitarme en temas que no son mi fuerte, es tiempo extra que no cobro	Las pruebas de integración son extensas, verificar que todos los sistemas se comuniquen bien
12	Verificación de reducción costos electricidad	Le pido al cliente fotos de sus recibos cada 6 meses	Hago seguimiento comparando los recibos del año anterior	Monitoreo a través de la aplicación del inversor	Hago análisis estadístico del consumo mes a mes	Me conformo solo con revisar los recibos de luz	Espero que el administrador del edificio me reporte	Usos analizadores de red para medir generación y consumo real, es la medición más precisa	Monitoreo la eficiencia de todo el sistema integrado, no solo la parte solar	Comparo con casas similares en la misma zona si gastan menos, es porque funciona	Dashboard en tiempo real que muestra todos los parámetros de funcionamiento
13	Comentarios clientes meses después	Satisfacción moderada, esperaban más ahorro de lo real	Los resultados varían mucho según la temporada del año	Se sienten muy bien ambientalmente, pero esperan más	Están satisfechos con funcionamiento, pero preocupados por mantenimiento	Están muy contentos con el aspecto ambiental	Pocos me comentan, asumo que están bien	El rendimiento técnico cumple las especificaciones, pero la satisfacción económica es variable	Algunos problemas menores de integración, pero en general el sistema funciona como se esperaba	Las expectativas versus la realidad no siempre coinciden, algunos clientes tenían expectativas irreales	El sistema funciona bien técnicamente, pero requiere más mantenimiento del que esperaban
14	Aspectos deseados diferentes	Que sean mucho más estéticamente agradables	Mayor durabilidad y menos necesidad de mantenimiento	Instalación más simple que no interfiera con otros trabajos	Mayor generación de energía por metro cuadrado instalado	Mejor comportamiento en días nublados y lluviosos	Más opciones estéticas que vengan en diferentes diseños	Mejor compatibilidad con todos los sistemas del edificio que no genere interferencias	Mayor compatibilidad con todos los sistemas mecánicos que potencie la eficiencia de todo	Las expectativas son que ocupen solo 3-4 años máximo en recuperar inversión	Sistemas inteligentes que se mantengan y optimicen automáticamente
15	Características solución perfecta	Que sean completamente invisibles y mejoren la estética	Instalación súper simple, como poner un ladrillo más	Que funcione como teja normal, que no interfiera para nada	Automatización total con mínima intervención humana	Máxima eficiencia energética con cero impactos visuales	Diferentes colores y formas como materiales cerámicos	Integración eléctrica sin complicaciones burocráticas, proceso automático de conexión a red	Compatibilidad garantizada con todos los sistemas, proveedores que entiendan la integración completa	Monitoreo automático vía app con reportes mensuales claros sin necesidad de estar preguntando	Sistema completamente autónomo que se monitoree, mantenga y optimice solo
16	Experiencia ideal completa	Un proveedor integral: diseño, instalación y garantía completa	Proceso integral con instaladores certificados y precios claros	Asesoría integral desde el diseño hasta la operación completa	Garantía total de resultados con soporte técnico 24/7	Solución certificada con monitoreo ambiental continuo	Instalación tan simple como instalar ventanas normales	Proceso total que se conecte al sistema eléctrico como enchufar un electrodoméstico	Integración perfecta con todos los sistemas mecánicos que potencie la eficiencia de todo	Generación superior al 100% del consumo que la casa produzca más energía de la que gasta	Sistema inteligente con inteligencia artificial que aprenda y se optimice automáticamente

