



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Creación de una Empresa Agrovoltaica para la Integración de Energía Solar y Agricultura Sostenible

Autor: Jaime Bohigues Flores

Director: Braulio Pareja Cano

Madrid

28 de mayo

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
Creación de una Empresa Agrovoltaica para la Integración de Energía Solar y Agricultura
Sostenible en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2024/25 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido
tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

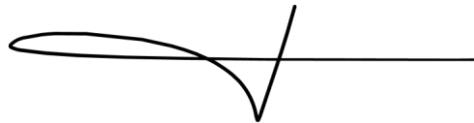
Handwritten signature in blue ink that reads "Jaime B".

Fdo.: Jaime Bohigues Flores

Fecha: 28/05/2025

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Handwritten signature in black ink, consisting of a stylized horizontal line with a loop and a vertical stroke.

Fdo.: Braulio Pareja Cano

Fecha: 21/06/2025



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

Creación de una Empresa Agrovoltaica para la Integración de Energía Solar y Agricultura Sostenible

Autor: Jaime Bohigues Flores

Director: Braulio Pareja Cano

Madrid

Creación de una empresa agrovoltaica para la integración de energía solar y agricultura sostenible

Autor: Bohigues Flores, Jaime

Director: Pareja Cano, Jaime

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

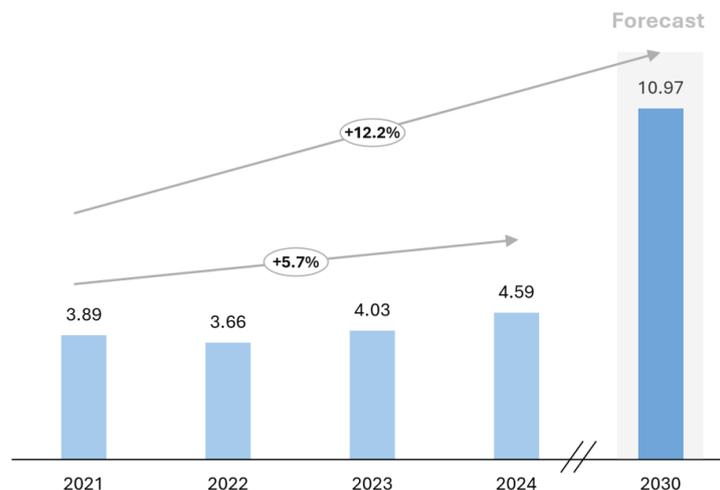
RESUMEN DEL PROYECTO

Este trabajo presenta el diseño y validación de una plataforma SaaS enfocada en la gestión integrada de datos agrícolas y energéticos en instalaciones agrovoltaicas. A través de un análisis de mercado, benchmarking sectorial y una encuesta a profesionales, se identifican necesidades reales del sector y se valida el interés por una solución digital centralizada. El proyecto culmina con el desarrollo de un MVP funcional que responde a estas necesidades, proponiendo un modelo de negocio escalable y con los ODS

Palabras clave: Agrovoltaica, SaaS, Energía Solar, Agricultura Sostenible, Digitalización

1. Introducción y estado de la cuestión

El sector agrovoltaico se ha consolidado como una de las soluciones más prometedoras para combinar la generación de energía renovable con la producción agrícola, permitiendo un uso eficiente del suelo, mayor resiliencia frente al cambio climático y nuevas fuentes de ingresos para el entorno rural (Chatzipanagi, Taylor, & Jaeger-Waldau, 2023). Su crecimiento global ha sido notable: el mercado ha pasado de 3,89 mil millones USD en 2021 a 4,59 mil millones en 2024, con previsiones de alcanzar 10,97 mil millones en 2030, lo que representa un CAGR del 12,2% (Planetary Care Grant Agency, 2024)



Mercado Agrovoltaica (€bn)

Europa lidera esta expansión con más de 200 proyectos y 15 GW de capacidad instalada (Lardizábal, 2024). España, en particular, destaca por su alto potencial, con 14 grandes proyectos que suman 1.251,6 MW, liderados por empresas como Lightsource bp y BayWa r.e. que están desplegando instalaciones agrovoltaicas en diversas comunidades autónomas. Países como Francia, Alemania, Italia y Grecia ya cuentan con marcos regulatorios que impulsan su adopción (Brite Solar, 2025)

En paralelo, el desarrollo de plataformas digitales SaaS para la gestión integral de estos sistemas está en fase incipiente, con una clara oportunidad de innovación. Proyectos como Smart Climate Agri-PV han definido los parámetros clave para una gestión eficiente (Energética 21, 2023) mientras que empresas como Brite Solar y centros de investigación como el IdAB-CSIC, con su proyecto SolarGrow, exploran soluciones avanzadas como vidrios solares para invernaderos y tecnologías de automatización agrícola (Seppälä, 2024)

En este contexto, el presente trabajo propone el diseño de una plataforma SaaS centrada en la gestión integrada de instalaciones agrovoltaicas, basada en las necesidades reales de ingenieros agrónomos, operadores energéticos y gestores de campo. Además, se alinea con los ODS 2, 7, 9 y 13, contribuyendo a un modelo de agricultura digital y sostenible para afrontar los retos climáticos y energéticos del futuro

2. Desarrollo del modelo de negocio

El modelo de negocio se ha desarrollado siguiendo la metodología Lean Startup, comenzando con una fase de ideación en la que se definió una propuesta de valor centrada en ofrecer una plataforma SaaS para la gestión integrada de instalaciones agrovoltaicas. A través del uso del Business Model Canvas y entrevistas exploratorias, se establecieron hipótesis clave sobre el problema, los segmentos de cliente y las funcionalidades necesarias. Posteriormente, se llevó a cabo una validación mediante una encuesta a profesionales del sector agrícola y energético, cuyos resultados confirmaron el interés por una solución digital centralizada, la disposición a pagar por el servicio, y la necesidad de funcionalidades específicas como visualización en tiempo real, alertas y compatibilidad con sensores existentes. Esta validación permitió afinar el modelo de negocio y reforzar su viabilidad tanto técnica como económica

3. Resultados financieros

El apartado financiero de Agrovolt confirma la viabilidad económica y el alto potencial de escalabilidad del proyecto. A través de un modelo de negocio basado en suscripciones SaaS con tres niveles (Free, Pro y Enterprise), se proyecta un crecimiento sostenido de los ingresos desde 100,070 € en 2026 hasta alcanzar 351260 € en 2030, con un EBITDA positivo ya desde el primer año. Esta progresión se ve impulsada por la digitalización creciente del sector agrovoltaico, la captación progresiva de clientes y una estructura de costes optimizada, que permite mantener márgenes operativos saludables.

Asimismo, el uso de financiación responsable, la contención del CAPEX y las ventajas fiscales para startups refuerzan la liquidez y la estabilidad del modelo. La valoración mediante el método de descuento de flujos de caja (DCF), basada en un múltiplo prudente de EBITDA, sitúa el valor estimado de la compañía en 409.130 € en 2030. Esta cifra refleja una empresa con capacidad real de generar caja sin depender de proyecciones especulativas. En conjunto, el análisis financiero respalda sólidamente la sostenibilidad del proyecto, reforzando su atractivo tanto para inversores como para potenciales socios estratégicos

4. Conclusiones

Las conclusiones del proyecto demuestran que Agrovolt es una solución viable técnica, comercial y financieramente para la gestión digital de instalaciones agrovoltaicas. A través de la metodología Lean Startup, se ha validado la necesidad de una plataforma SaaS que integre datos agrícolas y energéticos, y se han identificado funcionalidades clave mediante encuestas y validación con expertos

Free Cash Flow and Discounted Cash Flow Method		Show				
Sell in: 2030		2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT = EBIT*(1-T)		0.91	4.32	5.84	13.44	43.87
Depreciation		4.00	9.00	13.00	19.00	25.60
Operational Cash Flow		4.91	13.32	18.84	32.44	69.47
-CAPEX		(20.00)	(25.00)	(20.00)	(30.00)	(33.00)
-Incr. Net Working Capital	▶	50.26	(0.53)	(0.16)	(0.47)	(1.88)
Free Cash Flow		35.18	(12.21)	(1.32)	1.97	34.59
Terminal Value						568.02
Total Free Cash Flow		35.18	(12.21)	(1.32)	1.97	602.61
Enterprise Value	▶	409.13				
Debt						
Equity Value		409.13				
EBITDA Multiple at sale:		7.36				7.36

El modelo de negocio ha mostrado una proyección de ingresos ascendente y un EBITDA positivo desde el primer año, con una valoración estimada de 409.130 € en 2030. Se establecen cinco próximos pasos estratégicos: desarrollo técnico, búsqueda de financiación, alianzas estratégicas, despliegue comercial e iteraciones del producto. Agrovolt se posiciona como una solución transformadora para el sector agrovoltaico y un facilitador directo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

5. Referencias

- Brite Solar. (2025). Mercado de Agrivoltaica: Creciente Demanda en Energía Renovable y Agricultura. Obtenido de <https://www.britesolar.es/aghora-aghrofotovoltaikwn-auksanomeni-zitisi-stin-ananewsimi-energheia-georghia-es>
- Chatzipanagi, A., Taylor, N., & Jaeger-Waldau, A. (2023). *Overview of the potential and challenges for agri-photovoltaics in the European Union*. Obtenido de <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/77fc10d0-de63-11ed-a05c-01aa75ed71a1/language-en>
- Energética 21. (2023). Smart Climate Agri-PV: Inteligencia artificial, teledetección y drones para soluciones agrovoltaicas. Obtenido de <https://energetica21.com/noticia/smart-climate-agri-pv-inteligencia-artificial-teledeteccion-y-drones-para-soluciones-agrovoltaicas>
- Lardizábal, E. (2024). El desarrollo de la agrovoltaica en España: los proyectos en marcha y los principales desafíos para impulsar el mercado. *Energía Estratégica*. Obtenido de <https://energiaestrategica.es/agrovoltaica/#>
- Planetary Care Grant Agency. (2024). Agrivoltaics market potential. Obtenido de <https://fundingregeneration.earth/2023/05/24/agrivoltaics-market-potential/>
- Seppälä, M. (2024). *Innovation Model for Agrivoltaics Business Development in Finland*. Obtenido de <https://www.theseus.fi/handle/10024/863840>

Creation of an agrivoltaic company for the integration of solar energy and sustainable agriculture

Author: Bohigues Flores, Jaime

Supervisor: Pareja Cano, Braulio

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

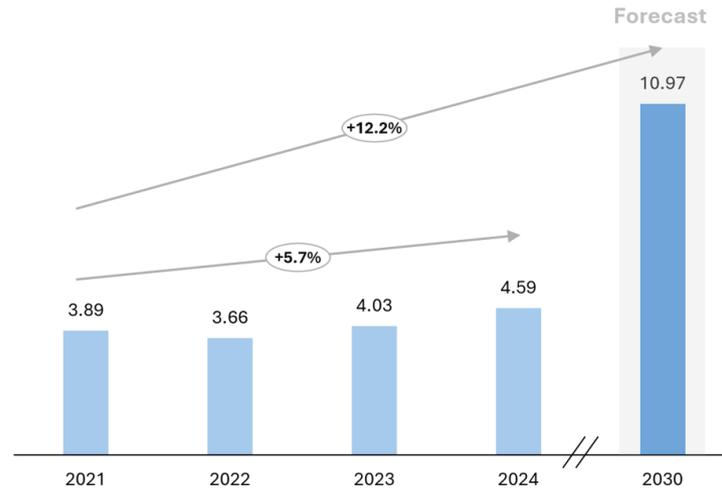
This project presents the design and validation of a SaaS platform focused on the integrated management of agricultural and energy data in agrivoltaic installations. Through market analysis, sector benchmarking, and a survey of professionals, real needs in the sector are identified and the interest in a centralized digital solution is validated. The project concludes with the development of a functional MVP that addresses these needs, proposing a scalable business model aligned with the SDGs

Keywords: Agrivoltaics, SaaS, Solar Energy, Sustainable agriculture, Digitalization

1. Introduction and State of the Art

This project presents the design and validation of a SaaS platform focused on the integrated management of agricultural and energy data in agrivoltaic installations. Through market analysis, sector benchmarking, and a survey of professionals, real needs in the sector are identified and the interest in a centralized digital solution is validated. The project concludes with the development of a functional MVP that addresses these needs, proposing a scalable business model aligned with the SDGs

The agrivoltaic sector has emerged as one of the most promising solutions for combining renewable energy generation with agricultural production, enabling efficient land use, greater resilience to climate change, and new sources of income for rural areas (Chatzipanagi, Taylor, & Jaeger-Waldau, 2023). Its global growth has been remarkable: the market expanded from USD 3.89 billion in 2021 to USD 4.59 billion in 2024, with projections to reach USD 10.97 billion by 2030, representing a CAGR of 12.2% (Planetary Care Grant Agency, 2024)



Agrivoltaic market (€bn)

Europe is leading this expansion, with over 200 projects and 15 GW of installed capacity (Lardizábal, 2024). Spain stands out for its high potential, with 14 major projects totaling 1,251.6 MW, led by companies such as Lightsource bp and BayWa r.e., which are deploying agrivoltaic systems across various autonomous communities. Countries such as France, Germany, Italy, and Greece already have regulatory frameworks that support the adoption of these solutions (Brite Solar, 2025)

In parallel, the development of SaaS digital platforms for the integrated management of these systems remains at an early stage, representing a clear opportunity for innovation. Projects like Smart Climate Agri-PV have defined the key parameters for efficient management (Energética 21, 2023), while companies such as Brite Solar and research centers like IdAB–CSIC, through the SolarGrow project, are exploring advanced solutions such as solar glass for greenhouses and agricultural automation technologies (Seppälä, 2024)

In this context, the present project proposes the design of a SaaS platform focused on the integrated management of agrivoltaic installations, tailored to the real needs of agricultural engineers, energy operators, and field managers. Moreover, the solution aligns with SDGs 2, 7, 9, and 13, contributing to a model of digital and sustainable agriculture to address future climate and energy challenges

2. Business Model Development

The business model was developed following the Lean Startup methodology, beginning with an ideation phase in which a value proposition was defined, focused on offering a SaaS platform for the integrated management of agrivoltaic installations. Using the Business

Model Canvas and exploratory interviews, key hypotheses were established regarding the problem, customer segments, and required functionalities.

Subsequently, validation was carried out through a survey targeting professionals in the agricultural and energy sectors. The results confirmed strong interest in a centralized digital solution, willingness to pay for the service, and the need for specific features such as real-time visualization, alert systems, and compatibility with existing sensors. This validation process enabled the refinement of the business model and reinforced its technical and economic feasibility

3. Financial Results

Agrovolt's financial section confirms the economic viability and high scalability potential of the project. Through a subscription-based SaaS business model with three tiers (Free, Pro, and Enterprise), the company projects sustained revenue growth from €100,070 in 2026 to €351,260 by 2030, with a positive EBITDA from the first year. This progression is driven by the increasing digitalization of the agrivoltaic sector, the gradual acquisition of clients, and an optimized cost structure that enables healthy operating margins.

Moreover, responsible financing contained CAPEX, and the fiscal advantages available to startups strengthen the model's liquidity and financial stability. The company's valuation, based on the discounted cash flow (DCF) method and a conservative EBITDA multiple, estimates Agrovolt's worth at €409,130 in 2030. This figure reflects a business with real cash-generating capacity, independent of speculative forecasts. Overall, the financial analysis strongly supports the project's sustainability, enhancing its appeal to both investors and potential strategic partners

4. Conclusions

The conclusions of the project demonstrate that Agrovolt is a technically, commercially, and financially viable solution for the digital management of agrivoltaic installations. Through the Lean Startup methodology, the need for a SaaS platform that integrates agricultural, and energy data has been validated, and key functionalities have been identified through surveys and expert feedback

Free Cash Flow and Discounted Cash Flow Method

[Show](#)

Sell in: 2030	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT = EBIT*(1-T)	0.91	4.32	5.84	13.44	43.87
Depreciation	4.00	9.00	13.00	19.00	25.60
Operational Cash Flow	4.91	13.32	18.84	32.44	69.47
-CAPEX	(20.00)	(25.00)	(20.00)	(30.00)	(33.00)
-Incr. Net Working Capital	50.26	(0.53)	(0.16)	(0.47)	(1.88)
Free Cash Flow	35.18	(12.21)	(1.32)	1.97	34.59
Terminal Value					568.02
Total Free Cash Flow	35.18	(12.21)	(1.32)	1.97	602.61
Enterprise Value	409.13				
Debt					
Equity Value	409.13				
EBITDA Multiple at sale:	7.36				7.36

Agrovolt Valuation – DCF Method

The business model shows an upward revenue projection and a positive EBITDA from the first year, with an estimated valuation of €409,130 by 2030. Five strategic next steps have been defined: technical development, fundraising, strategic partnerships, commercial rollout, and product iteration. Agrovolt positions itself as a transformative solution for the agrivoltaic sector and a direct enabler of the Sustainable Development Goals

5. References

- Brite Solar. (2025). Mercado de Agrivoltaica: Creciente Demanda en Energía Renovable y Agricultura. Obtenido de <https://www.britesolar.es/aghora-aghrofotovoltaikwn-auksanomeni-zitisi-stin-ananewsimi-energheia-georghia-es>
- Chatzipanagi, A., Taylor, N., & Jaeger-Waldau, A. (2023). *Overview of the potential and challenges for agri-photovoltaics in the European Union*. Obtenido de <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/77fc10d0-de63-11ed-a05c-01aa75ed71a1/language-en>
- Energética 21. (2023). Smart Climate Agri-PV: Inteligencia artificial, teledetección y drones para soluciones agrovoltaicas. Obtenido de <https://energetica21.com/noticia/smart-climate-agri-pv-inteligencia-artificial-teledeteccion-y-drones-para-soluciones-agrovoltaicas>
- Lardizábal, E. (2024). El desarrollo de la agrovoltaica en España: los proyectos en marcha y los principales desafíos para impulsar el mercado. *Energía Estratégica*. Obtenido de <https://energiaestrategica.es/agrovoltaica/#>

Planetary Care Grant Agency. (2024). Agrivoltaics market potential. Obtenido de <https://fundingregeneration.earth/2023/05/24/agrivoltaics-market-potential/>

Seppälä, M. (2024). *Innovation Model for Agrivoltaics Business Development in Finland*.