## Resumen de las entrevistas realizadas

Tabla A.2

Momentos	Preguntas/ Entrevistados	Resumen
<i>Momento 1: Identificación del problema de costos eléctricos</i>	1. ¿Cómo te das cuenta de que un proyecto necesita soluciones para reducir los gastos de electricidad?	Los profesionales identifican la necesidad principalmente cuando: el cliente lo solicita directamente (3/10), detectan altos consumos en cálculos de carga eléctrica (2/10), observan equipos tecnológicos numerosos en proyectos (2/10), trabajan con clientes jóvenes ambientalmente conscientes (2/10), y manejan edificios comerciales con costos operativos evidentes (1/10).
	2. ¿Qué hace que busques estas alternativas (cliente, normativas, iniciativa propia)?	Las motivaciones principales son: solicitud directa del cliente (3/10), iniciativa propia para diferenciación profesional (3/10), responsabilidad ambiental y sostenibilidad (2/10), cumplimiento de nuevas ordenanzas municipales (1/10), y consideración de costos operativos en proyectos grandes (1/10).
<i>Momento 2: Búsqueda inicial de alternativas</i>	3. Cuando necesitas encontrar formas de ahorrar electricidad en tus proyectos, ¿cuál es tu proceso y dónde buscas información?	Los profesionales buscan información principalmente a través de: consultas en Google y contacto directo con proveedores (3/10), participación en ferias de construcción y colegios profesionales (2/10), lectura de revistas especializadas del sector (2/10), contratación de consultores especializados (1/10), revisión de estudios internacionales (1/10), y visitas a showrooms (1/10).
<i>Momento 3: Evaluación de opciones disponibles en el mercado</i>	4. ¿Qué opciones para reducir el consumo eléctrico has encontrado disponibles?	Las opciones más mencionadas son: paneles solares (10/10 como opción principal), sistemas LED y aislamiento térmico (4/10), equipos de aire acondicionado eficientes (2/10), sistemas de automatización (2/10), calentadores solares (2/10), y ventilación natural (2/10).
	5. ¿Cuáles son las principales dificultades o limitaciones que has identificado?	Las principales barreras identificadas son: costos iniciales muy elevados (4/10), problemas estéticos y de integración arquitectónica (3/10), falta de especialistas técnicos calificados (2/10), limitaciones de espacio en techos (1/10).
<i>Momento 4: Análisis de viabilidad técnica y estética</i>	6. ¿Qué tan difícil es integrar las soluciones de ahorro de electricidad sin que afecten negativamente el diseño y la apariencia de tus proyectos?	La integración presenta desafíos significativos: muy difícil requiriendo elegir entre diseño y eficiencia (4/10), factible pero arquitectónicamente complicado (3/10), casi imposible mantener la estética (2/10), priorizando función sobre forma (1/10).
	7. ¿Cómo evalúas si una solución para ahorrar electricidad realmente vale la pena económicamente?	Los métodos de evaluación incluyen: análisis de retorno de inversión con límite de 8-15 años (4/10), modelado energético especializado con software (2/10), análisis integral incluyendo beneficios fiscales y ambientales (2/10), cálculos simples de inversión dividida por ahorro mensual (1/10), y evaluación con valor residual del sistema (1/10).
<i>Momento 5: Evaluación económica y presentación al cliente</i>	8. ¿Qué reacciones sueles recibir cuando se lo propones a tus clientes?	Las reacciones típicas son: entusiasmo inicial que se enfría con el precio (3/10), preocupación por garantías y mantenimiento (2/10), preguntas sobre aspectos financieros (2/10), desconfianza total (1/10), mejor comprensión en clientes empresariales (1/10), solicitud de múltiples cotizaciones (1/10).
	9. ¿Qué problemas surgen durante la instalación de sistemas de ahorro energético?	Los problemas más frecuentes incluyen: mala coordinación entre especialistas y falta de técnicos capacitados (3/10), problemas estructurales no previstos (2/10), incompatibilidades con sistemas existentes (2/10), interferencias con otros sistemas del edificio (1/10), demoras en permisos municipales (1/10), daños a acabados durante instalación (1/10).
<i>Momento 6: Implementación de la solución elegida</i>	10. ¿Cómo afectan el cronograma y presupuesto del proyecto?	Los impactos típicos son: extensión del proyecto de 1-3 meses adicionales (4/10), sobrecostos del 15-30% sobre lo calculado (3/10), costos adicionales de 2,000-10,000 soles (2/10), complicación general del flujo de trabajo (1/10).
	11. ¿Qué tan complicado es asegurar que las soluciones de ahorro de electricidad se instalen correctamente y funcionen como lo prometieron?	La complejidad de asegurar calidad varía: muy complicado requiriendo confianza en instaladores (3/10), necesidad de contratar ingenieros especialistas (2/10), preferencia por delegar responsabilidad al proveedor (2/10), medición continua con equipos especializados (1/10), supervisión especializada costosa (1/10), falta de conocimiento técnico propio (1/10).
<i>Momento 7: Seguimiento durante la construcción</i>	12. ¿Cómo verificas que las soluciones que implementaste realmente están reduciendo los costos de electricidad como esperabas?	Los métodos de verificación incluyen: comparación de recibos de luz con períodos anteriores (4/10), uso de analizadores de red y medición especializada (2/10), monitoreo a través de aplicaciones de inversores (2/10), análisis estadístico mensual (1/10), reportes del administrador del edificio (1/10).
	13. ¿Qué comentarios recibes de tus clientes varios meses después sobre el desempeño de las soluciones de ahorro energético?	Los comentarios post-implementación muestran: satisfacción moderada con menor ahorro del esperado (3/10), funcionamiento técnico bueno, pero preocupación por mantenimiento (3/10), satisfacción con aspectos ambientales (2/10), resultados variables según temporada (1/10), pocos comentarios de seguimiento (1/10).
<i>Momento 8: Entrega y primeros resultados</i>	14. ¿Qué aspectos les gustaría que fueran diferentes?	Las mejoras más deseadas son: mejor integración estética y diseño más atractivo (4/10), mayor durabilidad con menos mantenimiento (2/10), mayor eficiencia por metro cuadrado (2/10), mejor comportamiento en condiciones climáticas adversas (1/10), más opciones de diseño y colores (1/10).
	15. Si pudieras tener la solución perfecta para reducir costos de electricidad en tus proyectos, ¿qué características tendría?	La solución ideal incluiría: invisibilidad completa o mejora estética del proyecto (4/10), instalación súper simple como un material de construcción más (3/10), automatización total con mínima intervención (2/10), máxima eficiencia con cero impactos visuales (1/10).
<i>Momento 9: Satisfacción del cliente y comentarios a largo plazo</i>	16. ¿Cómo sería la experiencia ideal desde la búsqueda hasta los resultados?	La experiencia perfecta incluiría: proveedor integral con diseño, instalación y garantía completa (4/10), proceso automatizado de integración eléctrica (2/10), asesoría integral desde diseño hasta operación (2/10), soporte técnico 24/7 con garantía total (1/10), instalación simple como ventanas convencionales (1/10).

## Apéndice B: Encuesta Realizada a Clientes Potenciales

### (Resumen de 200 Encuestas)

#### *Datos Demográficos*

##### 1. Edad:

Respuesta	Frec.	%
25-35 años	57	29%
36-45 años	75	38%
46-55 años	51	26%
Más de 55 años	17	9%
Total	200	100%

##### 2. Género:

Respuesta	Frec.	%
Femenino	68	34%
Masculino	132	66%
Total	200	100%

##### 3. ¿Cuál es su profesión?

Respuesta	Frec.	%
Arquitecto	62	31%
Constructor/Contratista	37	19%
Desarrollador Inmobiliario	16	8%
Ingeniero Civil	81	41%
Otro	4	2%
Total	200	100%

##### 4. ¿Cuántos años de experiencia tiene en construcción?

Respuesta	Frec.	%
11-20 años	112	56%
1-5 años	13	7%
6-10 años	44	22%
Más de 20 años	31	16%
Total	200	100%

##### 5. ¿Qué tipo de proyectos maneja principalmente?

Respuesta	Frec.	%
Casas y departamentos	60	30%
Colegios y hospitales	21	11%
Fábricas e industrias	30	15%
Oficinas y locales comerciales	74	37%

Otro	15	8%
Total	200	100%

6. ¿En qué zona trabaja principalmente?

Respuesta	Frec.	%
Ambas	26	13%
Lima	166	83%
Provincias	8	4%
Total	200	100%

7. ¿En qué rango se encuentran sus ingresos mensuales aproximados?

Respuesta	Frec.	%
Más de S/25,000	16	8%
S/10,001-S/15,000	72	36%
S/15,001-S/25,000	58	29%
S/6,001-S/10,000	54	27%
Total	200	100%

### ***Conocimiento sobre Energía Solar***

8. ¿Qué tanto conoce sobre paneles solares?

Respuesta	Frec.	%
Conozco algo, pero nunca los he usado	98	49%
Conozco mucho, los he usado	65	33%
He escuchado, pero no sé mucho	37	19%
Total	200	100%

9. ¿Ha recomendado paneles solares a algún cliente?

Respuesta	Frec.	%
Nunca	42	21%
Sí, algunas veces	73	37%
Sí, varias veces	65	33%
Solo una vez	20	10%
Total	200	100%

10. ¿Sabía que existen vidrios y tejas que generan electricidad?

Respuesta	Frec.	%
Había escuchado algo	67	34%
Los conocía poco	80	40%
No, es primera vez que escucho	35	18%
Sí, los conozco bien	18	9%
Total	200	100%

11. ¿Sus clientes le piden que use tecnologías que ahorren energía?

Respuesta	Frec.	%
A veces	91	46%
Casi nunca	42	21%
Frecuentemente	51	26%
Siempre	16	8%
Total	200	100%

12. ¿En cuántos de sus proyectos usa alguna tecnología verde?

Respuesta	Frec.	%
En algunos	75	38%
En más de la mitad	49	25%
En ninguno	8	4%
En pocos	52	26%
En todos	16	8%
Total	200	100%

### ***Problemas Actuales en sus Proyectos***

13. ¿Cuáles son sus principales problemas con los costos de electricidad? (Seleccione hasta 3)

Respuesta	Frec.	%
Las facturas caras; Clientes se quejan	2	1%
Las facturas caras; Los costos suben	22	11%
Las facturas caras; No sé reducir	20	10%
Las facturas caras; No sé reducir gasto	22	11%
Las facturas son caras; Los costos suben	2	1%
Los costos suben cada año; Las facturas son caras	8	4%
Los costos suben cada año; Las facturas son muy caras	2	1%
Los costos suben; Clientes quieren gastar menos	18	9%
Los costos suben; Clientes se quejan; Edificios consumen	27	14%
Los costos suben; Clientes se quejan; Edificios consumen mucho	2	1%
Los costos suben; Clientes se quejan; Las facturas caras	1	1%
Los costos suben; Clientes se quejan; No hay opciones	19	10%
Los costos suben; Clientes se quejan; No hay opciones generar	14	7%
Los costos suben; Edificios consumen	17	9%
Los costos suben; Edificios consumen mucho	1	1%
Los costos suben; Edificios consumen; Clientes quieren gastar menos	2	1%
Los costos suben; Edificios consumen; No hay opciones	2	1%
Los costos suben; Las facturas caras	19	10%
Total	200	100%

14. ¿Qué tan importantes son las certificaciones verdes para sus clientes?

Respuesta	Frec.	%
-----------	-------	---

Algo importantes	72	36%
Importantes	67	34%
Muy importantes	19	10%
Poco importantes	42	21%
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100%</b>

15. ¿Qué porcentaje del gasto total representan los costos de electricidad en sus proyectos?

Respuesta	Frec.	%
10-20%	80	40%
20-30%	64	32%
Más del 30%	16	8%
Menos del 10%	40	20%
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100%</b>

16. ¿En cuánto tiempo esperaría recuperar una inversión en tecnología que ahorre electricidad?

Respuesta	Frec.	%
3-5 años	71	36%
5-7 años	76	38%
7-10 años	16	8%
Menos de 3 años	37	19%
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100%</b>

17. ¿Qué es lo más importante al elegir sistemas que generen electricidad? (Seleccione hasta 3)

Respuesta	Frec.	%
Recuperación rápida; Fáciles instalar	37	19%
Recuperación rápida; Que duren años	6	3%
Recuperación rápida; Que duren años; Otros probaron	49	25%
Recuperación rápida; Que duren años; Se vean bien	5	3%
Recuperación rápida; Que duren años; Soporte técnico	38	19%
Recuperación rápida; Se vean bien	29	15%
Recuperación rápida; Se vean bien; Fáciles instalar	2	1%
Recuperación rápida; Se vean bien; Otros probaron	1	1%
Recuperación rápida; Se vean bien; Soporte técnico	30	15%
Recuperación rápida; Soporte técnico; Se vean bien	3	2%
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100%</b>

18. ¿Qué le preocupa más de usar nuevas tecnologías? (Seleccione hasta 3)

Respuesta	Frec.	%
Costo inicial alto; No funcionen después	4	2%
Costo inicial; Mucho mantenimiento	46	23%
Costo inicial; No cumplan promesas	9	5%
Costo inicial; No funcionen	4	2%
Costo inicial; No funcionen después	59	30%
Costo inicial; No hay técnicos	12	6%
Costo inicial; No hay técnicos; Difíciles	28	14%
Costo inicial; No hay técnicos; Difíciles instalar	4	2%
No funcionen después; Costo inicial	18	9%
No funcionen después; No cumplan promesas	16	8%
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100%</b>

### ***Cómo Toma Decisiones***

19. ¿Quién decide qué materiales usar en sus proyectos?

Respuesta	Frec.	%
Decidimos juntos	95	48%
El cliente decide	39	20%
Un equipo técnico	25	13%
Yo decido	41	21%
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100%</b>

20. ¿Cómo prefiere conocer sobre nuevos productos? (Seleccione hasta 2)

Respuesta	Frec.	%
Catálogos; Recomendaciones	15	8%
Ferias; Presentaciones	2	1%
Presentaciones técnicas; Ferias	5	3%
Presentaciones técnicas; Videos online	1	1%
Presentaciones; Ferias	42	21%
Presentaciones; Videos	4	2%
Presentaciones; Videos online	18	9%
Recomendaciones; Catálogos	2	1%
Recomendaciones; Videos	18	9%
Recomendaciones; Videos online	7	4%
Videos online; Recomendaciones	17	9%
Visitas personales; Ferias	35	18%
Visitas personales; Ferias construcción	2	1%
Visitas personales; Presentaciones	30	15%
Visitas personales; Presentaciones técnicas	2	1%
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100%</b>

21. ¿Qué tipo de ayuda técnica necesitaría más? (Seleccione hasta 2)

Respuesta	Frec.	%
Ayuda diseñar; Garantía	18	9%
Ayuda diseñar; Garantía local	12	6%
Ayuda diseñar; Mantenimiento	24	12%
Ayuda diseñar; Supervisión	41	21%
Entrenamiento; Monitoreo	42	21%
Garantía local; Entrenamiento	56	28%
Garantía local; Mantenimiento	1	1%
Garantía local; Monitoreo	4	2%
Garantía local; Supervisión	2	1%
Total	200	100%

22. ¿Con qué frecuencia busca nuevas tecnologías para sus proyectos?

Respuesta	Frec.	%
Cada 6 meses	25	13%
En cada proyecto	60	30%
Solo cliente pide	42	21%
Una vez al año	73	37%
Total	200	100%

### ***Sostenibilidad***

23. ¿Qué tan importante es para usted que las casas/edificios generen su propia electricidad?