Obtenido de <https://www.theseus.fi/handle/10024/863840>

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción	6
Capítulo 2. Estado de la Cuestión	8
2.1 Tendencias en el sector agrovoltaico	8
2.2 Integración de tecnologías digitales en sistemas agrovoltaicos.....	10
2.3 Avances tecnológicos del sector.....	10
Capítulo 3. Motivación	12
Capítulo 4. Objetivos del Proyecto	14
Capítulo 5. Metodología de Trabajo	16
5.1 Planificación del proyecto.....	16
5.2 Lean Startup	16
5.3 Business Model Canvas	18
Capítulo 6. Recursos a Emplear	25
Capítulo 7. Desarrollo Modelo de Negocio	26
7.1 El Problema.....	26
7.2 Solución al Problema para Desarrollar la Idea de Negocio	29
7.3 Modelo de Negocio Inicial (Business Model Canvas)	30
7.4 Value Proposition Canvas Inicial del Proyecto	37
7.4.1 Customer Profile.....	39
7.4.2 Value Map	41
Capítulo 8. Validación con Usuarios y Ajustes	43
8.1 Fuentes de Incertidumbre.....	45
8.2 Experimentos de Validación y Encuesta.....	50
8.2.1 Encuesta a Expertos del Sector	50
8.2.2 Prototipo SaaS (<i>MVP</i>).....	65
8.2.3 Validación con Usuario	74
8.3 Pivotes del Modelo de Negocio.....	75

Capítulo 9. Estudio Viabilidad Económica	77
9.1 Análisis de Competidores	77
9.2 Tamaño de Mercado	81
9.3 Plan Financiero.....	84
Capítulo 10. Alineación con los ODS.....	97
Capítulo 11. Conclusiones y Próximos Pasos.....	100
Capítulo 12. Bibliografía.....	102

Índice de figuras

Figura 1. Tamaño de mercado agrolvoltaica (€bn). (Planetary Care Grant Agency)	8
Figura 2. Mapa de los proyectos agrolvoltaicos en España (Energía Estratégica)	9
Figura 3. Metodología Lean Startup (La Fábrica, Universidad Mayor)	17
Figura 4. Business Model Canvas esquema (Startupeable)	19
Figura 5. Brainstorming para detectar el problema	27
Figura 6. Empathy map del user persona	28
Figura 7. Business Model Canvas completo	30
Figura 8. Value Proposition Canvas	39
Figura 9. Valoración del modelo de negocio (BMC)	45
Figura 10. Hipótesis principales	47
Figura 11. Primera pregunta encuesta de validación	52
Figura 12. Segunda pregunta encuesta de validación	53
Figura 13. Tercera pregunta encuesta de validación.....	54
Figura 14. Cuarta pregunta encuesta de validación	55
Figura 15. Quinta pregunta encuesta de validación.....	56
Figura 16. Sexta pregunta encuesta validación	57
Figura 17. Séptima pregunta encuesta de validación.....	58
Figura 18. Octava pregunta encuesta de validación	59
Figura 19. Novena pregunta encuesta de validación	60
Figura 20. Décima pregunta encuesta de validación	60
Figura 21. Undécima pregunta encuesta de validación.....	61
Figura 22. Decimosegunda pregunta encuesta de validación.....	62
Figura 23. Decimotercera pregunta encuesta de validación.....	63
Figura 24. Decimocuarta pregunta encuesta de validación.....	64
Figura 25. Pantalla de inicio de la página web (I/II)	67
Figura 26. Pantalla de inicio de la página web (II/II)	67
Figura 27. Pantallas de registro de usuario y de inicio de sesión	68
Figura 28. Pantalla principal de la plataforma.....	69

Figura 29. Pantalla de gestión de instalaciones	70
Figura 30. Pantalla emergente añadir nueva instalación	71
Figura 31. Pantalla de visualización de datos.....	71
Figura 32. Pantalla de alertas y notificaciones	72
Figura 33. Pantalla de configuración	73
Figura 34. Tamaño de mercado agrovoltaica (TAM, SAM, SOM).....	84
Figura 35. Cuenta de resultados (2026-2030)	90
Figura 36. Balance de situación (2025-2030).....	92
Figura 37. Estado de Flujo de Caja (FCL)	93
Figura 38. Valoración de la compañía en 2030 mediante Descuentos de Flujos de Caja ...	94

Índice de tablas

Tabla 1. Planificación del proyecto	16
Tabla 2. Suposiciones e hipótesis en base al BMC y al modelo de negocio.....	46
Tabla 3. Análisis de los competidores	81
Tabla 4. Modelos de suscripción disponibles.....	85
Tabla 5. Distribución de clientes	86
Tabla 6. Suposiciones del modelo financiero.....	87

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Impulsado por la transición energética junto con la necesidad de mantener la producción agrícola, en una región líder a nivel mundial como es España, se ha impulsado el desarrollo de soluciones innovadoras que permitan combinar y compatibilizar ambas actividades. En este contexto surge la nueva tecnología agrovoltaica, combinación simultánea de generación solar fotovoltaica y agricultura en la misma superficie aprovechando las sinergias y beneficios que ambas combinadas presentan. Esta tecnología se posiciona como una respuesta eficaz al creciente conflicto por el uso del suelo y los retos derivados del cambio climático (Aquila Capital, 2023). Esta tecnología permite aumentar la eficiencia del uso del terreno, reducir el consumo de agua, mejorar la resiliencia de los cultivos y generar nuevas fuentes de ingreso para los agricultores (Chatzipanagi, Taylor, & Jaeger-Waldau, 2023) (GEF - Global Environment Facility, 2024)

De forma paralela a esta idea, el desarrollo de herramientas digitales y sobre todo de los sistemas SaaS (Software as a Service) está transformando la gestión de infraestructuras energéticas y agrícolas, aportando datos en tiempo real, automatización, y soporte a la toma de decisiones. Sin embargo, el sector agrovoltaico aún carece de soluciones tecnológicas integradas que permitan una gestión optimizada de estas instalaciones de este tipo (Seppälä, 2024)

Este proyecto queda enmarcado en el contexto presentado de innovación tecnológica, desarrollo agrícola y transición energética. El principal objetivo es desarrollar un modelo de negocio basado en un SaaS que facilite la gestión integral de plantas agrovoltaicas. En el proyecto se abordará el desarrollo de una versión beta visual del SaaS, enfocado en la experiencia de usuario y la viabilidad funcional

A lo largo del proyecto se definirá un modelo de negocio preliminar, aplicando la metodología Lean Startup y Business Model Canvas, con el fin de adaptarlo a las necesidades reales de los usuarios objetivo: ingenieros agrónomos, operadores energéticos

y agricultores. Posteriormente, se evaluará la viabilidad económica del SaaS mediante un análisis financiero

Además, otro objetivo del proyecto es estar alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la agenda 2030, al ser un proyecto que promueve una agricultura resiliente (ODS 2), una energía asequible y no contaminante (ODS 7), innovación en infraestructura sostenible (ODS 9) y acción por el clima (ODS 13)

Este trabajo buscar dar una respuesta al reto de la gestión eficiente de sinergias entre la energía solar y la agricultura usando una solución digital que permita escalar la agrovoltaica como modelo sostenible

Capítulo 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1 TENDENCIAS EN EL SECTOR AGROVOLTAICO

El sector agrovoltaico representa actualmente uno de los campos más prometedores en la intersección entre energía renovable y agricultura sostenible. El tamaño de mercado a nivel global fue de 3.89 mil millones de USD en 2021 a 4.59 mil millones de USD en 2024 y con un crecimiento medio esperado a 10.97 mil millones de USD para el año 2030 lo que supone un CAGR de 12.2% en el periodo 2021-2030 (Planetary Care Grant Agency, 2024)

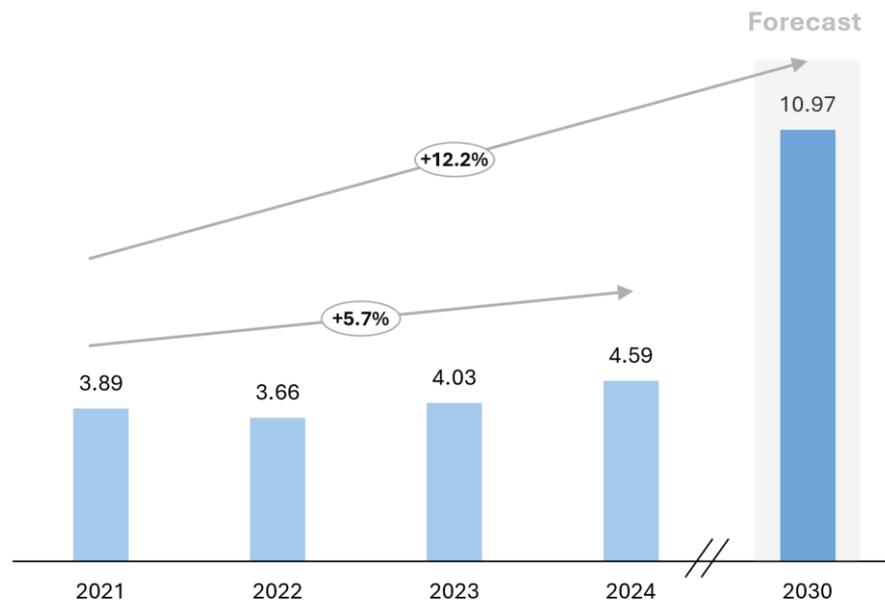


Figura 1. Tamaño de mercado agrovoltaica (€bn). (Planetary Care Grant Agency)

Esto demuestra que el mercado agrovoltaico está experimentando un crecimiento acelerado, con Europa liderando su implementación con aproximadamente 15 GW de potencia instalada en más de 200 proyectos a lo largo de 10 países (Lardizábal, 2024). La expansión del sector se ve impulsada principalmente por tres factores fundamentales: el aumento en la demanda de fuentes de energía renovable, la implementación de políticas gubernamentales y subsidios para la agricultura sostenible, y la necesidad de optimizar el uso de la tierra

disponible (Brite Solar, 2025). Estos intereses conjuntos han generado un contexto positivo y favorable para la innovación tecnológica y sistemas de gestión diseñados para las instalaciones agrovoltaicas

Países como Grecia, Italia, Francia, Alemania, República Checa, Estados Unidos y Japón han implementado medidas legislativas específicas para promover los sistemas agrovoltaicos (Brite Solar, 2025). Estos países ofrecen incentivos financieros y subsidios que buscan fomentar la agricultura sostenible y acelerar la transición energética, es por ello que han creado un marco regulatorio favorable para que este sector se desarrolle

En España el sector agrovoltaico se encuentra en un contexto prometedor con un total de 14 grandes proyectos identificados que combinan ambas tecnologías (solar y agrícola), todos estos proyectos suman una potencia total de 1.251,6 MW. Uno de los proyectos más destacados de España es “Vendimia” un proyecto llevado a cabo por Lightsource bp, con una capacidad instalada de 247 MW ubicado en Aragón. Este proyecto integra instalaciones fotovoltaicas con actividades ganaderas y medidas de restauración ecológica. Por su parte, la empresa alemana BayWa r.e es la compañía líder en el mercado agrovoltaico en España con siete proyectos que suman 546,6 MW instalados distribuidos por diferentes comunidades autónomas (Castilla-La Mancha, Castilla y León y Andalucía) (Lardizábal, 2024)

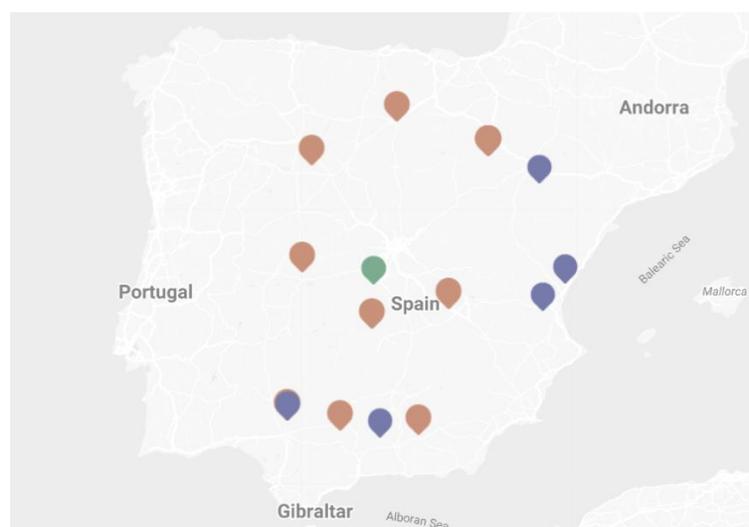


Figura 2. Mapa de los proyectos agrovoltaicos en España (Energía Estratégica)

2.2 INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN SISTEMAS AGROVOLTAICOS

El desarrollo de plataformas SaaS específicas para la gestión de instalaciones agrovoltáicas se encuentra en plena evolución ya que actualmente hay una tendencia en crecimiento hacia el desarrollo de distintos sistemas integrales que permitan la gestión de estas instalaciones tanto a nivel energético como agrícola, es decir, que permitan la recopilación precisa de datos de ambas partes. En el marco del proyecto europeo Smart Climate Agri-PV, proyecto que tiene como objetivo impulsar la integración de manera eficiente de sistemas fotovoltaicos en explotaciones agrícolas mediante soluciones inteligentes que sean beneficiosas para el clima, se han definido cuales son los parámetros esenciales que se deben monitorizar para que la gestión FV-Agri sea óptima. Esto incluye, por un lado, los datos agrícolas: radiación directa y global, temperatura del aire, humedad relativa, pluviometría, velocidad y dirección del viento, humedad del suelo y luminosidad; y, por otro lado, los datos energéticos/solares: potencia generada y consumida, irradiación solar, y diversas variables meteorológicas (Energética 21, 2023)

La arquitectura que suelen seguir este tipo de plataformas es de un esquema multiplanta, es decir, desde una misma plataforma se pueden visualizar los datos de varias plantas, y un esquema multiusuario (Energética 21, 2023). Estos SaaS se suelen desplegar en la nube, facilitando así el acceso desde cualquier ubicación y dispositivo

2.3 AVANCES TECNOLÓGICOS DEL SECTOR

Los avances tecnológicos en este sector están permitiendo y facilitando que cada vez la integración de los sistemas mencionados anteriormente sea más efectiva en diversos tipos de cultivos, mejorando así tanto la eficiencia energética como la productividad agrícola. Una de las innovaciones más destacadas proviene de la empresa Brite Solar, que lidera el desarrollo de vidrios solares semitransparentes diseñados específicamente para invernaderos y aplicaciones agrícolas. Estas soluciones optimizan la fotosíntesis, protegen los cultivos de

condiciones climáticas extremas y mejoran la gestión de la energía solar para maximizar la eficiencia (Brite Solar, 2025)

En el ámbito de la investigación agrovoltaica, destaca el proyecto SolarGrow, liderado por Edurne Baroja Fernández del Instituto de Agrobiotecnología (IdAB – CSIC). Este proyecto busca combinar tecnologías solares innovadoras con avances en biotecnología agrícola para crear invernaderos inteligentes. El objetivo es automatizar estos invernaderos y aplicar técnicas que permitan observar cómo crecen las plantas (fenotipado) y estimular su desarrollo (bioestimulación), optimizando así tanto la producción agrícola como el uso de energía solar

Como estas iniciativas o avances tecnológicos hay numerosos proyectos a nivel europeo y mundial en los cuales se está desarrollando de manera conjunta estas dos tecnologías. En este sentido, el futuro del sector dependerá en gran medida de la capacidad para escalar y personalizar estas soluciones tecnológicas en función de las necesidades específicas de cada explotación

Capítulo 3. MOTIVACIÓN

Tras lo analizado en el capítulo anterior, se evidencian el auge del sector agrovoltáico como solución al reto de producir alimentos y energía de manera simultánea y sostenible. Sin embargo, la gestión de este tipo de instalaciones todavía presenta un reto debido al nivel alto de complejidad debido a la falta de herramientas y sistemas integrados que permitan la extracción en tiempo real de datos y parámetros tanto agrícolas como energéticos. Esta dificultad hace que la eficiencia operativa y la capacidad de escalar proyectos agrovoltáicos de manera rentable y replicable sea limitada

En este contexto, el principal objetivo de este proyecto consiste en el desarrollo de un modelo de negocio basado en una plataforma SaaS que haga más fácil la gestión de plantas agrovoltáicas que permita optimizar tanto la producción agrícola como la generación fotovoltaica

Para ello, se partirá de una idea inicial: una plataforma que centralice la información proveniente de múltiples sensores y fuentes de datos (meteorológicos, agrícolas y energéticos) y la traduzca en visualizaciones claras, alertas automatizadas y recomendaciones de mejora. Esta solución estará diseñada para ser compatible con múltiples fabricantes y sistemas, adaptándose a las necesidades específicas de cada cliente

Partiendo de esta idea, se va a llevar a cabo una primera fase de ideación en la cual se buscará perfeccionar y pulir la idea inicial en base a distintas iteraciones de la misma, hasta que se consiga definir un primer modelo de negocio sólido. Posteriormente en la medida de lo posible se pasará a la validación con usuarios claves a los que se pueda tener acceso, como por ejemplo técnicos agrícolas, operadores y propietarios de instalaciones similares. Esta segunda parte solamente se realizará si se dispone de los recursos para llegar a ellos. Por último, se realizará un análisis financiero que permita evaluar tanto la viabilidad económica del modelo de negocio, así como el potencial de crecimiento dentro del mercado. En

definitiva, este proyecto surge de la necesidad real que tiene el sector agrovoltaico de digitalizarse con herramientas que faciliten y mejoren la gestión de los activos

Capítulo 4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto es crear un modelo de negocio de una plataforma SaaS para la gestión de plantas agrovoltaicas que combinen la gestión de cultivos agrícolas con la gestión de plantas fotovoltaicas completas. Se busca que con esta plataforma se mejore tanto la eficiencia de los cultivos como la producción de energía renovable aprovechando las sinergias entre ambas prácticas

Algunos objetivos más específicos del proyecto son los siguientes:

- **Desarrollar una solución SaaS en su versión beta visual** que permita hacer las funciones básicas de monitorización tanto de la producción agrovoltaica como de la actividad agrícola centrándose principalmente en la personalización de la interfaz
- **Análisis del mercado agrovoltaico**, con especial atención a la digitalización del sector. También se analizarán posibles barreras de entrada, se analizarán los principales competidores y se valorará las tendencias tecnológicas del sector
- **Evaluar la viabilidad económica del modelo SaaS**, mediante un análisis financiero que considere la inversión inicial en desarrollo, los costes de mantenimiento y escalado, así como los ingresos potenciales derivados de diferentes modelos de suscripción y servicios asociados
- **Contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** mediante el fomento de prácticas agrícolas y energéticas más eficientes, digitalizadas y con menor huella ambiental, apoyando la transición hacia modelos productivos más resilientes y responsables
- **Proponer un modelo organizativo y de gestión eficiente**, adaptado a las necesidades de una empresa tecnológica en fase inicial, con capacidad para escalar y ofrecer soporte técnico y comercial en un entorno B2B especializado
- **Evaluar la viabilidad técnica y económica** del modelo SaaS a través de un análisis detallado de costes, ingresos y retorno de la inversión, promoviendo el uso de

herramientas digitales que ayuden a optimizar la eficiencia energética y agrícola, y que fomenten prácticas sostenibles

Capítulo 5. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para definir la metodología de trabajo que se va a seguir en este proyecto se explica en primer lugar la planificación del proyecto y después se procederá a explicar tanto la metodología Lean Startup como la metodología Business Model Canvas

5.1 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Una vez se han establecido los objetivos del proyecto se procede a realizar una planificación del proyecto que se muestra en la tabla a continuación. Esta planificación se trata de un diagrama de Gantt básico en el cual se ha establecido cuando se realizará cada una de las tareas y apartados del proyecto

Tareas	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Asignación proyecto	■							
Análisis de la situación y del mercado		■						
Ideación del proyecto			■					
Validación del modelo de negocio			■					
Análisis financiero del proyecto				■				
Conclusiones y futuras líneas de trabajo					■			
Formateo del proyecto						■		
Presentación final							■	

Tabla 1. Planificación del proyecto

5.2 LEAN STARTUP

La metodología Lean Startup está principalmente orientada a los clientes y tiene un enfoque iterativo para la orientación de cualquier tipo de modelo de negocio en contextos de incertidumbre global. Esta metodología combina principios del lean manufacturing, design thinking y agile methodology para sistematizar la innovación e intenta aplicar el “método científico” a la creación de compañías. Como el mismo Lean Manufacturing su objetivo es

reducir el desperdicio (muda), validar las hipótesis del proyecto a través de experimentos y desarrollar productos o servicios de forma iterativa, asegurándose satisfacer las necesidades de los clientes (Ries, 2011) (Cassens, 2021)

Esta metodología se basa en cinco principios fundamentales:

1. **Los emprendedores están en todas partes:** El espíritu emprendedor puede surgir tanto en startups como en empresas consolidadas o incluso en instituciones públicas
2. **El emprendimiento es gestión:** Las startups requieren técnicas de gestión específicas para navegar la incertidumbre
3. **Aprendizaje validado:** Las startups existen para comprobar hipótesis sobre sus productos o servicios, utilizando métodos científicos para perfeccionarlos
4. **Ciclo Construir-Medir-Aprender:** Un bucle de retroalimentación que permite desarrollar productos viables mínimos (MVP), medir su impacto y aprender de los resultados
5. **Contabilidad de la innovación:** Una forma de medir el progreso y asignar recursos de forma eficiente