Respuesta	Frec.	%
Algo importante	43	22%
Importante	96	48%
Muy importante	19	10%
Nada importante	8	4%
Poco importante	34	17%
Total	200	100%

24. ¿Pagaría más por materiales que generen electricidad y reduzcan costos?

Respuesta	Frec.	%
No pagaría más	42	21%
Sí, hasta 10% con casos	25	13%
Sí, hasta 20% con estudios	47	24%
Sí, hasta 30% si recupera	16	8%
Solo si recupera rápido	70	35%
Total	200	100%

## Propuesta de SunXcel

### Preferencias

25. ¿Qué tan atractiva le parece la idea de vidrios y tejas que generen electricidad?

Respuesta	Frec.	%
Algo atractiva	43	22%
Atractiva	97	49%
Muy atractiva	18	9%
Nada atractiva	8	4%
Poco atractiva	34	17%
Total	200	100%

26. ¿Cuál sería el mayor beneficio de usar vidrios y tejas SunXcel? (Seleccione hasta 3)

Respuesta	Frec.	%
Menor costo facturas; Valor inmueble	4	2%
Menor costo; Certificaciones; Responsabilidad	17	9%
Menor costo; Depender menos	2	1%
Menor costo; Depender menos; Valor	1	1%
Menor costo; Modernos; Certificaciones	2	1%
Menor costo; Modernos; Certificaciones; Responsabilidad	16	8%
Menor costo; Modernos; Depender menos	21	11%
Menor costo; Modernos; Otros probaron	1	1%
Menor costo; Se vean bien	22	11%
Menor costo; Se vean bien; Certificaciones	34	17%
Menor costo; Se vean bien; Valor	12	6%
Menor costo; Valor inmueble	1	1%
Menor costo; Valor inmueble; Responsabilidad	2	1%
Menor costo; Valor; Depender menos	18	9%
Menor costo; Valor; Modernos	5	3%
Normas ambientales	24	12%
Valor inmueble	5	3%
Valor inmueble; Normas	13	7%
Total	200	100%

27. ¿Qué le preocuparía más de usar SunXcel? (Seleccione hasta 2)

Respuesta	Frec.	%
Costo vs ahorro; Climas	21	11%
Costo vs ahorro; Garantías	5	3%
Costo vs ahorro; Garantías; Instalación	15	8%
Costo vs ahorro; Instalación	15	8%
Costo vs ahorro; Instalación complicada	2	1%
Costo vs ahorro; Se vean bien	64	32%
Costo vs ahorro; Técnicos	2	1%
Costo vs ahorro; Técnicos capacitados	2	1%
Costo vs ahorro; Técnicos; Instalación	14	7%
Garantías funcionamiento	33	17%
Garantías funcionamiento; Climas	2	1%
Garantías funcionamiento; Técnicos	6	3%
Garantías; Técnicos	19	10%
Total	200	100%

## 28. ¿En qué proyectos usaría más esta tecnología?

Respuesta	Frec.	%
Casas departamentos	63	32%
Centros comerciales	15	8%
Colegios hospitales	21	11%
En todos según caso	20	10%
Fábricas	30	15%
Oficinas corporativas	49	25%
Oficinas; Todos según caso	2	1%
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100%</b>

## 29. ¿Qué lo convencería de recomendar SunXcel?

Respuesta	Frec.	%
Demostrar ahorros	93	47%
Garantías largas	22	11%
Precio justo	42	21%
Ver casos Perú	43	22%
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>100%</b>

## 30. ¿Qué más necesitaría saber para decidirse por SunXcel? (pregunta abierta)

Categoría	Aspecto	Frecuencia	Porcentaje
Información técnica y rendimiento	Eficiencia energética y especificaciones técnicas	68	34%
Costos y retorno de inversión	Análisis financiero detallado	56	28%
Casos de éxito y experiencias	Proyectos reales implementados en Perú	32	16%
Instalación y proceso técnico	Proceso de instalación y capacitación	22	11%
Soporte y garantías	Garantías y soporte técnico post-venta	18	9%
Regulaciones y certificaciones	Normativas peruanas y certificaciones	4	2%
<b>Total</b>		<b>200</b>	<b>100%</b>

### Apéndice C: Entrevista para Segunda Iteración al Cliente Potencial (20 Entrevistados)

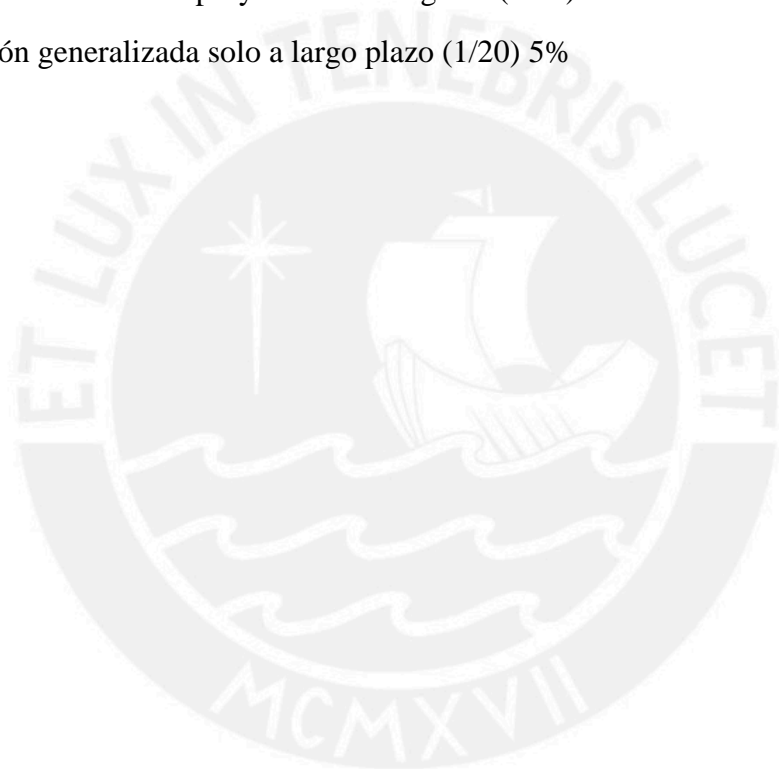
1. Después de observar el prototipo de SunXcel ¿cómo clasificaría este producto en términos de innovación?
  - Innovación arquitectónica (11/20) 55%
  - Innovación modular (5/20) 25%
  - Innovación incremental (3/20) 15%
  - Innovación radical (1/20) 5%
  
2. ¿Qué característica de estos vidrios y tejas fotovoltaicos le parece más valiosa?
  - La integración estética en el diseño arquitectónico (9/20) 45%
  - El potencial de ahorro energético a largo plazo (5/20) 25%
  - La posibilidad de personalización según estilos arquitectónicos (4/20) 20%
  - La facilidad de instalación (1/20) 5%
  - La resistencia y durabilidad (1/20) 5%
  
3. En comparación con los materiales y soluciones energéticas que utiliza actualmente, este producto representa:
  - Un enfoque diferente que combina funciones separadas (12/20) 60%
  - Una evolución lógica de productos ya disponibles (5/20) 25%
  - Una nueva categoría de material constructivo multifuncional (2/20) 10%
  - Un cambio fundamental en el concepto de envolvente de edificios (1/20) 5%
  
4. ¿Qué beneficio principal aportaría este producto a sus proyectos?
  - Contribución a la sostenibilidad ambiental (7/20) 35%
  - Reducción de costos operativos a largo plazo (5/20) 25%
  - Valor estético y diferenciación arquitectónica (4/20) 20%
  - Ventaja competitiva en el mercado inmobiliario (3/20) 15%
  - Mejora técnica en el desempeño constructivo (1/20) 5%

5. La implementación de estos vidrios y tejas en sus proyectos:
  - Requeriría modificaciones menores en sus procedimientos (10/20) 50%
  - Se adaptaría fácilmente a sus métodos constructivos actuales (6/20) 30%
  - Necesitaría capacitación especializada de su equipo (4/20) 20%
  
6. ¿Qué impacto tendría esta innovación en la cadena de valor del sector construcción?
  - Creación de nuevos eslabones en la cadena (8/20) 40%
  - Optimización de procesos existentes (7/20) 35%
  - Reestructuración parcial de la cadena de valor (4/20) 20%
  - Transformación completa del modelo de negocio (1/20) 5%
  
7. Desde su experiencia, ¿cómo se desarrollaría mejor este tipo de producto en el mercado?
  - A través de colaboración entre fabricantes, arquitectos e ingenieros (9/20) 45%
  - Respondiendo a necesidades específicas planteadas por clientes (6/20) 30%
  - Mediante investigación interna especializada de una sola empresa (3/20) 15%
  - Mediante un enfoque que desafíe las prácticas tradicionales del sector (2/20) 10%
  
8. ¿Qué efecto tendría este producto en el mercado de materiales de construcción?
  - Ampliaría significativamente las opciones existentes (10/20) 50%
  - Competiría directamente con soluciones actuales ofreciendo beneficios adicionales (6/20) 30%
  - Crearía una categoría totalmente nueva (3/20) 15%
  - Podría eventualmente reemplazar materiales tradicionales (1/20) 5%
  
9. ¿Qué elementos considera que deberían mejorarse en el producto para aumentar su valor?
  - Mayor variedad de opciones estéticas (8 menciones)
  - Reducción de costos de fabricación (7 menciones)

- Sistema de monitorización del rendimiento (6 menciones)
- Mejora en eficiencia energética (5 menciones)
- Simplificación del proceso de instalación (4 menciones)

**10.** Considerando las tendencias actuales del sector, ¿cuál sería el potencial de este producto en el mercado?

- Incorporación progresiva en los próximos 2-5 años (12/20) 60%
- Relevancia principalmente para proyectos especializados (4/20) 20%
- Adopción inmediata en proyectos de alta gama (3/20) 15%
- Aplicación generalizada solo a largo plazo (1/20) 5%



**Apéndice D: Encuesta de Evaluación Final para Tercera Iteración al Cliente Potencial  
(50 encuestados)**

1. Tras examinar la versión final del producto, ¿cómo calificaría su funcionalidad en comparación con las alternativas tradicionales?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Superior	28	56%
Muy superior	13	26%
Similar	8	16%
Inferior	1	2%
Total	50	100%

2. ¿Qué aspecto de la versión final del producto le parece más logrado?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Diseño estético	19	38%
Eficiencia energética	16	32%
Relación costo-beneficio	8	16%
Facilidad de instalación	4	8%
Durabilidad	3	6%
Total	50	100%

3. ¿Qué tan satisfecho está con las mejoras implementadas en esta versión del producto?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Satisfecho	26	52%
Muy satisfecho	15	30%
Neutral	9	18%
Insatisfecho	0	0%
Muy insatisfecho	0	0%
Total	50	100%

4. ¿Implementaría este producto en sus próximos proyectos inmobiliarios?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Probablemente sí	23	46%
Definitivamente sí	15	30%
Tal vez	10	20%
Probablemente no	2	4%
Definitivamente no	0	0%
Total	50	100%

5. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por metro cuadrado de vidrio fotovoltaico?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
S/ 901-1000	22	44%
S/ 1001-1100	14	28%
S/ 800-900	9	18%
S/ 1101-1200	4	8%

Más de S/ 1200	1	2%
Total	50	100%

6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por metro cuadrado de tejas fotovoltaicas?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
S/ 851-950	25	50%
S/ 750-850	12	24%
S/ 951-1050	10	20%
S/ 1051-1150	3	6%
Total	50	100%

7. ¿Qué canal de distribución preferiría para adquirir este producto?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Venta directa con el fabricante	23	46%
Distribuidores especializados	17	34%
Tiendas de materiales de construcción	8	16%
Plataformas digitales	2	4%
Total	50	100%

8. ¿Qué beneficio principal esperaría obtener al implementar estos productos en sus proyectos?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Ahorro energético a largo plazo	18	36%
Diferenciación de mercado	14	28%
Valorización del inmueble	9	18%
Contribución a la sostenibilidad	7	14%
Cumplimiento de normativas ambientales	2	4%
Total	50	100%

9. ¿Cómo calificaría su nivel de satisfacción general con el producto final presentado?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy bueno	25	50%
Bueno	13	26%
Excelente	9	18%
Regular	3	6%
Deficiente	0	0%
Total	50	100%

10. ¿Recomendaría este producto a otros profesionales del sector?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Probablemente sí	24	48%
Definitivamente sí	18	36%
Tal vez	7	14%
Probablemente no	1	2%
Definitivamente no	0	0%
Total	50	100%

## Apéndice E: Tarjetas de Pruebas de Hipótesis

Figura E.1

Tarjeta de pruebas
Strategyzer

SunXcel	25/05/2025
Grupo 1	

**PASO 1: HIPÓTESIS**

Creemos que

**H1: Creemos que las empresas inmobiliarias y constructoras valoran alianzas estratégicas que les permitan integrar tecnologías fotovoltaicas como elementos diferenciadores en sus proyectos.**

Crítico

⚠️ ⚠️ ⚠️

**PASO 2: PRUEBA**

Para comprobarlo, haremos:

**50 encuestas a profesionales del sector construcción**

📄 📊 📅 🔥 🔥 🔥

**PASO 3: MÉTRICA**

Y mediremos

- Porcentaje de encuestados dispuestos a implementar SunXcel en proyectos futuros.
- Preferencia por canales de distribución que faciliten alianzas estratégicas.