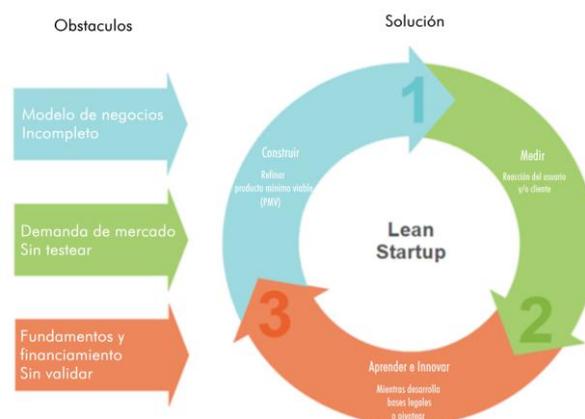


Figura 3. Metodología Lean Startup (La Fábrica, Universidad Mayor)

En el diagrama de la imagen superior se muestra el enfoque iterativo del método Lean Startup a través del ciclo continuo Construir-Medir-Aprender. Como se ha comentado en los párrafos anteriores en cada una de las fases se buscan cumplir con todos los objetivos de la

metodología: reducir el trabajo innecesario, recolectar retroalimentación útil y mantener el enfoque en las necesidades reales del cliente (Ries, 2011)

A continuación, se explican cada una de las fases del método y ciclo Lean Startup con mayor detalle:

1. **Ideas:** El ciclo comienza con las exposición de ideas y estableciendo hipótesis sobre el producto o servicio. En el caso de este proyecto estas ideas pueden estar relacionadas con funcionalidades como la monitorización en tiempo real, la automatización de alertas entre otras
2. **Construir:** Las ideas e hipótesis generadas en el paso anterior se transforman en una primera versión simplificada de un Producto Mínimo Viables (MVP) que permita testear de manera funcional la plataforma básica
3. **Medir:** Se recopila el feedback de los usuarios que prueban el MVP, utilizando KPIs que estén alineadas con las hipótesis planteadas. En el caso del proyecto, esto puede incluir la experiencia del usuario, la utilidad percibida de las herramientas de gestión o el impacto en la eficiencia operativa de las instalaciones
4. **Aprender:** A partir de los datos recopilados se analiza si las hipótesis iniciales son válidas o no. Si se demuestra que no lo son, se plantea un “pivotaje”, es decir, se modifica el enfoque del producto o del modelo de negocio
5. **Repetir:** Este ciclo se repite continuamente, permitiendo refinar las ideas y la solución propuesta en función de lo aprendido en cada iteración

Esta metodología será la que se aplicará a lo largo de todo el proyecto para que el SaaS esté aplicado a las necesidades del clientes y pueda adaptarse con agilidad a los cambios que se puedan dar en el contexto global de la agrovoltáica

5.3 BUSINESS MODEL CANVAS

A lo largo de este proyecto también se hará uso de otra metodología que consiste en una estructura denominada Business Model Canvas que permite identificar todo lo necesario

para desarrollar un modelo de negocio. Este framework está dividido en nueve bloques interconectados entre sí (Osterwalder & Pigneur, 2010)

A continuación, se explican los nueve bloques de esta metodología:

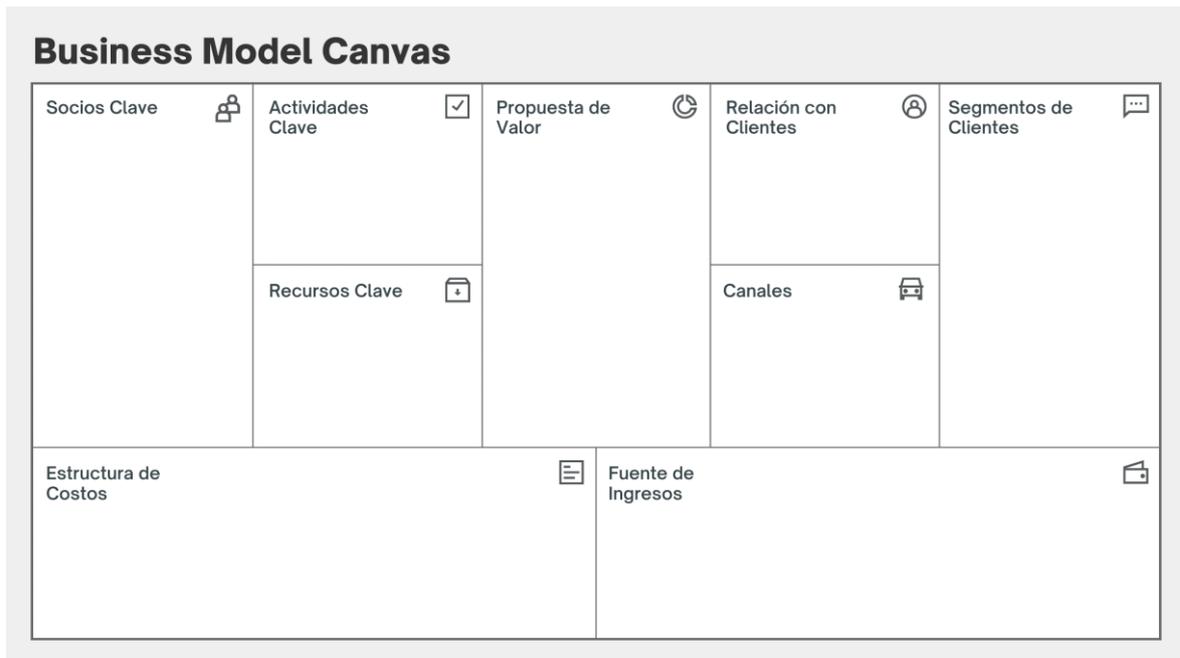


Figura 4. Business Model Canvas esquema (Startupeable)

Segmentos de clientes

El bloque Segmento de Clientes define los distintos grupos de personas u organizaciones a los que la compañía tiene como objetivo. Los clientes son clave en cualquier modelo de negocio ya que sin ellos las compañías no pueden sobrevivir. Para cumplimentar las necesidades de los clientes mejor, generalmente las organizaciones agrupan a los clientes en distintas segmentaciones según su comportamiento o requerimientos. Esta segmentación permite comprender y atender mejor a los clientes (Osterwalder & Pigneur, 2010). Algunas características importantes que se deben de comprender de los clientes son:

- **Requerir y justificar una propuesta de valor distinta:** Por ejemplo, grandes empresas pueden necesitar soluciones completas y personalizadas, mientras que pequeñas empresas pueden buscar servicios más básicos o específicos

- **Llegar a los clientes por diferentes canales:** Algunos clientes pueden preferir la atención presencial, mientras que otros pueden optar por canales digitales o automatizados
- **Requieren distintos tipos de relaciones:** Algunos segmentos necesitan un contacto continuo, como asesoramiento personalizado, mientras que otros pueden conformarse con una interacción puntual o autoservicio
- **Tienen distintas rentabilidades:** Los clientes que generan ingresos recurrentes o de alto volumen pueden ser más rentables que aquellos que requieren atención puntual y con bajo margen
- **Están dispuestos a pagar por diferentes aspectos del producto o servicio:** Algunos valoran la personalización o el soporte técnico, mientras que otros priorizan el precio o la facilidad de uso

Propuesta de valor

El bloque de la Propuesta de Valor ayuda a definir el producto o servicios que se va a ofrecer en el modelo de negocio y como va a crear valor para el cliente. Da las razones por las cuales el cliente debe elegir un producto o servicio frente a otro atacando sus necesidades o problemas concretos (Osterwalder & Pigneur, 2010)

La creación de valor puede adoptar muchas formas. Estas formas representan diferentes maneras en las que una empresa puede aportar algo valioso a sus clientes. Algunas de las más comunes son:

- **Novedad:** Ofrecer productos o servicios completamente nuevos que resuelvan necesidades que antes no estaban cubiertas
- **Rendimiento:** Mejorar el desempeño de un producto o servicio para ofrecer mejores resultados al cliente
- **Personalización:** Adaptar las soluciones a las necesidades específicas de cada cliente

- **Ayuda en la realización de tareas:** Facilitar a los clientes la realización de sus tareas o actividades de forma más eficiente
- **Diseño:** Utilizar un diseño superior o distintivo que aporte valor y destaque frente a la competencia
- **Marca o estatus:** Crear valor mediante la asociación a una marca reconocida o prestigiosa
- **Precio:** Ofrecer una propuesta de valor a un coste más bajo, especialmente para segmentos sensibles al precio
- **Reducción de costes:** Ayudar al cliente a disminuir sus propios costes operativos
- **Reducción de riesgos:** Minimizar los riesgos para el cliente a través de garantías, seguros u otras formas de protección
- **Accesibilidad:** Hacer que un producto o servicio sea accesible para personas o mercados que antes no lo tenían al alcance
- **Comodidad o facilidad de uso:** Proporcionar soluciones más sencillas, prácticas o cómodas para el cliente

Estas distintas formas de crear valor permiten a las empresas diseñar propuestas más efectivas y ajustadas a lo que realmente buscan sus clientes, lo cual es clave para construir un modelo de negocio sólido y competitivo

Canales

El bloque de los canales explica como las compañías llegan a sus clientes para aportar su propuesta de valor. Los canales son puntos esenciales que ayudan a construir la experiencia de usuario y juegan un papel crucial en distintas funciones clave (Osterwalder & Pigneur, 2010):

- Dar a conocer el producto o servicio
- Ayudar a los clientes a entender y valorar lo que se les ofrece
- Facilitar el acceso y la compra del producto o servicio
- Entregar la propuesta de valor de forma eficiente y satisfactoria

- Brindar apoyo después de la venta para asegurar una buena experiencia y satisfacción del cliente

Relación con Clientes

Este bloque trata las diferentes relaciones que la compañía tiene con su segmento de clientes. Estas relaciones son fundamentales para asegurar una experiencias positiva por parte del cliente y cumplir con los objetivos del modelo de negocio. Las relaciones pueden ser muy variadas desde muy personalizadas hasta totalmente automatizadas (Osterwalder & Pigneur, 2010)

El proceso seguido para obtener estas relaciones tiene tres partes:

1. **Captación de clientes:** Conseguir nuevos usuarios o clientes para el negocio
2. **Fidelización:** Mantener relaciones duraderas y generar lealtad en los clientes actuales
3. **Incremento de ventas:** Motivar a los clientes existentes a contratar servicios adicionales o de mayor valor

Fuente de ingresos

El bloque de Fuentes de Ingresos describe cómo una empresa genera ingresos a partir de los distintos segmentos de clientes a los que se dirige. Estas fuentes son fundamentales, ya que constituyen la base financiera del modelo de negocio. Para identificarlas, es necesario comprender cuánto está dispuesto a pagar cada segmento por el valor que se le ofrece. Las fuentes de ingresos pueden clasificarse principalmente en dos tipos: **ingresos por transacción**, que corresponden a pagos puntuales por productos o servicios específicos; e **ingresos recurrentes**, que provienen de pagos continuos asociados a servicios periódicos o suscripciones. Ambos tipos pueden coexistir dentro de un mismo modelo de negocio, dependiendo de la naturaleza de la oferta y de la relación establecida con los clientes (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Recursos clave

El bloque de Recursos Clave identifica los activos necesarios para que el negocio pueda operar de manera efectiva. Estos recursos ayudan a las compañías a ofrecer su propuesta de valor, llegar a sus mercados objetivo, mantener relaciones con los clientes y generar ingresos. Dependiendo del modelo de negocio, estos recursos pueden variar (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Actividades Clave

El bloque de Actividades Clave describe las acciones fundamentales que una empresa debe llevar a cabo para que su modelo de negocio funcione correctamente. Estas actividades son esenciales para entregar la propuesta de valor, llegar a los mercados objetivo, mantener relaciones sólidas con los clientes y asegurar la generación de ingresos. Son, en definitiva, las tareas estratégicas que permiten que todos los elementos del modelo de negocio estén alineados y operativos (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Socios Clave

El bloque de los Socio Clave muestra la importancia de la red de proveedores y partners que son necesarios para operar el negocio de una manera efectiva. Los socios son cruciales en el proceso de optimización del modelo de negocio, reduciendo riesgos o a la hora de adquirir recursos (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Entre los tipos más comunes de asociaciones con socios clave se encuentran las alianzas con empresas no competidoras, conocidas como alianzas estratégicas, que permiten aprovechar sinergias sin generar conflictos de intereses. También existe la cooptation, que son colaboraciones entre competidores con el objetivo de obtener beneficios mutuos en áreas específicas. Las joint ventures o empresas conjuntas son otro tipo de asociación, creadas para desarrollar nuevos productos, servicios o soluciones de manera colaborativa. Por último, las relaciones entre comprador y proveedor son fundamentales para asegurar un suministro constante y confiable de los recursos necesarios para la operación del negocio (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Estructura de Costes

El bloque de Estructura de Costes en el Business Model Canvas describe todos los costes asociados al funcionamiento de un modelo de negocio. Estos incluyen los gastos relacionados con la entrega de la propuesta de valor, el mantenimiento de las relaciones con los clientes y la generación de ingresos. Para identificar estos costes, es fundamental analizar los recursos clave, las actividades principales y las alianzas estratégicas de la empresa (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Mientras que algunos modelos de negocio se centran en minimizar los costes, como es el caso de las aerolíneas de bajo coste, otros pueden enfocarse en la creación de valor, incluso si ello implica asumir mayores gastos

Capítulo 6. RECURSOS A EMPLEAR

A lo largo del proyecto se utilizarán distintas herramientas en cada una de las fases de desarrollo del modelo de negocio para asegurar un enfoque estructurado y que esté adaptado a las necesidades de cada una de las fases

En la primera fase, centrada en la ideación, se utilizarán herramientas como el Business Model Canvas y el Value Proposition Canvas, que permitirán construir una primera versión del modelo de negocio, visualizando de forma clara cómo se crea, entrega y captura valor.

En la segunda fase, fase de validación, se desarrollará un producto mínimo viable (MVP) para realizar una prueba inicial con potenciales usuarios reales. En esta etapa las herramientas variarán dependiendo de cómo se quiera realizar el SaaS y con qué nivel de detalle se quiere desarrollar el MVP en la primera iteración, adaptándose a las circunstancias y recursos disponibles

Por último, en la fase de análisis financiero, se evaluará la viabilidad económica del proyecto realizando una estimación de la P&L y del mercado objetivo. Para ello, se trabajará principalmente con hojas de cálculo, utilizando Excel como herramienta base

Capítulo 7. DESARROLLO MODELO DE NEGOCIO

A lo largo de todo este capítulo 7 se va a desarrollar la fase de ideación del Business Model Canvas como se indica en el propio título. El objetivo es establecer las bases de la propuesta del proyecto y juntar todos los elementos que la componen. Para ello, primero se describirá el problema detectado en el mercado y la solución que se plantea como respuesta. Tras esto se hará un primer borrador del modelo de negocio utilizando, como se ha mencionado en la metodología, la herramienta Business Model Canvas, que permitirá desglosar y entender mejor aspectos como los segmentos de clientes, las fuentes de ingresos o las actividades clave. Por último, se profundizará en la propuesta de valor mediante el Value Proposition Canvas, con el fin de conectar de forma clara lo que se ofrece con lo que realmente necesitan los potenciales usuarios. Con esta estructura se busca que el enfoque de todo el proyecto sea práctico y se puedan validar mediante encuestas u otras metodologías las ideas iniciales propuestas a lo largo de todo este capítulo

7.1 EL PROBLEMA

El modelo de negocio comienza por encontrar algún problema real que esté afectando a algún sector e identificar cual de esos problemas es el más relevante dentro de la industria. La industria escogida para analizar es la del sector agrovoltaico que consiste en la unión de la industria solar fotovoltaica con el sector agrario, en el cual España es un líder a nivel mundial. Esta industria ha ido ganando protagonismo en los últimos años como una solución sostenible frente al reto global de optimizar el uso del suelo mundial

A pesar de ser una industria emergente tiene una serie de problemas y desafíos que están por el momento pendientes de ser resueltos y que dificultan la consolidación de la industria a nivel operativo y estructural. Es por ello que se va a analizar los principales problemas de la

industria para detectar oportunidades de mejora que permitan encontrar una solución viable que pueda aportar valor real y empresarial a lo largo de toda la industria

A continuación, se muestra, en la figura inferior, el Brainstorming realizado con el objetivo de identificar los problemas de la industria. Entre todos los problemas encontrados en la industria destacan los dos problemas marcados en verde en la figura. Estos dos problemas son: Acceso limitado a datos históricos y Falta de gestión integrada de datos. Estos dos problemas se recogen dentro de un problema global de la industria que es la falta de digitalización de cultivos y de instalaciones de tecnologías duales como es el caso de la agrovoltaica



Figura 5. Brainstorming para detectar el problema

Tras haber detectado los dos problemas que se quieren resolver englobados en un solo problema como es la falta de digitalización del sector agrovoltaico, se va a realizar el Empathy Map para determinar el problema que supone para el cliente final. En primer lugar, se ha definido lo que se conoce como el *user persona* del producto para establecer a quien es el público al que se dirige. En este caso se ha creado este perfil para una persona y para una empresa:

- **Usuario individual:** perfil técnico-agrícola, encargado de la explotación de fincas, con poco tiempo disponible para recolectar datos y necesidad de simplificación de procesos
- **Usuario empresa:** Empresa desarrolladora o gestora de proyectos agrovoltaicos que maneja múltiples instalaciones y busca centralizar la información para optimizar la operación y el seguimiento técnico

A nivel del Empathy Map se parecen mucho el del usuario individual y el del usuario empresa por lo que se simplificará en uno único

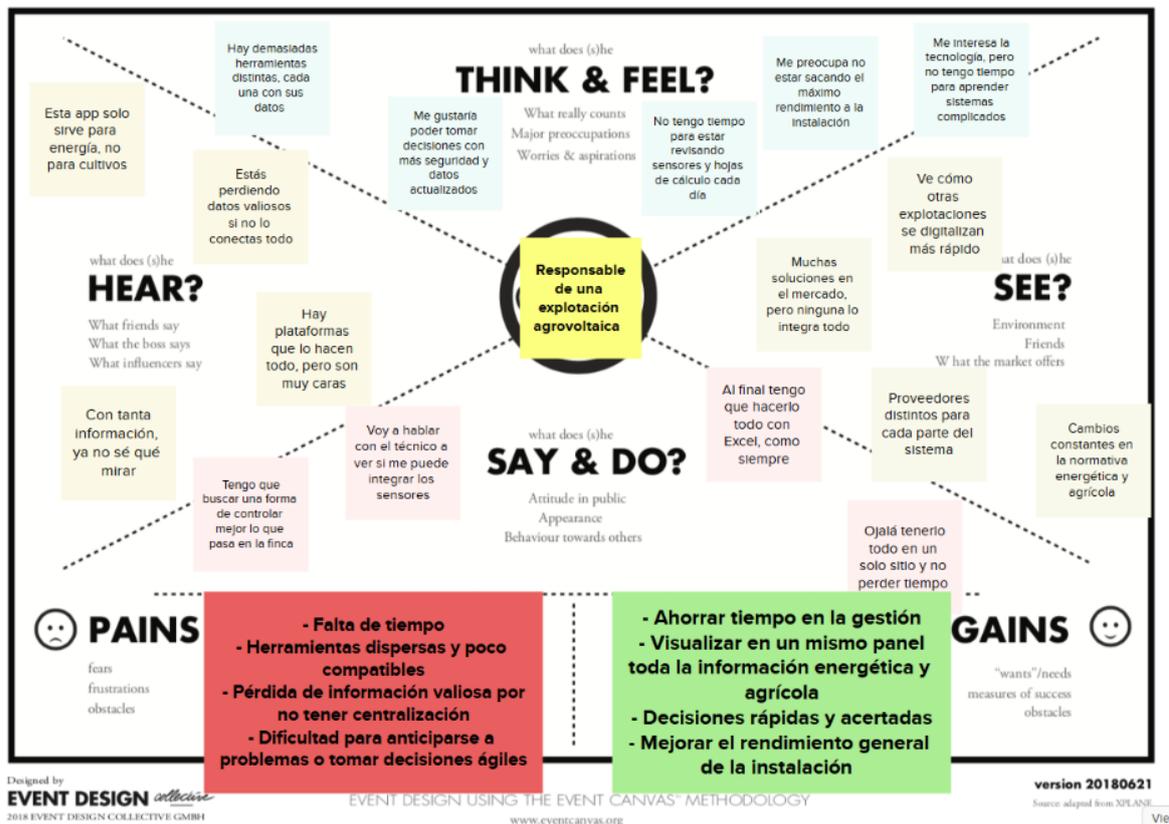


Figura 6. Empathy map del user persona

Tras haber analizado en profundidad los principales retos del sector agrovoltaico en España y haber establecido las necesidades de los actores involucrados, se ha identificado que el problema central al que se debe dar respuesta en este proyecto es: *¿Cómo facilitar la gestión*

integrada de datos agrícolas y energéticos en instalaciones agrovoltáicas? Dando respuesta a esta pregunta se resuelven gran parte de los puntos de fricción comentado en el Empathy Map de la imagen superior. Entre los puntos a los que se daría respuesta destacan la falta de tiempo, la pérdida de información valiosa y la dificultad para tomar decisiones