🚫 🚫 🚫

**PASO 4: CRITERIOS**

Tenemos razón si:

Más del 75% está dispuesto a implementar el producto en proyectos futuros, y más del 70% prefiere venta directa con fabricante o distribuidores especializados que faciliten alianzas estratégicas.

Figura E.2

Tarjeta de pruebas
Strategyzer

SunXcel
25/05/2025

Grupo 1

**PA SO 1: HIPÓTESIS**

Creemos que

**H2: Creemos que la eficiencia del proceso logístico y de instalación constituye el factor crítico para la viabilidad operativa y aceptación en el mercado de materiales fotovoltaicos integrados.**

Crítico

⚠️ ⚠️ ⚠️

**PA SO 2: PRUEBA**

Para comprobarlo, haremos:

**50 encuestas a profesionales evaluando funcionalidad y mejoras**

📊 📄 📝 🔥 🔥 🔥

**PA SO 3: MÉTRICA**

Y mediremos

- Calificación de funcionalidad comparada con alternativas tradicionales.
- Nivel de satisfacción con mejoras implementadas en eficiencia.

🚫 ⚠️ ⚠️

**PA SO 4: CRITERIOS**

Tenemos razón si:

Más del 70% califica la funcionalidad como superior o muy superior a alternativas tradicionales, y más del 75% está satisfecho o muy satisfecho con las mejoras implementadas.

Figura E.3

Tarjeta de pruebas
Strategyzer

SunXoel
25/05/2025

Grupo 1

**PASO 1: HIPÓTESIS**

**Creemos que**

**H4: Creemos que obtener certificaciones de sostenibilidad antes que los competidores genera ventaja competitiva significativa y aumenta la confianza del cliente en la propuesta tecnológica.**

Critico

⚠️ ⚠️ ⚠️

**PASO 2: PRUEBA**

**Para comprobarlo, haremos:**

**50 encuestas evaluando aspectos valorados con certificaciones**

📊 📄 📅 🍌 🍌 🍌

**PASO 3: MÉTRICA**

**Y mediremos**

- Aspectos más valorados del producto final presentado.
- Nivel de satisfacción general con certificaciones incluidas.

🚫 ⚠️ ⚠️

**PASO 4: CRITERIOS**

**Tenemos razón si:**

Más del 65% valora especialmente el diseño estético o eficiencia energética, y más del 80% califica el producto como bueno, muy bueno o excelente.

Figura E.4

Tarjeta de pruebas
Strategyzer

SunXcel
25/05/2025

Grupo 1

**PASO 1: HIPÓTESIS**

Creemos que

**H6: Creemos que el precio premium establecido es aceptado por usuarios al permitirles obtener certificaciones de sostenibilidad, justificando la inversión mediante beneficios económicos y ambientales demostrables.**

Crítico

⚠️ ⚠️ ⚠️

**PASO 2: PRUEBA**

Para comprobarlo, haremos:

**50 encuestas sobre disposición de pago y beneficios esperados**

📊 📝 📄 🔥 🔥 🔥

**PASO 3: MÉTRICA**

Y mediremos

- Disposición de pago por metro cuadrado de vidrios y tejas fotovoltaicos.
- Beneficios principales esperados que justifican la inversión.

🚫 🚫 🚫

**PASO 4: CRITERIOS**

Tenemos razón si:

Más del 70% está dispuesto a pagar en los rangos establecidos (S/901-1000 vidrios, S/851-950 tejas) y más del 75% identifica beneficios económicos claros.

## Apéndice F: Tarjeta de Aprendizaje

Figura F.1

Tarjeta de aprendizaje		Strategyzer
SunXcel	26/05/2025	
Grupo 1		
<b>PASO 1: HIPÓTESIS</b>		
Creíamos que		
<b>H4: obtener certificaciones de sostenibilidad antes que los competidores genera ventaja competitiva significativa y aumenta la confianza del cliente en la propuesta tecnológica.</b>		
<b>PASO 2: OBSERVACIÓN</b>		
Observamos		
$\geq 70\%$ valora aspectos técnicos clave (38% diseño estético + 32% eficiencia energética)		
$\geq 94\%$ califica positivamente el producto (50% muy bueno + 26% bueno + 18% excelente)		
👍👍👍		
<b>PASO 3: APRENDIZAJES Y PERSPECTIVAS</b>		
De ahí aprendimos que		
Las certificaciones de sostenibilidad generan una percepción de valor excepcional, confirmando que la obtención anticipada de acreditaciones ambientales constituye una estrategia diferenciadora efectiva.		
<b>PASO 4: DECISIONES Y ACCIONES</b>		
Por lo tanto, vamos a		
Acelerar la obtención de certificaciones internacionales adicionales (LEED, BREEAM), comunicar proactivamente estas acreditaciones como ventaja competitiva y desarrollar documentación técnica que respalde la propuesta de valor sostenible.		

Figura F.2

Tarjeta de aprendizaje		Strategyzer
SunXcel	26/05/2025	
Grupo 1		
<b>PASO 1: HIPÓTESIS</b>		
Creíamos que		
<p><b>H6: el precio premium establecido es aceptado por usuarios al permitirles obtener certificaciones de sostenibilidad, justificando la inversión mediante beneficios económicos y ambientales demostrables.</b></p>		
<b>PASO 2: OBSERVACIÓN</b>		
Observamos		
<p>≥ 72% acepta precios vidrios (44% S/901-1000 + 28% S/1001-1100)</p> <p>≥ 74% acepta precios tejas (50% S/851-950 + 24% S/750-850)</p> <p>≥ 89% identifica beneficios económicos claros (36% ahorro energético + 28% diferenciación + 25% valorización)</p> <p>👍 👍 👍</p>		
<b>PASO 3: APRENDIZAJES Y PERSPECTIVAS</b>		
De ahí aprendimos que		
<p>La estrategia de precio premium está validada cuando se vincula claramente con certificaciones de sostenibilidad y beneficios económicos demostrables, confirmando que los profesionales valoran la propuesta integral de valor.</p>		
<b>PASO 4: DECISIONES Y ACCIONES</b>		
Por lo tanto, vamos a		
<p>Mantener la estructura de precios establecida, desarrollar herramientas de cálculo ROI para clientes, crear casos de estudio que demuestren beneficios económicos reales y establecer programas de financiamiento que faciliten la adopción inicial.</p>		