En el siguiente apartado se muestra la solución propuesta sobre la que se desarrollará el resto del proyecto

7.2 SOLUCIÓN AL PROBLEMA PARA DESARROLLAR LA IDEA DE NEGOCIO

Tras haber encontrado el problema al que se quiere dar una solución dentro del sector agrovoltáico se debe encontrar una solución viables que posteriormente se pueda escalar y realizar un modelo de negocio, para dar con esta solución se ha realizado una lluvia de ideas que deba dar respuesta a la siguiente pregunta: *¿Cómo facilitar la gestión integrada de datos agrícolas y energéticos en instalaciones agrovoltáicas?*

Tras la lluvia de ideas se han obtenido dos ideas finales que dan solución a este problema de distintas manera:

1. **Servicio integral de consultoría y acompañamiento digital:** Consultoría especializada que ofrece instalación de sensores, integración de sistemas y formación personalizada para facilitar la gestión de datos sin necesidad de plataformas propias
2. **Plataforma SaaS de gestión agrovoltáica:** Plataforma en la nube que centraliza y analiza en tiempo real datos agrícolas y energéticos. Incluye visualización, alertas automáticas y personalización por usuario. Pensada para operadores, ingenieros agrónomos y propietarios

Una vez analizadas las dos ideas se llega a la conclusión que la segunda idea del SaaS es la mejor idea ya que tiene un alto potencial de escalabilidad, eficiencia operativa y capacidad para responder directamente al problema identificado. Además, su modelo en la nube facilita una rápida implementación, actualización continua y acceso desde cualquier ubicación, lo

que la convierte en una solución sostenible, adaptable y con gran proyección en un sector en pleno crecimiento

A continuación, se va a llevar a cabo un análisis del modelo de negocio generado a partir de la idea seleccionada

7.3 MODELO DE NEGOCIO INICIAL (BUSINESS MODEL CANVAS)

En este apartado se presentará el Business Model Canvas inicial que servirá como punto de partida para estructurar una propuesta de valor clara y coherente frente al problema identificado: la falta de herramientas que integren de forma eficiente la gestión de datos agrícolas y energéticos en instalaciones agrovoltaicas. A lo largo de esta sección se analizarán en detalle los distintos bloques del modelo, llevando a cabo cada una de las partes a desarrollar por cualquier negocio en términos de clientes, canales, fuentes de ingresos, actividades clave y demás elementos estratégicos del negocio

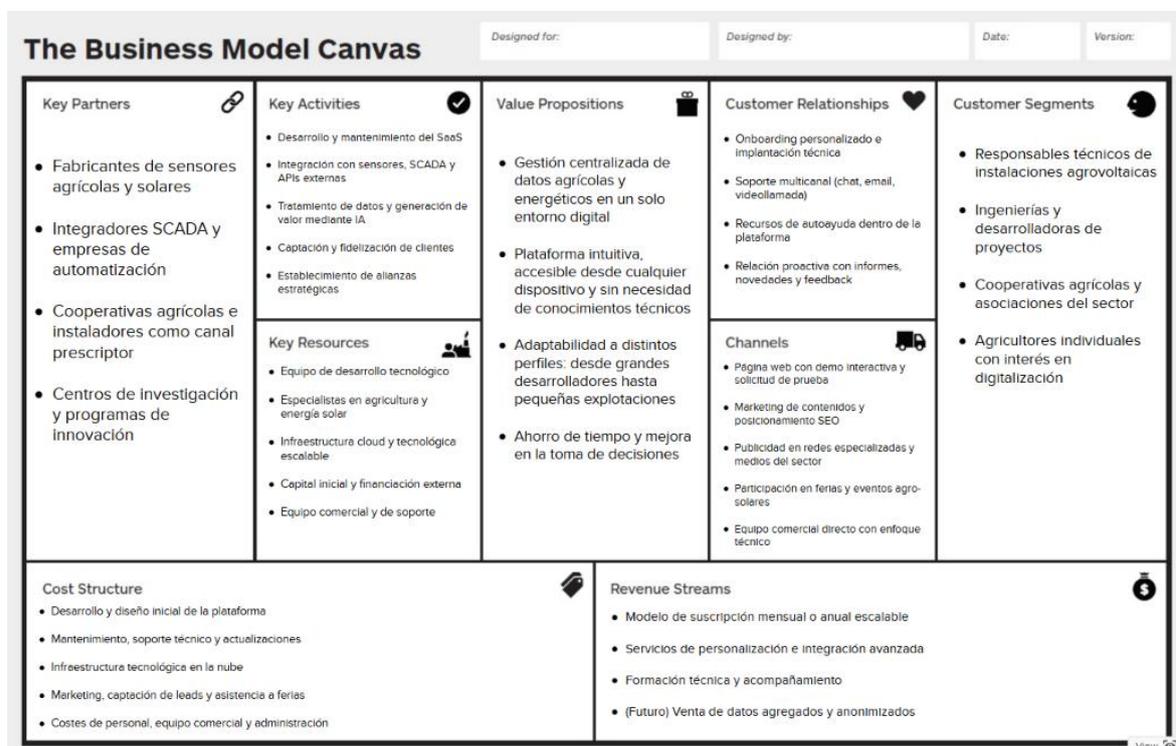


Figura 7. Business Model Canvas completo

Propuesta de valor

El SaaS ofrece una solución completa para la gestión de instalaciones agrovoltaicas, todo ello en un único entorno digital: la supervisión, análisis y optimización de datos tanto agrícolas como energéticos. La propuesta de valor se construye a tiene tres pilares clave: la centralización de datos, la optimización operativa y la facilidad de uso

Entre los operadores de proyectos agrovoltaicos hay un problema importante con el tratamiento y acceso a la información. Los datos proceden de múltiples sistemas no integrados (sensores de riego, sistemas SCADA de energía, estaciones meteorológicas, etc.), lo que implica un elevado consumo de tiempo, riesgo de errores y pérdida de eficiencia. La plataforma elimina esta barrera mediante la integración de diferentes fuentes de datos en un solo panel de control intuitivo, accesible desde cualquier dispositivo

Además, se podrá analizar la incorporación de inteligencia artificial generar recomendaciones automáticas, predecir incidencias o desviaciones, y permitir tomar decisiones informadas en tiempo real. En el SaaS se busca que se pueda adaptar a distintos proyectos, tanto a grandes desarrolladores de proyectos agrovoltaicos como a pequeñas explotaciones familiares, y busca ofrecer distintos niveles de funcionalidad y precios según las necesidades del cliente. Para utilizarlo no se requieren conocimientos técnicos avanzados ya que su interfaz visual es fácil de usar lo que ayuda a facilitar la adopción incluso por usuarios con baja experiencia digital

Actividades Clave

Las actividades que componen el núcleo de actividad de la compañía son las siguientes:

- **Desarrollo y mantenimiento de la plataforma SaaS:** El core del modelo de negocio consiste en el desarrollo y mantenimiento de la plataforma. Las actividades principales que componen esto son diseñar, programar, testear y mantener la infraestructura tecnológica, garantizando su escalabilidad, estabilidad y usabilidad. Otras actividades que también se incluyen en estas son las integraciones con los

sensores agrícolas y solares, APIs externas como pueden ser las de Google Maps o similares y la implementación de otras funcionalidades más avanzadas o personalizadas a cada uno de los clientes

- **Gestión de datos y mejora continua:** Se deberán establecer procesos de control de calidad de los datos, así como algoritmos de aprendizaje automático para generar valor a partir de ellos. Además, se buscará mejorar constantemente la plataforma a partir del feedback de los usuarios
- **Captación de clientes:** Será necesario llevar a cabo distintas actividades de comerciales conjuntamente con el equipo de marketing, así como negociaciones y onboarding de nuevos clientes, especialmente explotaciones agrovoltaicas, cooperativas, ingenierías agrícolas y energéticas. También incluye la gestión de relaciones a largo plazo, soporte técnico y atención al cliente
- **Alianzas tecnológicas y estratégicas:** Se deben establecer relaciones estratégicas con fabricantes de sensores, instaladores de sistemas agrovoltaicos, integradores SCADA y empresas de energía o agronomía

Recursos Clave

Para que el modelo de negocio que se está desarrollando funciones hay ciertos recursos claves que son necesarios para llevarlo a cabo

- **Equipo de desarrollo tecnológico:** Es necesario contar con un equipo de desarrolladores de software para construir y mantener el sistema
- **Expertos en agricultura y energía solar:** La plataforma necesita Es necesario que la plataforma se adapte a las necesidades del sector agrovoltaico. Por ello, se requiere el apoyo de perfiles técnicos con experiencia en este sector, gestión de cultivos, riego, así como en tecnología solar fotovoltaica
- **Infraestructura tecnológica:** Serán necesarios de servidores en la nube (por ejemplo, AWS, Azure o Google Cloud) para soportar la plataforma y alojar los datos garantizando disponibilidad, seguridad y escalabilidad

- **Capital inicial y financiación:** Para poner en marcha el desarrollo, validar el producto con usuarios y cubrir los costes operativos en las fases iniciales, será necesario disponer de recursos financieros, ya sea a través de fondos propios, inversores, subvenciones o aceleradoras
- **Equipo de negocio y comercial:** Se requerirá un pequeño equipo orientado al desarrollo de negocio, captación de clientes, marketing y soporte al cliente, capaz de comunicar la propuesta de valor del producto, entender las necesidades del mercado y construir relaciones con los partners y clientes

Socios Clave

Para que funcione el modelo de negocio que se está proponiendo es fundamental que se establezcan diferentes alianzas que puedan aportar valor a la compañía en cualquiera de sus fases de desarrollo. Entre estos socios clave destacan socios a un nivel más operativo como los fabricantes de sensores agrícolas y fotovoltaicos como otros socio más a niveles digitales o de sistemas como integradores de sistemas de SCADA. También serán claves algunos socios comerciales como por ejemplo pueden serlo cooperativas de agricultores o instaladores de sistemas agrovoltáicos que hagan de prescriptores del SaaS. Por último, colaboraciones con centros de investigación y programas de apoyo a startups permitirán validar técnicamente la solución y facilitar su crecimiento en el mercado

Relación con Clientes

La Relación con el Cliente es un bloque fundamental a la hora de establecer un modelo de negocio ya que ayuda a la adopción inicial de producto por parte del cliente como a la fidelización a largo plazo del mismo. Debido al tipo de cliente del SaaS, cliente con perfil técnico, se va a establecer un enfoque híbrido que combine la atención personalizada con soporte digital

En la fase inicial de la venta del producto el objetivo será acompañar al cliente en todo el proceso de incorporación e implantación del SaaS, asegurando que la plataforma se adapta

a sus necesidades específicas para poderlo moldear a las mismas. A continuación, se presentan los principales métodos de relación con los clientes:

- **Onboarding personalizado:** asistencia técnica en la configuración inicial del SaaS, ayuda en la conexión de dispositivos como puedan ser sensores agrícolas o solares
- **Soporte multicanal:** atención al cliente vía chat, correo electrónico y videollamada, con tiempos de respuesta adaptados al plan de suscripción
- **Autoasistencia:** acceso a una base de recursos, videotutoriales y guías paso a paso dentro de la plataforma para facilitar el uso autónomo
- **Relación proactiva:** envío periódico de informes de uso, sugerencias de mejora, novedades en la plataforma y recogida de feedback para detectar nuevas necesidades o puntos de mejora por parte del producto para poderlo personalizar más a la experiencia requerida por cada cliente
- **Programas de fidelización:** beneficios por permanencia o recomendaciones, y acceso anticipado a nuevas funcionalidades para ciertos clientes

Canales

Los canales de venta tienen como objetivo hacer que el SaaS llegue a los clientes finales de la manera más efectiva y eficaz mejorando así la captación y retención de los clientes. Al ser la solución propuesta principalmente solución digital B2B dirigida a explotaciones agrovoltáicas, ingenierías, cooperativas y desarrolladores de proyectos, los canales deben combinar presencia online con un enfoque comercial directo y especializado. Para llevar a cabo esta estrategia de canales se van a adoptar los siguientes canales:

- **Canal digital (sitio web y demo interactiva):** la plataforma contará con una página web donde los clientes podrán conocer las funcionalidades del producto, acceder a una demo interactiva y solicitar una prueba gratuita o contacto comercial
- **Marketing de contenidos y SEO:** también en la página web se generarán contenidos técnico (artículos, casos de uso, vídeos explicativos) que ayuden a los clientes en las

dificultades técnicas que puedan tener y permitan mejorar el posicionamiento del SaaS

- **Publicidad segmentada en redes y medios especializados:** campañas en LinkedIn, newsletters agrícolas y medios del sector renovable para dar a conocer la marca y traer clientes relevantes
- **Participación en ferias, congresos y eventos del sector agro y solar:** presencia física o virtual en eventos clave para establecer relaciones, generar confianza y captar clientes B2B de alto potencial
- **Equipo comercial directo:** enfoque técnico para contactar con clientes potenciales, encontrar nuevas oportunidades y hacer demostraciones personalizadas

Segmentos de Clientes

El SaaS tiene como cliente objetivo a empresas principalmente o a profesionales que se dediquen a las gestión de plantas agrovoltaicas. Aunque se trate de una sector que todavía no está maduro y se encuentra en crecimiento ya existen distintos perfiles de clientes que tienen necesidades diferentes

El primer perfil de cliente que puede ser usuario del SaaS son los responsables técnicos de proyectos agrovoltaicos, estas personas son las encargadas de tomar decisiones sobre el riego, mantenimiento de los cultivos y del correcto funcionamiento de sistemas solares. Este perfil de cliente necesita una herramienta sencilla de usar y fiable que le aporte un visión global de lo que está pasando en directo en la instalación

Por otro lado, están las ingenierías y desarrolladoras de proyectos agrovoltaicos, que diseñan, instalan y gestionan múltiples instalaciones para terceros. Para ellos, la plataforma representa una forma de centralizar el control de diferentes plantas y optimizar los recursos que dedican al seguimiento y operación de cada proyecto

Otro segmento relevante es el formado por distintas cooperativas agrícolas y asociaciones de este sector, este perfil de clientes lo que busca es digitalizar sus explotaciones agrícolas y dar servicio a múltiples agricultores. En el caso de estos clientes es importante tener una

herramienta que se pueda escalar a los proyectos que se vayan adhiriendo a las cooperativas y que pueda mejorar la eficiencia y facilidad de gestión operativa de las plantaciones

Por último, aunque en menor medida en las fases iniciales, existe un grupo de agricultores individuales o explotaciones más pequeñas que podrían beneficiarse de versiones simplificadas de la plataforma, especialmente si se enfocan en facilitar el control básico de la energía y el riego

Fuentes de Ingresos

La fuente de ingresos principal del SaaS se basará en un modelo de suscripción, adaptándose al perfil y al tamaño de cada uno de los clientes. Gracias al modelo de suscripción se conseguirá tener unos ingresos recurrentes y ciertamente garantizados lo que hará más sencilla la gestión de caja de la compañía. La plataforma contará con varios planes escalables que se diferenciarán por el número de instalaciones gestionadas, el nivel de funcionalidades disponibles y el tipo de soporte incluido

Principalmente estas plan de suscripción se realizará en cuotas mensuales o anuales que los clientes tendrán que pagar para poder acceder a la plataforma. Estos planes podrán ir desde una versión básica orientada a explotaciones pequeñas, hasta opciones más completas para ingenierías, desarrolladores de proyectos o cooperativas que gestionan múltiples plantas agrovoltaicas

Además del modelo de suscripción se tiene intención de desarrollar otras fuentes de ingresos secundarias:

- **Servicios de personalización e integración avanzada**, pensados para clientes que requieran adaptar la plataforma a sistemas o sensores específicos, o que necesiten módulos funcionales a medida
- **Formación técnica**, a través de cursos online o sesiones en vivo para equipos que deseen profundizar en el uso de la plataforma, el análisis de datos o el mantenimiento de sus instalaciones

Por último, en el medio plazo, también pretender explorar otra fuente adicional de ingresos a través de la venta de datos anonimizados (con consentimiento previo por parte de los clientes), ofreciendo información de valor para instituciones, empresas de energía o investigación

Estructura de costes

El coste más relevante al principio es el desarrollo del producto, este coste incluye todo el coste de programación del software y adaptación para integrarlo con sistemas agrícolas y energéticos. También incluye el diseño de la interfaz sencilla e intuitiva para que sea de uso fácil para el usuario. Este desarrollo puede realizarse internamente o a través de un proveedor tecnológico externo, dependiendo de los recursos disponibles en las fases iniciales.

Una vez se lance la plataforma se deberán tener en cuenta los costes de mantenimiento, actualizaciones y soporte técnico del SaaS, estos costes son claves para poder garantizar el correcto funcionamiento de la plataforma y asegurar que la experiencia del usuario es buena. A medida que la base de clientes vaya aumentando estos costes aumentarán significativamente. También se deben considerar los costes de infraestructura tecnológica, como servidores en la nube, bases de datos, licencias de herramientas externas, y sistemas de seguridad informática.

En paralelo, habrá que destinar recursos a marketing y adquisición de clientes, especialmente en la etapa de crecimiento. Esto incluye campañas digitales, asistencia a ferias del sector, demostraciones personalizadas y generación de contenidos técnicos para captar leads cualificados. Por último, se contemplan los costes relacionados con el equipo de negocio y gestión, incluyendo salarios y administración general.

7.4 VALUE PROPOSITION CANVAS INICIAL DEL PROYECTO

En este apartado se hará un análisis usando la herramienta del Value Proposition Canvas en la que se analiza cuál es la propuesta de valor (Value Map) desarrollada en el Business Model

Canvas, los segmentos de clientes (Customer profile) también desarrollados en el Business Model Canvas y la relación entre propuesta de valor y el segmento de clientes

La herramienta Customer Profile permite entender en detalle el cliente al que va dirigido el producto que se quiere desarrollar. No se trata de una segmentación por características demográficas o necesidades profesionales, sino que el objetivo es identificar que es lo que hace el cliente es su día a día y cuáles son las tareas que necesitas resolver y con qué tipo de obstáculos se encuentra en su trabajo cotidiano. Con este enfoque se busca ponerse en el lugar del cliente y entender que hay detrás del producto, entendiendo su el contexto real y las prioridades del cliente

Por otro lado, tenemos la herramienta del Value Map cuyo objetivo es establecer como la empresa da respuesta a esa realidad del cliente identificada con la herramienta anterior. Es decir, como lo que se ofrece (ya sea un producto, un servicio o una combinación de ambos) ayuda al cliente a conseguir lo que busca, le ahorra tiempo o incluso le genera beneficios que no esperaba. Se trata de conectar lo que hace la compañía con lo que de verdad le aporta valor al cliente, asegurándose de que la propuesta no solo tiene sentido, sino que también encaja con las necesidades del cliente final de forma directa y tangible

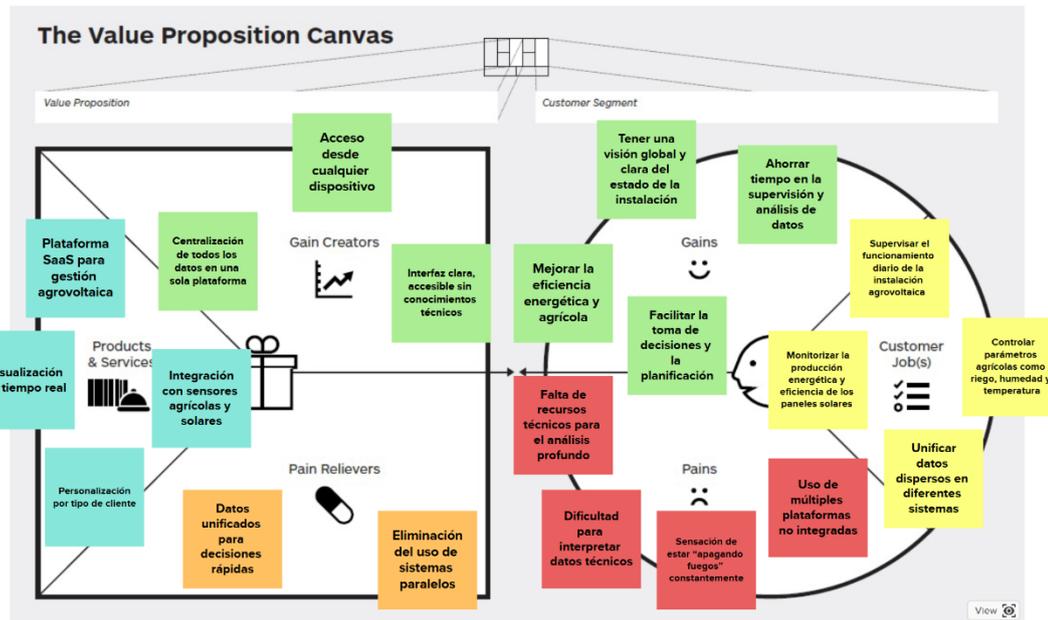


Figura 8. Value Proposition Canvas

Una vez se ha completado el Value Proposition Canvas se explicará en detalle cada uno de los apartados del mismo

7.4.1 CUSTOMER PROFILE

Tareas del clientes (Customer Jobs)

- **Supervisar el funcionamiento diario de la instalación agrovoltaica:** Esta es la principal tarea que el perfil técnico del tipo de cliente realiza en su día a día. Debe asegurarse de que todo funciona correctamente, ya sea el riego, paneles solares para asegurar la producción eficiente tanto agrícola como solar
- **Controlar parámetros agrícolas como riego, humedad y temperatura:** Estos son los principales indicadores que el técnico debe parametrizar y hacer para que estén dentro de los rangos óptimos para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación

- **Monitorizar la producción energética y eficiencia de los paneles solares:** El rendimiento energético es clave para la rentabilidad de los proyectos agrovoltaicos. Esta tarea implica controlar si los paneles están generando lo esperado, detectar bajadas de rendimiento y coordinar con mantenimientos si es necesario
- **Unificar datos dispersos en diferentes sistemas:** Generalmente otra tarea que el cliente debe realizar es juntar y analizar los datos agrícolas y solares que en caso de tener acceso a ellos se encuentran generalmente en plataformas distintas

Frustraciones o dificultades (Pains)

- **Uso de múltiples plataforma no integradas:** Al tener el cliente que consultar múltiples plataformas para poder extraer los datos necesarios genera que se consuma mucho tiempo útil que se podría estar dedicando a otra tarea que también genere valor en el activo
- **Falta de recursos técnicos para el análisis:** No todos los trabajadores de las empresas que son potenciales clientes tienen los conocimientos técnicos de gestión agrovoltaica y de gestión de datos, lo que genera que no se pueda extraer todo el valor que los datos pueden aportar a la toma de decisiones
- **Dificultad para interpretar datos técnicos:** Incluso cuando la información está disponible, si no está bien presentada o contextualizada, puede ser difícil entender qué está pasando o qué acción tomar
- **Sensación de estar "apagando fuegos" constantemente:** Utilizar la gestión reactiva en el día a día genera pérdidas de eficiencia y de tiempo lo que genera que el cliente siente que siempre llega tarde, resolviendo problemas en lugar de prevenirlos

Beneficios esperados (Gains)

- **Ahorrar tiempo en la supervisión y análisis de datos:** Una de las principales propuesta de valor para el usuario es el ahorro de tiempo dedicado a revisar información, con una única herramienta que englobe todo

- **Visión global y clara del estado de la instalación:** Es necesario que el cliente de manera sencilla y rápida sea capaz de determinar el estado en el que se encuentra la instalación
- **Mejorar la eficiencia energética y agrícola:** Al poder analizar con claridad tanto la producción fotovoltaica como los parámetros de cultivo, se pueden hacer ajustes más precisos que se traducen en mayor rendimiento, menor desperdicio y mejores decisiones
- **Facilitar la toma de decisiones y planificación:** Al presentar los datos de manera ordenada y conectada se facilita la decisión final tanto del día a día como de decisiones más estratégicas a medio y largo plazo

7.4.2 VALUE MAP

Productos y Servicios (Product & Services)

- **Plataforma SaaS para gestión agrovoltáica:** El núcleo de la propuesta: una herramienta en la nube diseñada para gestionar, visualizar y analizar en un mismo entorno los datos clave de la operación agrícola y energética
- **Visualización en tiempo real:** El producto tiene la capacidad de mostrar en todo momento lo que está ocurriendo en la instalación lo cual permite actuar y tomar decisiones con agilidad en el momento oportuno mejorando la eficiencia operativa
- **Integración con sensores agrícolas y solares:** El SaaS no funciona de manera aislada, sino que se conecta con los dispositivos que ya existen en campo, recogiendo y organizando datos automáticamente
- **Personalización por tipo de cliente:** Cada instalación tiene sus propias particularidades y por ello el producto se puede adaptar a las distintas necesidades de los clientes tanto grandes instalaciones como pequeños agricultores individuales

Reductores de Frustración (Pain Relievers)

- **Eliminación del uso de sistemas paralelos:** Con la integración total, ya no es necesario trabajar con diferentes plataformas. Esto simplifica la rutina diaria del usuario y reduce el riesgo de inconsistencias entre sistemas
- **Datos unificados para decisiones rápidas:** Tener toda la información sincronizada en un mismo entorno acelera los tiempos de análisis, permitiendo actuar con rapidez y anticiparse a los problemas antes de que se agraven

Generadores de Valor (Gain Creators)

- **Centralización de todos los datos en una sola plataforma:** En lugar de tener que abrir múltiples programas o herramientas, el usuario encuentra todo lo necesario en un único lugar, lo que le permite ahorrar tiempo
- **Acceso desde cualquier dispositivo:** La movilidad es clave. Ya sea desde el ordenador, una tablet o el móvil, los responsables pueden estar conectados con su instalación en cualquier momento, incluso en campo
- **Interfaz clara, accesible sin conocimientos técnicos:** La plataforma está diseñada para que cualquier usuario pueda interpretarla fácilmente, independientemente de su formación tecnológica

Capítulo 8. VALIDACIÓN CON USUARIOS Y

AJUSTES

Tras haber elaborado un primer modelo negocio en el punto anterior utilizando la herramienta Business Model Canvas y otros frameworks anexos, se procede a validar este modelo con posibles usuarios del producto que se ha desarrollado. A esta fase se le denomina fase de validación del modelo de negocio y se realizarán una serie de experimentos y se pondrán en práctica distintas herramientas que permitan realizar esa validación con los usuarios finales para poder aportar una solución real que se adapte a sus necesidades. Este proceso arranca con la definición de las hipótesis clave que se quieren comprobar, continúa con la planificación y realización de encuestas y experimentos para contrastarlas, y finaliza con la adaptación del modelo de negocio en función de los aprendizajes obtenidos durante la validación

Para evaluar el punto de partida del modelo de negocio propuesto, se va a aplicar una herramienta basada en siete preguntas clave que permiten analizar la solidez y el potencial de cualquier modelo. Esta misma evaluación se repetirá al final del proceso de validación, con el objetivo de comparar ambos momentos y comprobar qué mejoras se han logrado tras los experimentos y ajustes realizados. Los aspectos que se tendrán en cuenta incluyen factores como la fidelización del cliente (costes de cambio), la estabilidad de los ingresos, la rentabilidad, el grado de innovación en la estructura de costes, el uso de recursos externos, el potencial de crecimiento y la capacidad de diferenciarse frente a la competencia

A continuación, se procede a justificar cada una de las evaluaciones obtenidas en cada uno de los apartados:

- **Coste de cambio (6/10):** El SaaS ofrece cierto nivel de integración con otros dispositivos como sensores o mediante la personalización con los clientes, estos tienen cierta dependencia, pero no implica que vaya a haber una vinculación

contractual fuerte o un alto coste de cambio por parte del cliente ya que este podría migrar a otro sistema con un cierto esfuerzo

- **Ingresos recurrentes (9/10):** El modelo de pago por suscripción anual o mensual garantiza que los ingresos sean muy recurrentes, especialmente si se combina con servicios de formación a los agricultores o personalización del SaaS
- **Relación ingresos vs gastos (7/10):** Una vez se haya desarrollado el producto, los ingresos se generan sin tener unos costes elevados por cada cliente nuevo, aunque hay ciertos costes asociados a cada uno de los clientes como onboarding, soporte técnico o cierta personalización si el cliente lo requiere
- **Estructura de costes innovadora (5/10):** El modelo de negocio propuesto no tiene una gran ventaja competitiva en la estructura de costes frente a otros player del sector. El modelo no se basa en una disrupción a nivel de costes
- **Trabajo realizado por terceros (4/10):** Aunque el modelo de negocio incluye ciertos servicios externos de terceros como por ejemplo las APIs, la mayoría del software está desarrollado a nivel interno por lo que la carga de trabajo sigue recayendo sobre la empresa
- **Escalabilidad (8/10):** El modelo propuesto es altamente escalable, sobre todo al tratarse de un software en la nube. Si no se automatiza bien la parte de personalización del producto puede requerir ciertos recursos extras para poderse escalar adecuadamente
- **Protección frente a la competencia (6/10):** El enfoque integrado en agrovoltaica ofrece diferenciación, la barrera de entrada no es extremadamente alta. Será necesario invertir en marca, relaciones comerciales (cooperativas, ingenierías) y mejora constante para mantener una posición sólida en el mercado



Figura 9. Valoración del modelo de negocio (BMC)

El modelo de negocio parte de una base muy sólida, especialmente gracias a la recurrencia de los ingresos, su escalabilidad digital y el potencial de crear valor real para el cliente. Aun así, se identifican oportunidades claras de mejora en aspectos como el refuerzo de los switching costs, el diseño de una estructura de costes más competitiva y la creación de barreras frente a la competencia

8.1 FUENTES DE INCERTIDUMBRE

Para la identificación de las fuentes de incertidumbre que puedan tener el modelo de negocio desarrollado mediante el Business Model Canvas se elaborarán diferentes hipótesis, a continuación, se realizará la priorización de las hipótesis previamente elaboradas y por último una determinación de cuáles son las hipótesis clave que pueden impactar de manera significativa en la viabilidad y desarrollo del proyecto

En esta parte del proyecto se parte de una serie de hipótesis clave que han surgido del análisis tanto del Business Model Canvas como del modelo de negocio. Estas hipótesis reflejan las concepciones iniciales que se tienen del comportamiento del mercado, las necesidades del cliente y de la viabilidad del proyecto. Para poder contrastar estas hipótesis de una forma práctica se han transformado en algunas hipótesis concretas y medibles que servirán como base para la encuesta a realizar, experimentos y los consecuentes ajustes posteriores

Bloque BMC	Suposiciones	Hipótesis
Propuesta de Valor	Creo que las empresas agrícolas y energéticas gestionan sus operaciones utilizando múltiples herramientas no conectadas	Más del 65% de las explotaciones agrovoltáicas utilizan al menos dos sistemas distintos para controlar energía y cultivos
Propuesta de Valor	Creo que los técnicos agrícolas y operadores energéticos valoran herramientas que les ayuden a ahorrar tiempo operativo	Más del 70% de los técnicos del sector afirma que una solución que les ahorre tiempo es clave para su adopción
Segmentos de Clientes	Creo que los perfiles más receptivos a soluciones digitales son técnicos de campo, ingenierías energéticas y cooperativas agrícolas	Más del 70% de las soluciones agrotech y energéticas B2B se implementan a través de estos perfiles decisores
Canales	Creo que las ferias del sector, LinkedIn y asociaciones del sector son canales comunes para dar a conocer soluciones B2B agroenergéticas	Más del 50% de los proveedores de soluciones agrotech B2B utilizan ferias, asociaciones o LinkedIn como canales clave
Fuentes de Ingresos	Creo que el modelo de suscripción mensual o anual es habitual en soluciones SaaS del sector agrícola y energético	Más del 60% de las plataformas SaaS para el sector energético/agro funcionan con modelos de suscripción
Fuentes de Ingresos	Creo que existe disposición a pagar por servicios adicionales como formación o soporte técnico especializado	Al menos el 40% de las empresas usuarias de software técnico contratan soporte o formación adicional
Relación con el Cliente	Creo que el acompañamiento inicial (onboarding) es un factor decisivo en la adopción de herramientas digitales en este tipo de sectores	Más del 50% de las empresas del sector valora positivamente contar con soporte cercano durante la fase inicial

Tabla 2. Suposiciones e hipótesis en base al BMC y al modelo de negocio

No todas las hipótesis tienen ni el mismo riesgo ni las misma incertidumbre a la hora de valorarlas, en el método Lean Startup es común organizar estas hipótesis según esas dos variables: riesgo e incertidumbre

A continuación, se muestra una gráfica en la que se clasifica estas hipótesis según las dos variables anteriores:

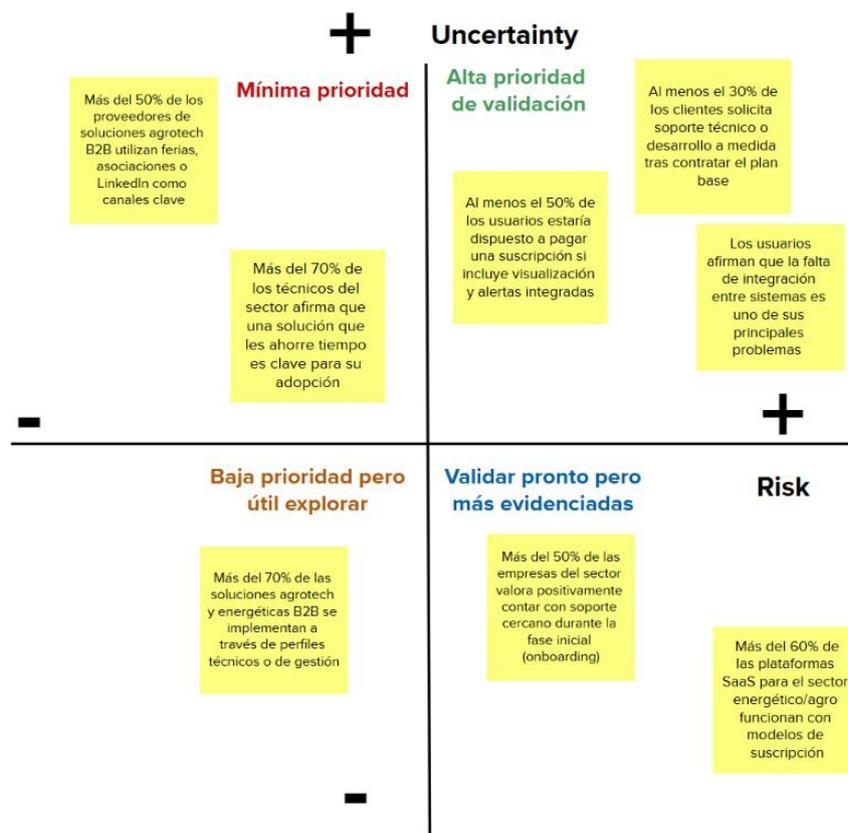


Figura 10. Hipótesis principales

En el gráfico superior destacan las tres hipótesis del cuadrante superior derecho, estas hipótesis son aquellas que tienen un nivel alto de incertidumbre y un alto impacto en el modelo de negocio. Entre estas destacan la percepción de valor que dan los usuarios a una plataforma que centralice datos, así como su disposición a pagar por un modelo de suscripción y la importancia de ofrecer servicios complementarios como soporte técnico o desarrollo de planes a medida. Estas tres hipótesis son claves ya que afectan directamente a

la viabilidad del producto y de su diseño funcional, por lo que deben ser contrastadas de alguna manera con los potenciales clientes

Por otro lado, hay varias hipótesis ubicadas en cuadrantes de menor prioridad, pero que pueden aportar información útil para ajustar el enfoque comercial o los canales de adquisición. Por ejemplo, el uso de ferias y LinkedIn como vía de captación, o el perfil profesional que suele tomar decisiones en la adopción de tecnología agrovoltáica, aunque son menos inciertas o menos arriesgadas, pueden guiar estrategias futuras

Por último, las hipótesis del cuadrante inferior derecho, más evidenciadas, pero con impacto alto, también son relevantes a corto plazo, ya que confirmar aspectos como el valor del onboarding o la familiaridad con modelos de suscripción puede ayudar a diseñar una propuesta de entrada al mercado más eficaz

Con las hipótesis críticas ya definidas es momento de analizar los casos más favorables y más desfavorables en caso de que sean o no ciertas las hipótesis que se han asumido. Estas hipótesis representan los pilares más críticos del modelo y deben ser contrastadas cuanto antes, ya que de ellas depende en gran medida la solidez y el encaje de la propuesta en el mercado. Aunque no validarlas no supone necesariamente abandonar el proyecto, sí podría requerir replantear aspectos clave del modelo de negocio, como la forma de generar ingresos o el valor que se entrega al cliente.