Figura F.3

Tarjeta de aprendizaje <span style="float: right;">@Strategyzer</span>	
SunXcel	26/05/2025
Grupo 1	
<b>PASO 1: HIPÓTESIS</b>	
Creíamos que	
<b>H1: las empresas inmobiliarias y constructoras valoran alianzas estratégicas que les permitan integrar tecnologías fotovoltaicas como elementos diferenciadores en sus proyectos.</b>	
<b>PASO 2: OBSERVACIÓN</b>	
Observamos	
<p>≥ 82% está dispuesto a implementar SunXcel en proyectos futuros (46% probablemente + 30% definitivamente + 6% adicional)</p> <p>≥ 80% prefiere canales que facilitan alianzas estratégicas (46% venta directa + 34% distribuidores especializados)</p> <p>👍 👍 👍</p>	
<b>PASO 3: APRENDIZAJES Y PERSPECTIVAS</b>	
De ahí aprendimos que	
<p>La hipótesis se valida con éxito, confirmando que los profesionales del sector construcción valoran significativamente las alianzas estratégicas para incorporar tecnologías fotovoltaicas innovadoras en sus proyectos.</p>	
<b>PASO 4: DECISIONES Y ACCIONES</b>	
Por lo tanto, vamos a	
<p>Desarrollar un programa estructurado de alianzas con inmobiliarias y constructoras, priorizando la venta directa con soporte técnico especializado y estableciendo una red de distribuidores certificados.</p>	

Figura F.4

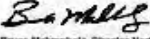
Tarjeta de aprendizaje <span style="float: right;">@Strategyzer</span>	
SunXcel	26/05/2025
Grupo 1	
<b>PASO 1: HIPÓTESIS</b>	
Creíamos que	
<p><b>H2: la eficiencia del proceso logístico y de instalación constituye el factor crítico para la viabilidad operativa y aceptación en el mercado de materiales fotovoltaicos integrados.</b></p>	
<b>PASO 2: OBSERVACIÓN</b>	
Observamos	
<p>≥ 82% califica funcionalidad como superior (56% superior + 26% muy superior)</p> <p>≥ 82% está satisfecho con mejoras implementadas (52% satisfecho + 30% muy satisfecho)</p> <p>👍 👍 👍</p>	
<b>PASO 3: APRENDIZAJES Y PERSPECTIVAS</b>	
De ahí aprendimos que	
<p>La eficiencia operativa y las mejoras en el proceso de instalación son factores determinantes para la aceptación del producto, validando que la optimización logística genera ventaja competitiva real.</p>	
<b>PASO 4: DECISIONES Y ACCIONES</b>	
Por lo tanto, vamos a	
<p>Consolidar los protocolos de instalación optimizados, capacitar técnicos especializados y desarrollar un sistema de gestión logística que garantice tiempos de entrega competitivos y calidad consistente.</p>	

Apéndice G. Certificación

Figura G1

		<b>AUTHORIZATION TO MARK</b>											
<p>This authorizes the application of the Certification Mark(s) shown below to the models described in the Product(s) Covered section when made in accordance with the conditions set forth in the Certification Agreement and Listing Report. This authorization also applies to multiple listee model(s) identified on the correlation page of the Listing Report.</p> <p>This document is the property of Intertek Testing Services and is not transferable. The certification mark(s) may be applied only at the location of the Party Authorized To Apply Mark.</p>													
<b>Applicant:</b> ONYX SOLAR ENERGY S.L. <b>Address:</b> C/Rio Oca, 1-46 E05004, Ávila	<b>Manufacturer:</b> ONYX SOLAR ENERGY S.L. <b>Address:</b> C/Palma de Mallorca, Parcela nº8 Polígono Vicolozano E05194, Avila Spain												
<b>Country:</b> Spain <b>Contact:</b> Mr. Vicente Velasco <b>Phone:</b> (+34) 920 210 050 <b>FAX:</b> n/a <b>Email:</b> vvelasco@onyxsolar.com	<b>Country:</b> Spain <b>Contact:</b> Mr. Vicente Velasco <b>Phone:</b> (+34) 920 210 050 <b>FAX:</b> n/a <b>Email:</b> vvelasco@onyxsolar.com												
<b>Party Authorized To Apply Mark:</b> Same as Manufacturer <b>Report Issuing Office:</b> Lake Forest, CA		 for L. Matthew Snyder, Certification Manager											
<b>Control Number:</b> <u>5009040</u>		<b>Authorized by:</b> _____											
													