En caso de que las hipótesis claves descritas anteriormente no se validen, podrían darse situaciones o implicaciones que pueden afectar a la viabilidad del modelo de negocio ideado en la primera etapa. A continuación, se describen los posibles escenarios desfavorables y como pueden impactar sobre el proyecto:

- **Baja disposición al pago por suscripción:** Si los usuarios no ven con buenos ojos pagar por utilizar la plataforma que se les ofrece, la principal fuente de ingresos recurrentes de la compañía se vería comprometida y generaría que se tuviesen que replantear el enfoque comercial o explorar nuevos modelos gratuitos o patrocinados

- **Poca demanda de personalización o soporte técnico:** Si el interés que se muestra por los servicios secundarios que ofrece la compañía (personalización del software y soporte técnico especializado) se ve reducido se verá afectada una de las fuentes adicionales de ingresos y se perdería cierta diferenciación con los competidores
- **Los usuarios no identifican la falta de integración como un problema clave:** Si la fragmentación de herramientas no se percibe como una barrera real en su operativa diaria, el valor central de la propuesta quedaría debilitado, afectando tanto al atractivo del producto como a su posicionamiento en el mercado

En contraposición si las hipótesis claves se confirman la idea propuesta como modelo de negocio en la etapa anterior se verá reforzada y por tanto se validará el core del proyecto aumentando así las posibilidades de viabilidad de la empresa. Los siguientes escenarios describen cómo estos resultados positivos impactarían de forma favorable en el desarrollo del proyecto:

- **Fuerte disposición al pago por parte de los usuarios:** Si un porcentaje importante de los posibles clientes está de acuerdo en pagar por el uso del SaaS quedaría validado que el modelo de suscripción ideado en el Business Model Canvas es estable y escalable
- **Alta demanda de servicios personalizados y soporte técnico:** Si los usuarios valoran los servicios adicionales, como personalización del software a medida o soporte técnico, se abren oportunidades para ofrecer planes premium o facturar por servicios de valor añadido
- **La integración de datos es percibida como un dolor real del cliente:** Si los responsables técnicos reconocen que el uso de múltiples sistemas les genera ineficiencias, se confirma que la solución propuesta tiene un encaje claro con una necesidad real del mercado, fortaleciendo así la propuesta de valor

8.2 EXPERIMENTOS DE VALIDACIÓN Y ENCUESTA

Una vez ya se ha definido un modelo de negocio preliminar mediante el Business Model Canvas y se han determinado las diferentes hipótesis que se quieren validar en los experimentos y en la encuesta que se va a realizar a gente del sector de la agrovoltaica. Se realizarán dos experimentos y un primer mock-up (MVP) del producto final, para posteriormente utilizarlo en uno de los experimentos

El primero de los experimentos que se realizará consistirá en una encuesta dirigida a profesionales del sector agrícola, energético y en particular a la intersección de estas dos industrias, la agrovoltaica. El principal objetivo de este experimento es obtener información directa sobre las necesidades de estos perfiles, así como validar si los problemas e hipótesis identificados son reales en el mercado. A través de la encuesta se espera recoger datos tanto cuantitativos como cualitativos en relación con la percepción del problema (como la fragmentación de plataformas), el interés por soluciones integradas, la disposición al pago por suscripción y la valoración de funcionalidades específicas como visualización en tiempo real. Además, la encuesta incluirá preguntas orientadas a conocer el perfil de los participantes, como su sector de actividad, cargo profesional, rango de edad o grado de responsabilidad en la gestión de instalaciones, con el fin de contextualizar las respuestas y segmentar los resultados

En segundo lugar, se realizará el MVP mencionado anteriormente para luego utilizarlo en una entrevista con el objetivo de estudiar el Customer Journey como último experimento. Este experimento consiste en preguntar a un posible cliente sobre cómo ha sido la experiencia utilizando el prototipo y que este identifique tanto las fortalezas del producto como sus debilidades y puntos a mejorar

8.2.1 ENCUESTA A EXPERTOS DEL SECTOR

Con el objetivo de ajustar el modelo de negocio propuesto a las necesidades reales del mercado, se ha llevado a cabo una encuesta dirigida a validar determinadas hipótesis sobre los perfiles de potenciales usuarios y su grado de interés en soluciones digitales para la

gestión de instalaciones agrovoltáicas. Esta investigación busca identificar tanto las características de los actores implicados en el sector agroenergético como su disposición a adoptar herramientas tecnológicas que optimicen sus operaciones

La hipótesis principal que se ha tratado de confirmar plantea que los primeros usuarios de la plataforma serán perfiles técnicos vinculados al ámbito agrario, energético o ambos, con responsabilidades en la gestión operativa o estratégica de instalaciones. Se espera que estos usuarios tengan un conocimiento previo del funcionamiento de instalaciones solares o agrícolas, y que valoren la posibilidad de centralizar información energética y agronómica en una única herramienta

La encuesta se dirigió a profesionales del sector en España, incluyendo ingenieros agrónomos, técnicos solares y otros expertos en los ámbitos energético y agrícola. Aunque se obtuvieron solamente 38 respuestas, el enfoque se centró en la calidad de los participantes, buscando específicamente a profesionales de estos sectores con un alto conocimiento y experiencia en estos sectores. Esta estrategia explica el número de respuestas, ya que se priorizó la calidad de las respuestas sobre la cantidad

Para el desarrollo de la encuesta se ha utilizado la herramienta Google Forms, que permite recoger datos cuantificables de forma eficiente y automatizar su posterior análisis. El cuestionario ha constado de 15 preguntas cerradas y semiestructuradas, con el objetivo de facilitar la representación de los resultados mediante gráficas claras. Se ha evitado incluir preguntas abiertas que dificultasen el procesamiento estadístico de la información. La duración media de respuesta ha sido de aproximadamente tres minutos, asegurando una alta tasa de finalización y reduciendo la carga sobre los participantes

La elección de Google Forms responde a su facilidad de uso, accesibilidad desde distintos dispositivos, generación automática de resultados visuales, y su fiabilidad como herramienta para estudios de carácter exploratorio como el presente. Todo ello ha permitido recopilar información clave para el diseño de las funcionalidades y la propuesta de valor del modelo de negocio propuesto, de cara a su validación y futura comercialización

Resultados de la encuesta

La primera de las preguntas es sobre el sector en el que trabaja cada uno de los participantes, para poder contextualizar en que sectores puede tener más utilidad la herramienta. Los resultados obtenidos están en línea con lo esperado:

1. ¿En qué sector trabaja actualmente? 🌱 ⚡
38 respuestas

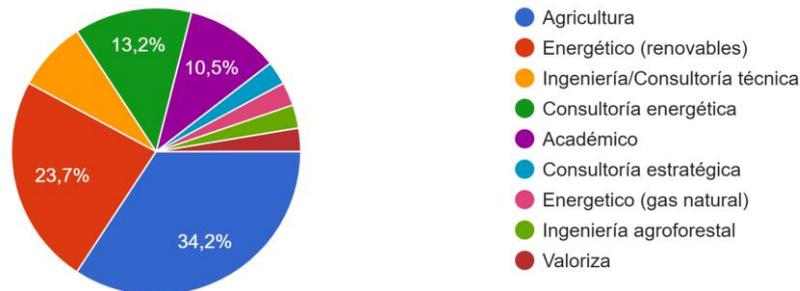


Figura 11. Primera pregunta encuesta de validación

De las 38 respuestas obtenidas, los resultados muestran una notable representación de profesionales del ámbito agrícola, con un 34.2%, lo que refuerza la utilidad de la herramienta como solución dirigida a este segmento clave. En segundo lugar, destaca el sector energético vinculado a las energías renovables, con un 23.7%, seguido por perfiles de consultoría energética (13.2%) y académicos (10.5%)

Esta diversidad muestra una cobertura transversal del sector agroenergético, permitiendo obtener una visión plural sobre la percepción y el interés que despierta la digitalización de instalaciones agrovoltáicas entre distintos actores. En conjunto, los datos validan que los encuestados pertenecen en su mayoría a nichos donde la propuesta de valor resulta especialmente relevante

¿Cuál es su rol en la organización?

38 respuestas

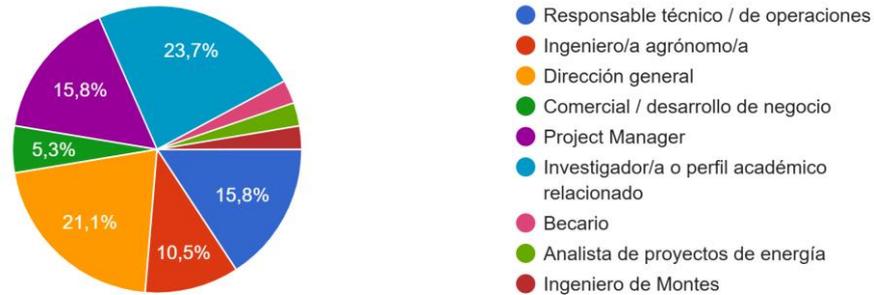


Figura 12. Segunda pregunta encuesta de validación

Los resultados de la segunda pregunta, relativa al rol que desempeñan los encuestados dentro de sus respectivas organizaciones, muestran una distribución alineada con los perfiles a los que la herramienta busca dirigirse. El grupo más representado es el de investigador o perfil académico (23.7%), seguido muy de cerca por cargos de dirección general (21.1%) y responsables técnicos o project manager ambos con la misma proporción (15,8%)

Estos resultados son significativos, ya que ponen de manifiesto que más del 60% de las respuestas provienen de perfiles con capacidad de decisión o influencia técnica en el ámbito operativo o estratégico. Esto refuerza la validez de los resultados y permite extraer conclusiones orientadas a adaptar la propuesta de valor del modelo de negocio a las necesidades reales de estos profesionales, que muy probablemente serán los responsables de adoptar o recomendar herramientas como está dentro de sus organizaciones

¿Cuál es su edad?

38 respuestas

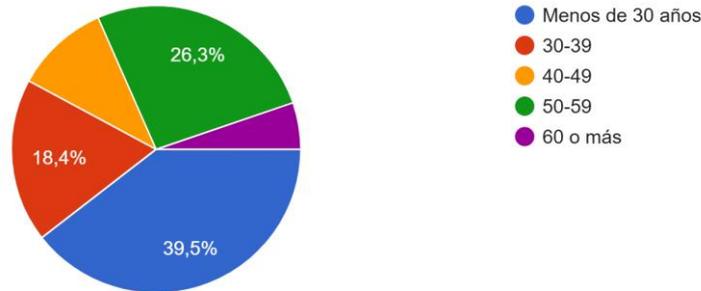


Figura 13. Tercera pregunta encuesta de validación

Los resultados de esta pregunta muestran que el 39.5% de los encuestados tienen menos de 30 años, lo que sugiere una mayoría joven dentro de la muestra. A esto se suma un 18.4% adicional en la franja de 30 a 39 años, consolidando que más de la mitad de los participantes se encuentran en edades comprendidas entre los 20 y los 40 años. Este dato es especialmente relevante, ya que coincide con el perfil de early adopters al que Agrovolt busca dirigirse: profesionales jóvenes, familiarizados con herramientas digitales y abiertos a la adopción de nuevas tecnologías. La presencia de participantes de mayor edad (50-59 y 60+) también indica interés por parte de perfiles más senior, lo que refuerza la versatilidad y aplicabilidad de la solución en distintos rangos generacionales dentro del sector

¿Está vinculado a la gestión de alguna instalación agrícola, energética o agrovoltaica? 📱 📺

38 respuestas



Figura 14. Cuarta pregunta encuesta de validación

Los resultados de esta pregunta reflejan que más del 60% de los encuestados están vinculados de alguna forma con la gestión de instalaciones agrícolas, energéticas o agrovoltaicas, ya sea de manera directa (agricultura 18.4%, energía 13.2%, agrovoltaica 7.9%) o indirecta a nivel estratégico (21.1%). Esto indica que una parte significativa de los participantes se encuentra en posiciones clave para valorar, recomendar o implementar una solución como la propuesta. Además, un 13.2% adicional manifiesta interés en este tipo de proyectos, aunque no tenga experiencia previa, lo cual evidencia un potencial mercado emergente dispuesto a explorar herramientas digitales para la gestión integrada

Desde la perspectiva del modelo de negocio, estos datos confirman la existencia de una mayor demanda en el sector agrovoltaico y agrícola que puede ser aprovechada en la fase de comercialización inicial. El hecho de que existan perfiles interesados y otros ya involucrados en la operación o toma de decisiones, amplía el espectro de usuarios potenciales de la compañía, permitiendo adaptar los planes de suscripción y funcionalidades a distintos niveles de implicación técnica o estratégica. En conjunto, esta información valida la orientación B2B del proyecto, especialmente hacia ingenierías, responsables técnicos y gestores de instalaciones

¿Su empresa utiliza herramientas digitales para controlar estas instalaciones? 🖥️ 📱

38 respuestas

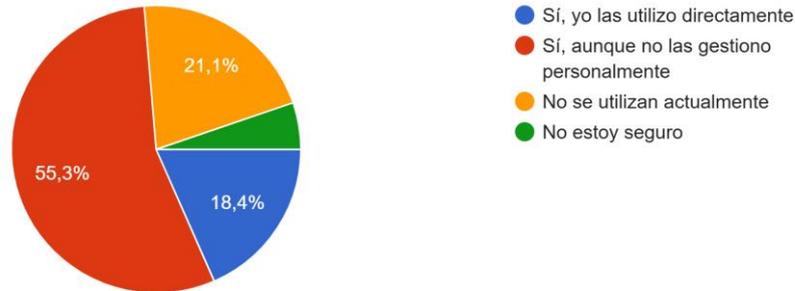


Figura 15. Quinta pregunta encuesta de validación

Los resultados de esta quinta pregunta indican que un 73.7% de los encuestados afirman que sus empresas ya utilizan herramientas digitales para el control de instalaciones, aunque sólo el 18.4% las gestiona directamente. Este dato es muy positivo, ya que confirma que la digitalización ya está parcialmente implantada en el sector objetivo analizado, lo que implica que los potenciales clientes no solo están familiarizados con este tipo de soluciones, sino que además cuentan con una infraestructura mínima y una cultura organizativa favorable para adoptar una nueva herramienta más específica como la propuesta

Sin embargo, también hay un 21.1% de los participantes que afirma que en su empresa no se utilizan herramientas digitales, lo que evidencia que todavía existe una parte del mercado rezagada en cuanto a adopción tecnológica. Esta barrera puede representar un reto en términos de captación, ya que requerirá un mayor esfuerzo de formación, educación y argumentación de valor por parte del equipo comercial. Aun así, este segmento también representa una oportunidad de penetración temprana en nichos menos explorados, especialmente si se ofrece una versión simplificada o modular de la plataforma que permita una incorporación progresiva

¿Cree que la falta de integración entre plataformas es un problema para los equipos operativos?

38 respuestas

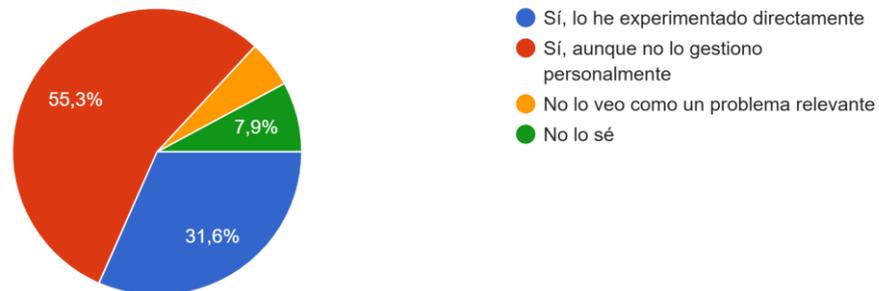


Figura 16. Sexta pregunta encuesta validación

Los resultados de esta sexta pregunta muestran que una clara mayoría de los encuestados (86.9%) considera que la falta de integración entre plataformas representa un problema para los equipos operativos, ya sea porque lo han vivido directamente (31.6%) o porque lo reconocen, aunque no lo gestionen personalmente (55.3%). Esta respuesta representa una confirmación directa de una de las principales hipótesis sobre la necesidad de una herramienta como la propuesta, que precisamente busca resolver este problema a través de la centralización de datos y la interoperabilidad entre sistemas agrícolas y energéticos

Como aspecto menos favorable, apenas un 5.3% de los participantes afirma no considerar este aspecto como un problema relevante, lo cual sugiere que todavía puede existir una falta de concienciación sobre los costes ocultos de la desconexión tecnológica en ciertos entornos menos digitalizados o con procesos aún manuales. No obstante, el elevado consenso sobre la importancia de resolver este obstáculo operativo refuerza el valor diferencial del modelo de negocio como solución integradora, lo que debe reflejarse claramente en su propuesta de valor y en las estrategias de comunicación hacia el cliente final

¿Qué tipo de datos considera más relevantes en la gestión de su instalación? (puede elegir varios)

38 respuestas

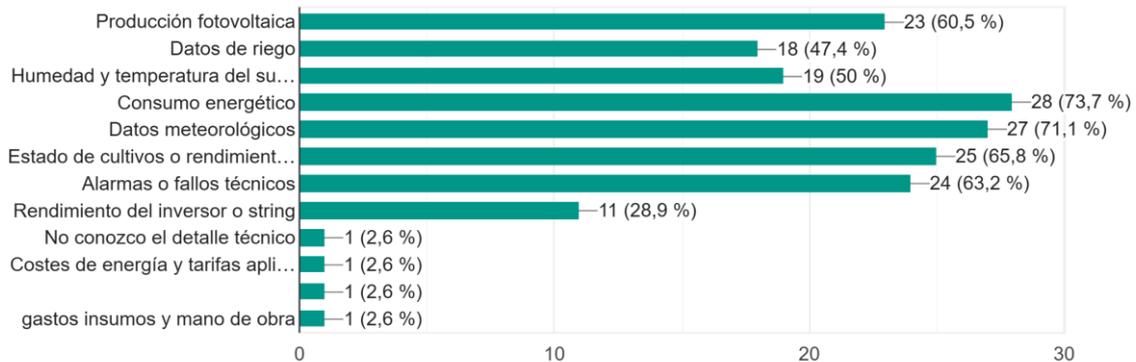


Figura 17. Séptima pregunta encuesta de validación

Los resultados de esta pregunta ofrecen una visión muy clara sobre los tipos de datos que los usuarios consideran más relevantes para la gestión diaria de sus instalaciones. Los más valorados son el consumo energético (73.7%), los datos meteorológicos (71.1%) y el estado de los cultivos o su rendimiento (65.8%), seguidos muy de cerca por las alarmas o fallos técnicos (63.2%) y la producción fotovoltaica (60.5%). Este patrón confirma la necesidad de contar con una plataforma integral que sea capaz de reunir de forma visual e intuitiva todas estas fuentes de información en un único entorno de trabajo. Igualmente, la fuerte presencia de variables tanto agrícolas como energéticas refuerza el encaje del modelo agrovoltaico como una necesidad operativa real para este tipo de usuarios

Por otro lado, aunque con menor peso cuantitativo, destacan dos respuestas abiertas de especial interés: la gestión de costes energéticos y horarios tarifarios, incluyendo el uso de generadores diésel y su logística, y la conectividad wifi junto con el control de sistemas de almacenamiento como baterías. Estas aportaciones reflejan una creciente sofisticación en las demandas de ciertos perfiles técnicos y abren la puerta a futuras ampliaciones del producto. También se menciona la necesidad de controlar los gastos en insumos y mano de obra, lo que apunta a posibles evoluciones del producto final hacia funcionalidades centradas en la

eficiencia operativa en campo. Estas observaciones se considerarán en iteraciones futuras del producto mínimo viable, dado su potencial para aportar valor

¿Cuánto tiempo cree que se dedica semanalmente a revisar y consolidar datos operativos? 🕒 📅

38 respuestas

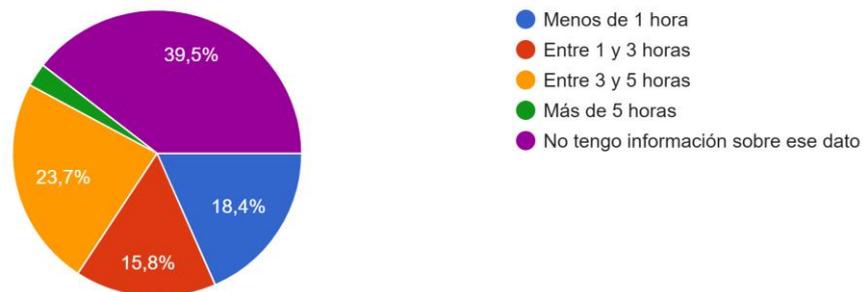


Figura 18. Octava pregunta encuesta de validación

Los resultados muestran que un 39.5% de los encuestados no sabe estimar cuánto tiempo se dedica semanalmente a revisar y consolidar datos operativos, lo que refleja un importante desconocimiento sobre el consumo real de tiempo en esta tarea. Este dato pone de manifiesto la falta de trazabilidad y control sobre los procesos de gestión de datos en el sector, lo que refuerza el valor añadido que se puede aportar al ofrecer un sistema centralizado y automatizado que permita reducir tiempos, facilitar el acceso a la información y mejorar la eficiencia operativa

¿Qué nivel de interés le genera una plataforma que centralice toda la información agrícola y energética?

38 respuestas

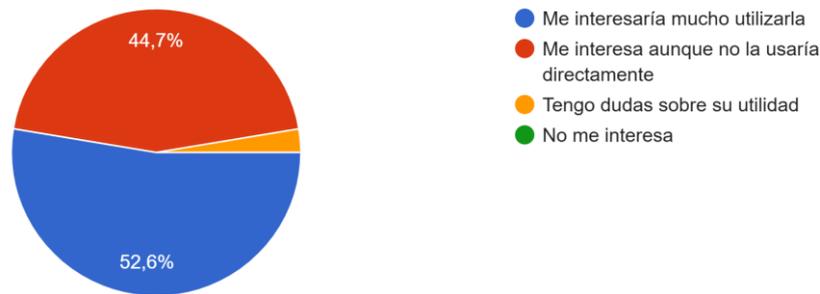


Figura 19. Novena pregunta encuesta de validación

Los resultados de esta última pregunta reflejan una alta aceptación e interés potencial por parte del mercado hacia una plataforma como la del modelo de negocio. En concreto, más del 97% de los encuestados considera útil una solución que centralice la información agrícola y energética, ya sea porque la usarían directamente (52.6%) o porque, aunque no la utilicen personalmente, valoran su utilidad (44.7%). Tan solo un 2.7% manifiesta dudas y ningún encuestado declara desinterés absoluto, lo que supone una validación directa del concepto y respalda su desarrollo como una herramienta con clara tracción de mercado

¿Qué funcionalidades cree que son más valiosas en una herramienta de este tipo? (máximo 3)

38 respuestas

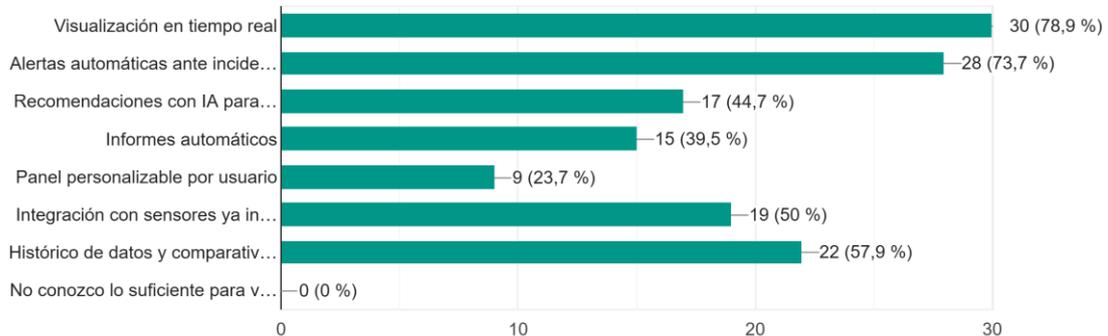


Figura 20. Décima pregunta encuesta de validación

Los resultados de esta décima pregunta son especialmente reveladores y positivos para el desarrollo y el enfoque funcional de la herramienta. Las funcionalidades más valoradas por los encuestados son la visualización en tiempo real (78.9%) y las alertas automáticas ante incidencias (73.7%), seguidas por el histórico de datos y comparativas (57.9%) y la integración con sensores ya instalados (50%). Esto confirma que existe una fuerte demanda por herramientas que no solo centralicen información, sino que también permitan una respuesta rápida y proactiva ante eventos relevantes, además de optimizar la toma de decisiones a partir de datos históricos y tendencias

La implicación más relevante es que la herramienta se encuentra totalmente alineado con estas prioridades del mercado, ya que como se verá en el próximo apartado, su MVP incluye precisamente estas funcionalidades como pilares centrales. Como aspecto a mejorar, se observa que otras funcionalidades como los paneles personalizables o los informes automáticos tienen menos peso, lo que podría indicar que la prioridad de los usuarios está en la eficiencia operativa inmediata más que en opciones avanzadas de personalización o reporting. No obstante, esto permite priorizar el desarrollo en fases, centrando los recursos en las funciones más valoradas para una rápida adopción inicial del producto

¿Qué tipo de soporte cree que valoran más los usuarios de este tipo de herramientas?

38 respuestas

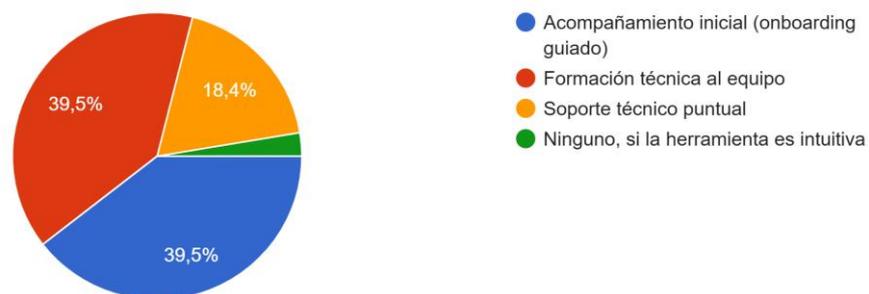


Figura 21. Undécima pregunta encuesta de validación

Los resultados muestran un claro interés por parte de los usuarios en contar con un soporte sólido en las fases iniciales, siendo el onboarding guiado (39.5%) y la formación técnica al

equipo (también 39.5%) las opciones más valoradas. Esto pone de manifiesto que, a pesar de la posible facilidad de uso de la herramienta, el acompañamiento en la implementación y una buena capacitación son factores clave para asegurar una correcta adopción y fidelización del cliente

¿Qué nivel de disposición tendría para pagar por una solución si resuelve un problema real en su instalación? 🟩

38 respuestas

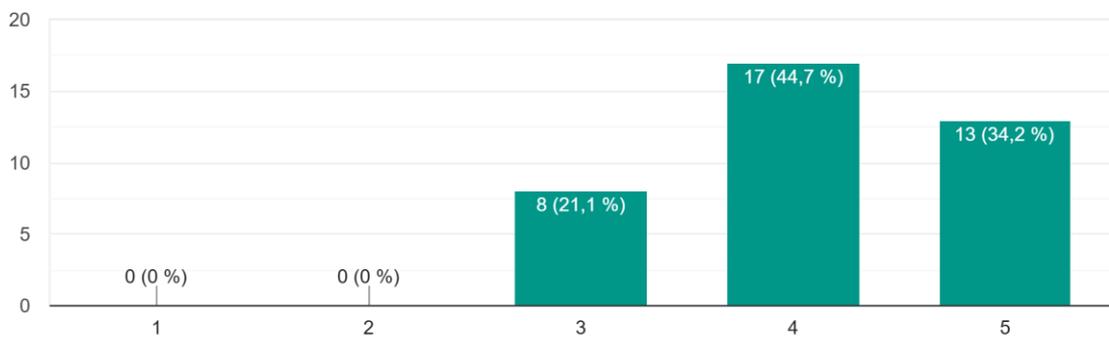


Figura 22. Decimosegunda pregunta encuesta de validación

Los resultados de esta pregunta muestran una clara predisposición al pago por parte de los encuestados, siempre que la solución ofrecida resuelva un problema real en sus instalaciones. En concreto, el 78.9% valora su disposición de pago en los niveles más altos (4 o 5 sobre 5), mientras que el 2.,1% la sitúa en un nivel intermedio (3). Lo más destacable es que ningún encuestado ha seleccionado los valores más bajos (1 o 2), lo que sugiere que existe una percepción generalizada de valor y utilidad potencial en este tipo de herramientas

Este resultado valida la viabilidad económica del modelo de negocio basado en suscripciones, y respalda la idea de que, si la herramienta consigue demostrar claramente su utilidad práctica, habrá una buena aceptación comercial en el mercado objetivo. Además, permite proyectar con mayor confianza estrategias de pricing diferenciadas según segmentos o funcionalidades premium

¿Qué modalidad de pago considera más razonable para este tipo de soluciones?

38 respuestas

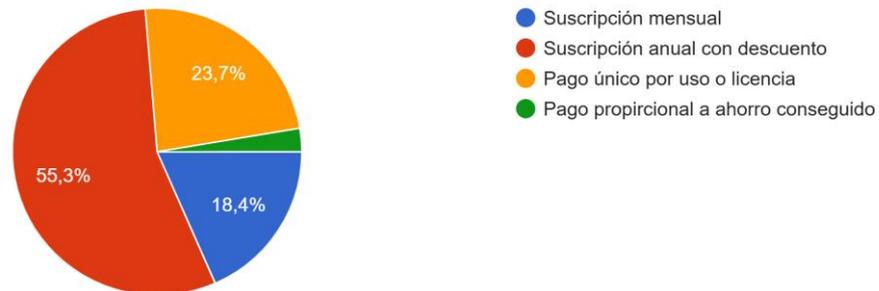


Figura 23. Decimotercera pregunta encuesta de validación

Los resultados de esta pregunta muestran que los encuestados tienen una preferencia clara por modelos de pago con mayor previsibilidad y beneficios por compromiso, siendo la opción más valorada la suscripción anual con descuento (55.3%). Esta tendencia indica que los usuarios estarían dispuestos a asumir un pago más elevado en una única cuota anual si ello conlleva una reducción en el coste total, lo que resulta especialmente atractivo para empresas que buscan optimizar recursos y prever costes operativos

La suscripción mensual (18.4%) y el pago único por uso o licencia (23.7%) también tienen una representación significativa, lo que sugiere que puede ser interesante ofrecer varias modalidades adaptadas a distintos perfiles de cliente, especialmente en función del tamaño de la instalación o de la capacidad económica. En cambio, el modelo de pago proporcional al ahorro conseguido apenas ha sido seleccionado, lo que implica una baja predisposición del mercado a esquemas variables o basados en rendimiento, posiblemente por su complejidad o falta de control percibido. Este análisis orienta la estrategia de pricing hacia un modelo freemium + suscripción anual escalable

¿Cree que existiría interés en pagar por servicios adicionales como personalización o integración con sistemas propios?

38 respuestas

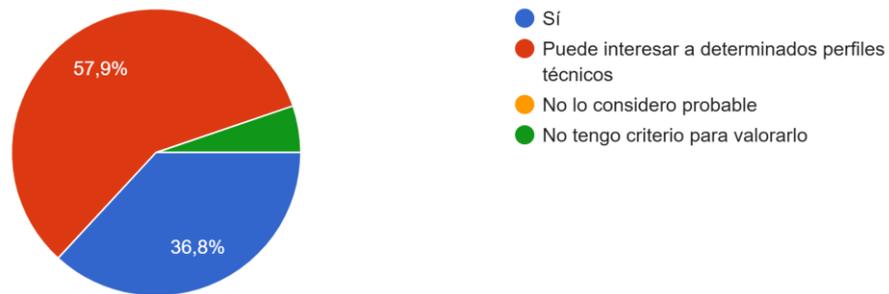


Figura 24. Decimocuarta pregunta encuesta de validación

Los resultados reflejan que existe una demanda por servicios adicionales como la personalización o integración con sistemas propios: el 36.8 % afirma directamente que sí pagaría por ellos, y un 57.9 % considera que podría interesar a perfiles técnicos específicos. Esta información resulta muy valiosa, ya que sugiere que la oferta de servicios premium personalizados podría convertirse en una fuente adicional de ingresos, especialmente en clientes más técnicos o con mayores necesidades operativas. Implica también que la propuesta de valor debería mantener una estructura modular que permita ofrecer distintos niveles de integración según el perfil del cliente

Una vez obtenidos los resultados de la encuesta se puede validar con las hipótesis formuladas previamente y reflejadas en el cuadrante de priorización de hipótesis. En primer lugar, queda confirmada la hipótesis sobre el interés por una plataforma centralizada para la gestión agrícola y energética, ya que más del 97% de los encuestados expresaron un claro interés por una solución de este tipo, ya fuera como usuarios directos o indirectos. Esta respuesta valida directamente la hipótesis sobre el valor percibido de integrar múltiples fuentes de datos operativos en una sola plataforma. A su vez, la elevada valoración de funcionalidades como la visualización en tiempo real, las alertas automáticas y los históricos comparativos refuerza la necesidad y utilidad de una herramienta digital especializada, confirmando la

hipótesis de que la falta de integración entre sistemas es uno de los principales problemas operativos

En segundo lugar, hay un 78% de los encuestados que están dispuestos a pagar por una solución que resolviera un problema en la vida real mediante un modelo de suscripción, esto valida la hipótesis de la viabilidad de la compañía. Asimismo, el amplio respaldo a modelos de suscripción anual con descuento justifica las hipótesis sobre la estructura de ingresos recurrentes. Además, el reconocimiento del valor del soporte técnico y del onboarding inicial refuerza la necesidad de incluir este componente como parte esencial de la estrategia de retención de clientes

De forma adicional, otras hipótesis relevantes también quedan confirmadas: se valida que el ahorro de tiempo en la consolidación de datos es una prioridad para los equipos técnicos, ya que un alto porcentaje desconoce el tiempo que invierte actualmente en esta tarea, lo cual muestra la ineficiencia del proceso actual y el valor de una herramienta que lo automatice. También se confirma que la mayoría de las herramientas actuales no están plenamente adaptadas a las necesidades de estas instalaciones, ya que el 55% de los encuestados afirma que no utiliza herramientas digitales de forma directa, lo cual representa una oportunidad clara de penetración para una solución accesible e intuitiva como AgroVolt. Finalmente, más del 90% considera que habría interés en pagar por servicios adicionales como integraciones o personalización, lo que respalda la estrategia de ingresos complementarios planteada

En conjunto, los resultados respaldan de forma clara y cuantificable que la mayoría de las hipótesis clave han sido validadas, sentando una base sólida para avanzar hacia el desarrollo del producto final, con una propuesta de valor ajustada a las necesidades reales del sector y un modelo de negocio alineado con las preferencias de los potenciales clientes

8.2.2 PROTOTIPO SAAS ([MVP](#))

Una vez ha quedado definido, con el nivel de detalle requerido, el modelo de negocio y se han recogido insights de valor mediante la realización de encuestas en paralelo con el

desarrollo del mockup del producto, se procede a desarrollar el producto mínimo viable (MVP)

Tras un proceso de ideación se ha optado por el nombre Agrovolt para la plataforma. Este nombre agrupa de manera precisa la idea de SaaS híbrido centrada en la gestión de instalaciones que integran agricultura y energía fotovoltaica, impulsando así la transición digital en el sector agrovoltaico

Este MVP consiste en una versión funcional inicial del producto, que muestra como son las funcionalidades principales con las que se podría generar valor desde el primer uso. El principal objetivo que tiene este MVP es una interacción temprana con usuarios reales para obtener un feedback útil que permita validar la utilidad de la solución propuesta antes de del desarrollo de la solución comercial completa

A continuación, se procede a mostrar los principales módulos de Agrovolt y sus funcionalidades en cada una de las pantallas del SaaS. El objetivo es facilitar una comprensión clara del alcance funcional de la herramienta en esta fase inicial. Dentro de este apartado se incluye un análisis de los principales flujos de navegación dentro de la plataforma, con el objetivo principal de comprender la manera en la que se conectan las distintas pantallas y funcionalidades del SaaS

En este sentido, la versión actual del producto representa un avance significativo en el proceso de desarrollo, al permitir pasar de un modelo teórico a una solución concreta, alineada con las necesidades identificadas y preparada para evolucionar a partir de su interacción con usuarios reales y agentes del ecosistema

En primer lugar, se va a comenzar realizando un análisis de las pantallas de inicio de la página web de Agrovolt, el registro de usuario y el login al SaaS una vez se tiene una cuenta de usuario

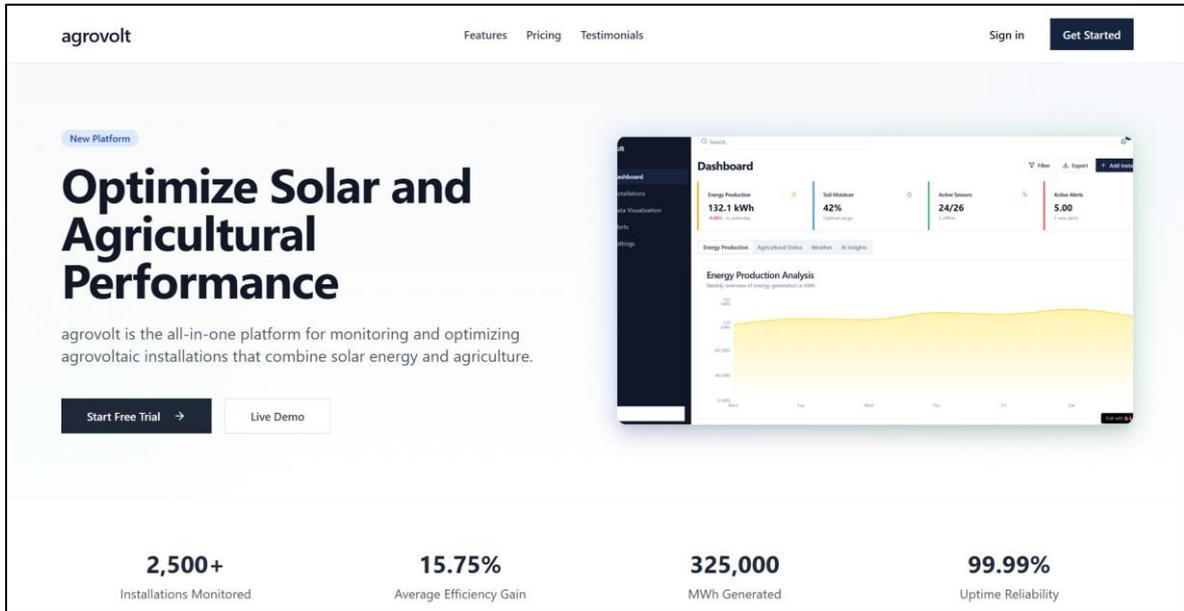


Figura 25. Pantalla de inicio de la página web (I/II)