This document supersedes all previous Authorizations to Mark for the noted Report Number.													
<small>This Authorization to Mark is for the exclusive use of Intertek's Client and is provided pursuant to the Certification agreement between Intertek and its Client. Intertek's responsibility and liability are limited to the terms and conditions of the agreement. Intertek assumes no liability to any party other than the Client in accordance with the agreement, for any loss, expense or damage occasioned by the use of this Authorization to Mark. Only the Client is authorized to permit copying or distribution of this Authorization to Mark and then only in its entirety. Use of Intertek's Certification mark is restricted to the conditions laid out in the agreement and in this Authorization to Mark. Any further use of the Intertek name for the sale or advertisement of the tested material, product or service must first be approved in writing by Intertek. Initial Factory Assessments and Follow up Services are for the purpose of assuring appropriate usage of the Certification mark in accordance with the agreement, they are not for the purposes of production quality control and do not relieve the Client of their obligations in this respect.</small>													
Intertek Testing Services NA Inc. 545 East Algonquin Road, Arlington Heights, IL 60005 Telephone 800-345-3851 or 847-439-5667 Fax 312-283-1672													
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 15%;"><b>Standard(s):</b></td> <td>Standard for Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels [UL 1703:2002 Ed.3+R:26Sep2018]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Flat Plate Photovoltaic Modules and Panels [ULC ORD C1703:2011 Ed.1]</td> </tr> <tr> <td><b>Product:</b></td> <td>Photovoltaic modules</td> </tr> <tr> <td><b>Brand Name:</b></td> <td>Onyx</td> </tr> <tr> <td><b>Models:</b></td> <td>                     ONYX G/B M140, ONYX G/B M170, ONYX G/B M230, ONYX G/B M240,                      ONYX G/B M250, ONYX G/B M260, ONYX G/B M270, ONYX G/B P230,                      ONYX G/B P240, ONYX G/B P250, ONYX G/B P260, ONYX G/B P260, ONYX G/B M01244,                      ONYX G/G M01888, ONYX G/G M03444, ONYX G/G M03666, ONYX G/G M03666,                      ONYX G/G M03611, ONYX G/G M04844, ONYX G/G M08044, ONYX G/G M08666, ONYX G/G M07255,                      ONYX G/G M08855, ONYX G/G M10055, ONYX G/G M10855, ONYX G/G M11255, ONYX G/G M12055,                      ONYX G/G M14055, ONYX G/G M14455, ONYX G/G M16855, ONYX G/G M02866, ONYX G/G M03266,                      ONYX G/G M02066, ONYX G/G M01266, ONYX G/G M01666, ONYX G/G M02466.                 </td> </tr> </table>				<b>Standard(s):</b>	Standard for Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels [UL 1703:2002 Ed.3+R:26Sep2018]		Flat Plate Photovoltaic Modules and Panels [ULC ORD C1703:2011 Ed.1]	<b>Product:</b>	Photovoltaic modules	<b>Brand Name:</b>	Onyx	<b>Models:</b>	ONYX G/B M140, ONYX G/B M170, ONYX G/B M230, ONYX G/B M240, ONYX G/B M250, ONYX G/B M260, ONYX G/B M270, ONYX G/B P230, ONYX G/B P240, ONYX G/B P250, ONYX G/B P260, ONYX G/B P260, ONYX G/B M01244, ONYX G/G M01888, ONYX G/G M03444, ONYX G/G M03666, ONYX G/G M03666, ONYX G/G M03611, ONYX G/G M04844, ONYX G/G M08044, ONYX G/G M08666, ONYX G/G M07255, ONYX G/G M08855, ONYX G/G M10055, ONYX G/G M10855, ONYX G/G M11255, ONYX G/G M12055, ONYX G/G M14055, ONYX G/G M14455, ONYX G/G M16855, ONYX G/G M02866, ONYX G/G M03266, ONYX G/G M02066, ONYX G/G M01266, ONYX G/G M01666, ONYX G/G M02466.
<b>Standard(s):</b>	Standard for Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels [UL 1703:2002 Ed.3+R:26Sep2018]												
	Flat Plate Photovoltaic Modules and Panels [ULC ORD C1703:2011 Ed.1]												
<b>Product:</b>	Photovoltaic modules												
<b>Brand Name:</b>	Onyx												
<b>Models:</b>	ONYX G/B M140, ONYX G/B M170, ONYX G/B M230, ONYX G/B M240, ONYX G/B M250, ONYX G/B M260, ONYX G/B M270, ONYX G/B P230, ONYX G/B P240, ONYX G/B P250, ONYX G/B P260, ONYX G/B P260, ONYX G/B M01244, ONYX G/G M01888, ONYX G/G M03444, ONYX G/G M03666, ONYX G/G M03666, ONYX G/G M03611, ONYX G/G M04844, ONYX G/G M08044, ONYX G/G M08666, ONYX G/G M07255, ONYX G/G M08855, ONYX G/G M10055, ONYX G/G M10855, ONYX G/G M11255, ONYX G/G M12055, ONYX G/G M14055, ONYX G/G M14455, ONYX G/G M16855, ONYX G/G M02866, ONYX G/G M03266, ONYX G/G M02066, ONYX G/G M01266, ONYX G/G M01666, ONYX G/G M02466.												
ATM for Report 103245381CRT-001		Page 1 of 1											
		ATM Issued: 21-Oct-2020 <small>ED 16.3 15 (15-Oct-20) Mandatory</small>											

Figura G2

<b>CERTIFICATE OF COMPLIANCE</b>	
Certificate Number	20180321-E471549
Report Reference	E471549-20170120
Issue Date	2018-MARCH-21
<b>Issued to:</b>	
	ONYX SOLAR ENERGY S L Calle Rio Cea 1 - 46 05004 Avila SPAIN
<b>This is to certify that representative samples of</b>	BUILDING-INTEGRATED PHOTOVOLTAIC MODULES AND PANELS See Addendum Page for Models
	Have been investigated by UL in accordance with the Standard(s) indicated on this Certificate.
<b>Standard(s) for Safety:</b>	UL 1703 - STANDARD FOR FLAT-PLATE PHOTOVOLTAIC MODULES AND PANELS ULC/ORD-C1703-01- FLAT-PLATE PHOTOVOLTAIC MODULES AND PANELS
<b>Additional Information:</b>	See the UL Online Certifications Directory at <a href="http://www.ul.com/database">www.ul.com/database</a> for additional information
Only those products bearing the UL Certification Mark should be considered as being covered by UL's Certification and Follow-Up Service.	
Look for the UL Certification Mark on the product.	
 Brock Mahrenholz, Director North American Certification Program UL LLC	
<small>Any information and documentation involving UL Mark services are provided on behalf of UL LLC (UL) or any authorized licensee of UL. For questions, please contact a local UL Customer Service Representative at <a href="http://ul.com/about/locations">http://ul.com/about/locations</a></small>	
	
Page 1 of 2	

## Apéndice H: Cálculo para el LTV Y CAC

**Tabla H1**

LTV (Valor del tiempo de vida del cliente)

Producto/Experiencia	Cantidades	Visitas por familia al año	Total de Ingenieros y Arquitectos
1. Paneles de Vidrio	3000	1	3000.0
2. Tejas Fotovoltaicos Instalados	1000	1	1000.0
<b>TOTAL</b>	<b>4000</b>		<b>4000.0</b>

**Tabla H2**

Cálculo del LTV

Cálculo del LTV	Monto (S/)
Ingreso total Año 1	S/ 3'811,000.00
Profesionales	4,000
LTV promedio por Cliente	S/ 952.75
Valor anual del cliente	S/ 952.75
Tasa de retención anual	80%
Tiempo promedio de relación (años)	3
<b>LTV TOTAL</b>	<b>S/ 4'725.64</b>

**Tabla H3**

CAC (Costo de Adquisición del Cliente)

Concepto	Valor	Unidad
Presupuesto total de marketing año 1:	S/ 164,000.00	Soles
Número de clientes año 1	4,000	Profesionales
<b>CAC</b>	<b>S/ 41.00</b>	<b>Soles por profesional</b>

## Apéndice I: Presentación del Prototipo

Figura I.1