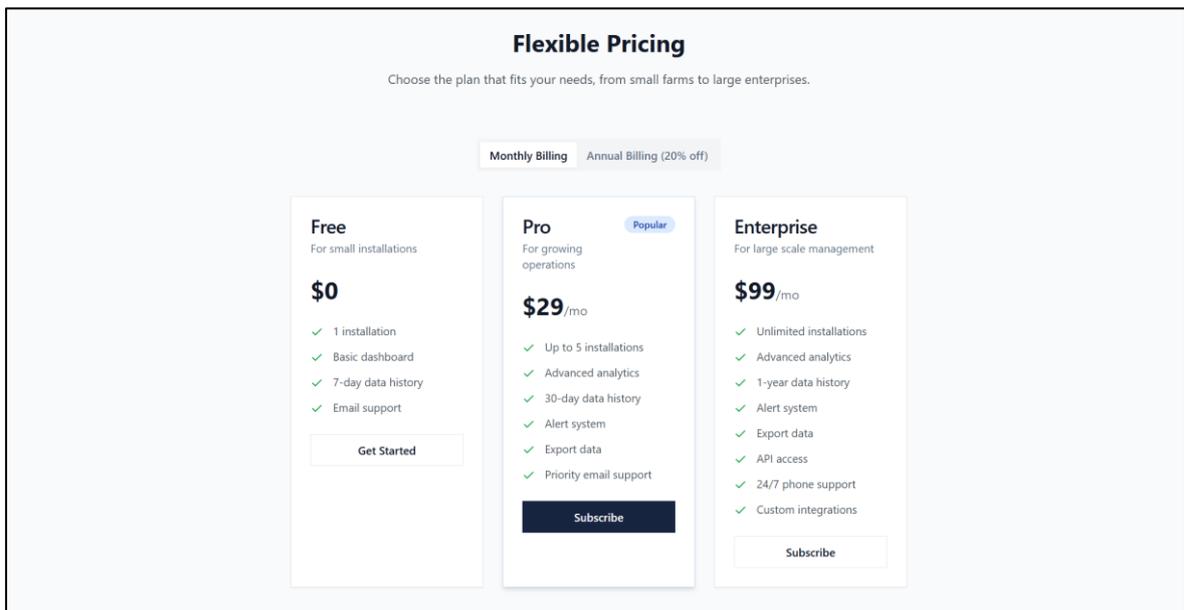
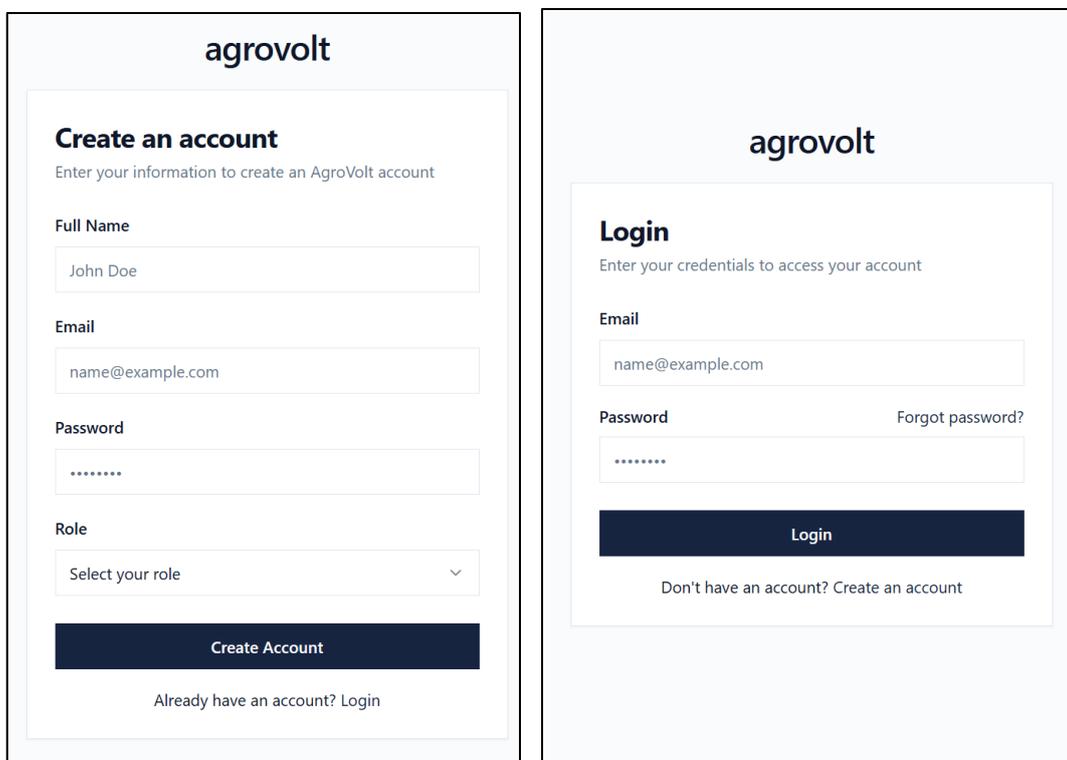


Figura 26. Pantalla de inicio de la página web (II/II)

Las dos primeras pantallas del MVP corresponden al acceso inicial a la plataforma a través de su página web. La primera pantalla funciona como la vista principal de bienvenida y presentación del producto, mostrando el nombre de la plataforma, una breve descripción de su propuesta de valor y una visualización del panel principal del sistema, junto con accesos

directos al inicio de prueba gratuita o demostración. La segunda pantalla está dedicada al sistema de precios, donde se presentan las distintas modalidades de uso de la plataforma en función del número de instalaciones y funcionalidades disponibles. Ambas pantallas cumplen una función introductoria, permitiendo al usuario comprender rápidamente el enfoque del producto y facilitando el acceso a la plataforma desde un entorno visualmente limpio, estructurado y coherente con el resto del MVP



The image shows two side-by-side screenshots of the 'agrovolt' application interface. The left screenshot is the 'Create an account' screen, featuring a title, a subtitle, and four input fields: 'Full Name' (with 'John Doe' as a placeholder), 'Email' (with 'name@example.com'), 'Password' (with a masked field), and 'Role' (a dropdown menu with 'Select your role'). A dark blue 'Create Account' button is at the bottom, with a link 'Already have an account? Login' below it. The right screenshot is the 'Login' screen, featuring a title, a subtitle, and two input fields: 'Email' (with 'name@example.com') and 'Password' (with a masked field). A 'Forgot password?' link is next to the password field. A dark blue 'Login' button is at the bottom, with a link 'Don't have an account? Create an account' below it.

Figura 27. Pantallas de registro de usuario y de inicio de sesión

Como paso siguiente tras la pantalla de inicio, al hacer clic en los botones “Sign in” o “Get Started”, se accede a dos nuevas pantallas fundamentales para el funcionamiento del MVP: el registro y el inicio de sesión. La primera pantalla permite al usuario crear una cuenta en la plataforma introduciendo su nombre completo, correo electrónico, contraseña y seleccionando su rol dentro del sistema. Esta funcionalidad es esencial para personalizar la experiencia de uso según el perfil del usuario. La segunda pantalla corresponde al login, donde los usuarios registrados pueden introducir sus credenciales para acceder directamente al entorno funcional de la aplicación

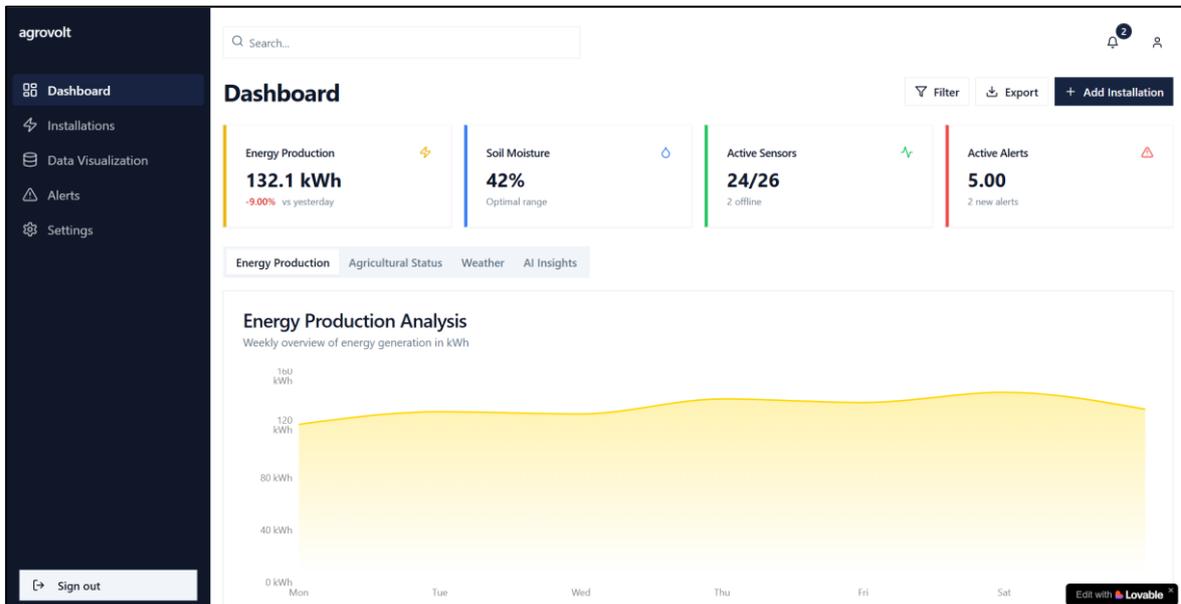
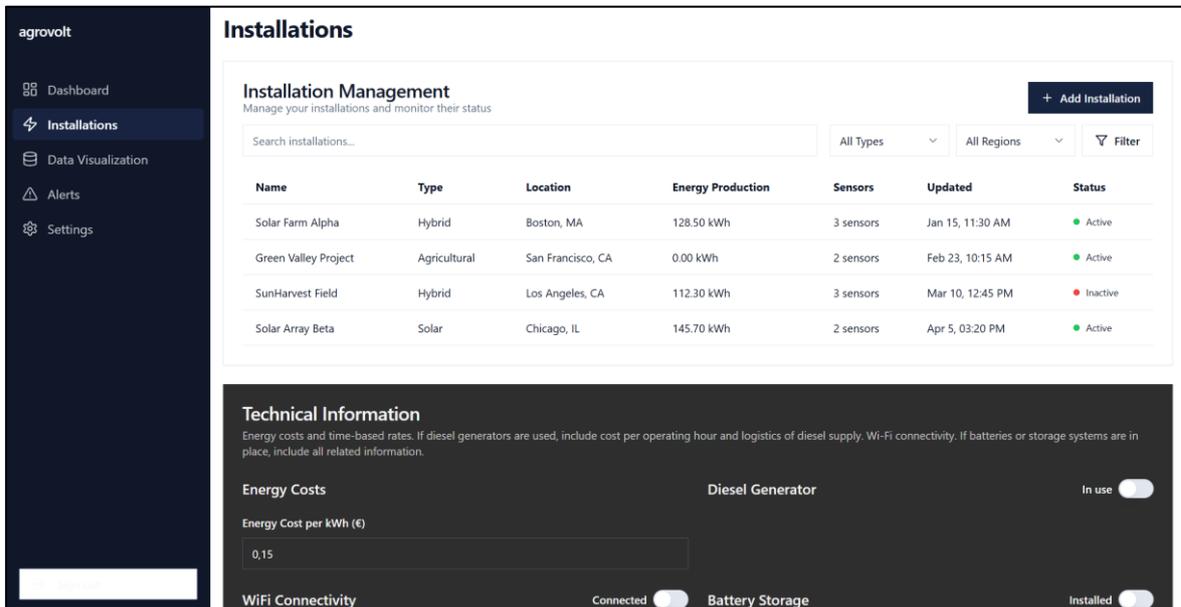


Figura 28. Pantalla principal de la plataforma

Tras haber realizado el inicio de sesión con un usuario y contraseña correctos se muestra el panel principal o “Dashboard” del MVP. Esta pantalla consiste en el centro de operaciones de la plataforma y muestra los principales KPIs del sistema en una única pantalla. En la parte superior del panel principal se encuentran cuatro displays con información en tiempo real: producción energética, nivel de humedad del suelo, número de sensores activos y las alertas activas en ese momento en todas las instalaciones. A continuación, se habilita un sistema de pestañas que permite alternar entre distintas dimensiones del análisis de datos (producción, estado agrícola, meteorología y visión AI). En la parte inferior se encuentra una visualización gráfica con la evolución de la producción energética durante la última semana, con opción de exportación y filtrado de datos. Esta pantalla ha sido diseñada con el objetivo de ofrecer al usuario una visión clara, resumida y operativa del estado general de sus instalaciones, sirviendo como punto de partida para todas las acciones dentro del sistema



Installations

Installation Management
Manage your installations and monitor their status

+ Add Installation

Search installations... All Types All Regions Filter

Name	Type	Location	Energy Production	Sensors	Updated	Status
Solar Farm Alpha	Hybrid	Boston, MA	128.50 kWh	3 sensors	Jan 15, 11:30 AM	Active
Green Valley Project	Agricultural	San Francisco, CA	0.00 kWh	2 sensors	Feb 23, 10:15 AM	Active
SunHarvest Field	Hybrid	Los Angeles, CA	112.30 kWh	3 sensors	Mar 10, 12:45 PM	Inactive
Solar Array Beta	Solar	Chicago, IL	145.70 kWh	2 sensors	Apr 5, 03:20 PM	Active

Technical Information
Energy costs and time-based rates. If diesel generators are used, include cost per operating hour and logistics of diesel supply. Wi-Fi connectivity. If batteries or storage systems are in place, include all related information.

Energy Costs Diesel Generator In use

Energy Cost per kWh (€)
0,15

WiFi Connectivity Connected Battery Storage Installed

Figura 29. Pantalla de gestión de instalaciones

Esta pantalla es la de gestión de instalaciones, a la cual se accede desde el menú lateral izquierdo de la pantalla. Esta pantalla permite visualizar y realizar todas las tareas de administración de todas las instalaciones del usuario. En la pantalla se ofrecen unas tablas resumen con la información clave de cada una de las instalaciones (solar, agrícola o híbrida), localización, producción energética, número de sensores activos, última actualización y región. En la parte inferior se encuentra un apartado específico de información técnica, en el que se pueden registrar parámetros operativos relevantes como el coste de la energía, el uso de generadores diésel, el estado de conectividad Wi-Fi o la presencia de sistemas de almacenamiento por baterías

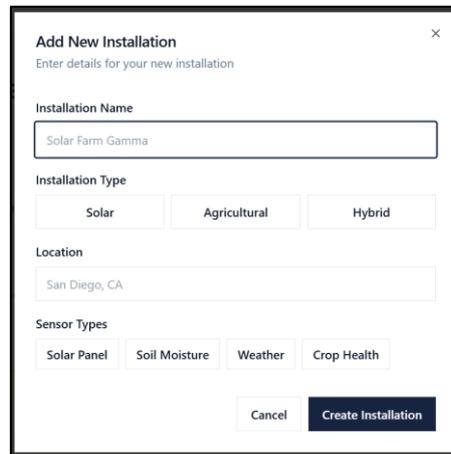


Figura 30. Pantalla emergente añadir nueva instalación

Al pulsar el botón “Add Installation” dentro del módulo de instalaciones, se abre una ventana emergente que da la posibilidad al usuario de añadir una nueva instalación a la pantalla principal de instalaciones. En esta pantalla se introducen los datos básicos requeridos: el nombre de la instalación, su tipología (solar, agrícola o híbrida), la localización y los tipos de sensores que se van a asociar (como paneles solares, humedad del suelo, meteorología o estado del cultivo)

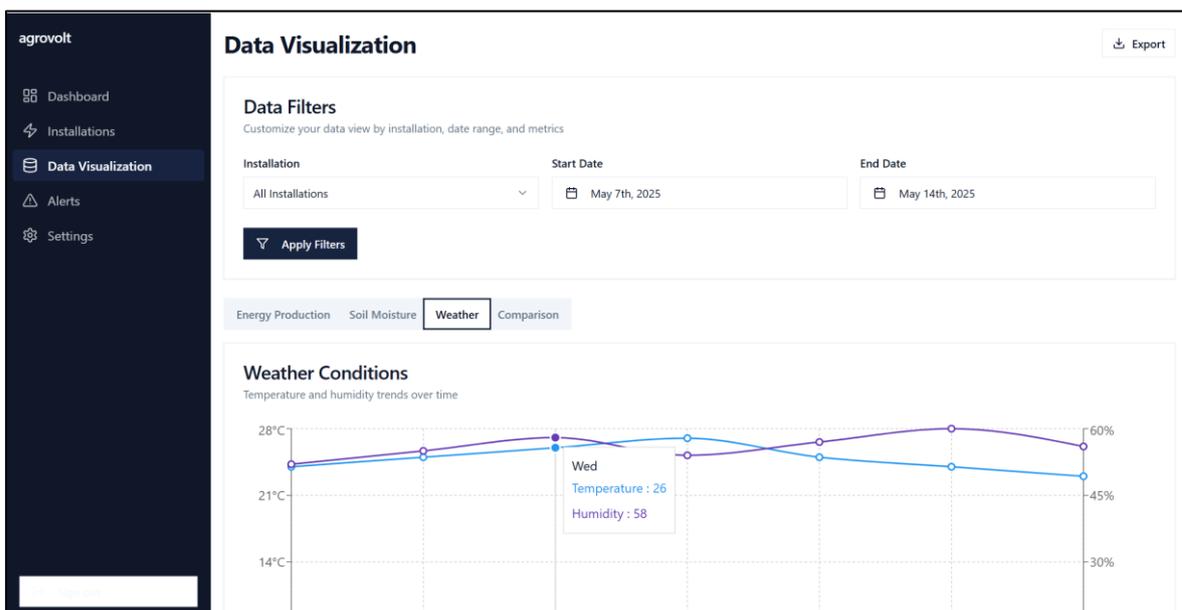


Figura 31. Pantalla de visualización de datos

La pantalla de la imagen superior corresponde al apartado de “Data Visualization”, accesible desde el menú lateral de navegación. Esta sección permite al usuario consultar y analizar de forma gráfica los distintos parámetros registrados por los sensores de las instalaciones. En la parte superior se encuentran los filtros personalizables, que permiten seleccionar la instalación deseada, así como definir el rango temporal y el tipo de métrica a visualizar. En este caso, la pestaña activa corresponde a las condiciones meteorológicas, mostrando una gráfica que representa la evolución de la temperatura y la humedad a lo largo del tiempo. Esta funcionalidad facilita la interpretación de tendencias y la toma de decisiones basadas en datos históricos, además de contar con una opción para exportar la información visualizada. La interfaz está diseñada para ofrecer claridad, flexibilidad y profundidad analítica dentro del ecosistema agrovoltaico

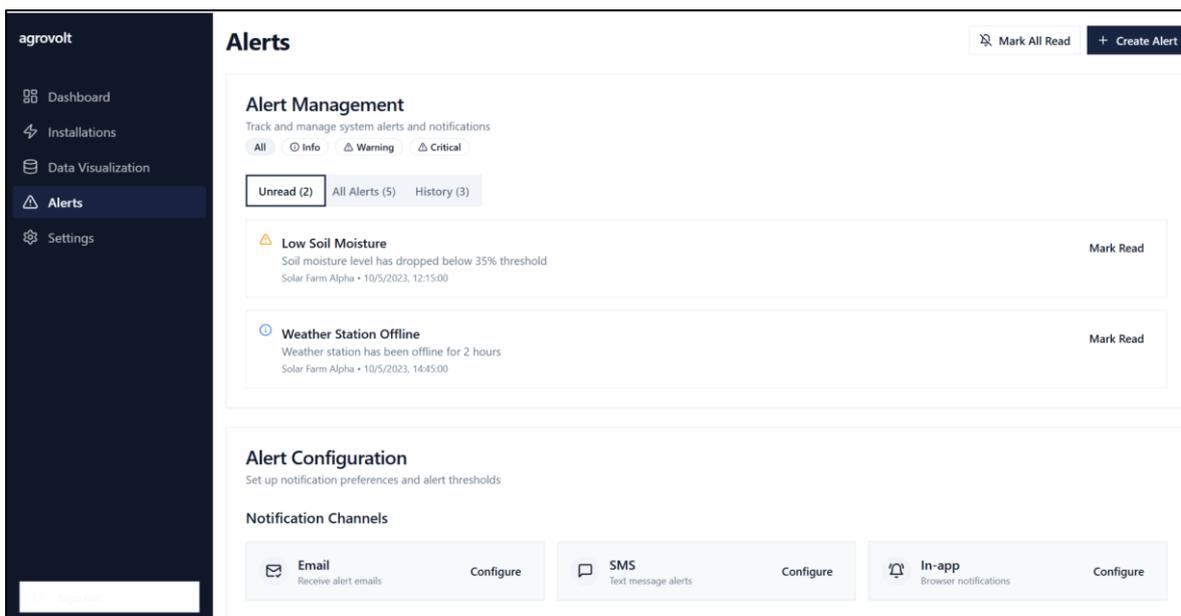


Figura 32. Pantalla de alertas y notificaciones

La pantalla superior muestra el módulo de “Alerts” que se encarga de centralizar toda la gestión de notificaciones del sistema y dar al usuario un control detallado sobre todas las alertas generadas por las distintas instalaciones. En la parte superior se encuentra el panel de gestión de alertas, este panel permite filtrar las alertas (informativa, advertencia o crítica), así como acceder al historial o visualizar únicamente alertas no leídas. En cada una de las

alertas se muestra el título, una breve descripción, instalación afectada y hora exacta de emisión. En la parte inferior de la pantalla se encuentra el apartado en el que se configuran las notificaciones, donde el usuario puede definir la manera preferida de recibir las alertas (email, SMS o notificaciones en la propia plataforma), también se pueden ajustar los umbrales que activan cada tipo de aviso. Esta pantalla permite una respuesta ágil ante eventos críticos y contribuye a mejorar la operatividad y seguridad de las instalaciones monitorizadas

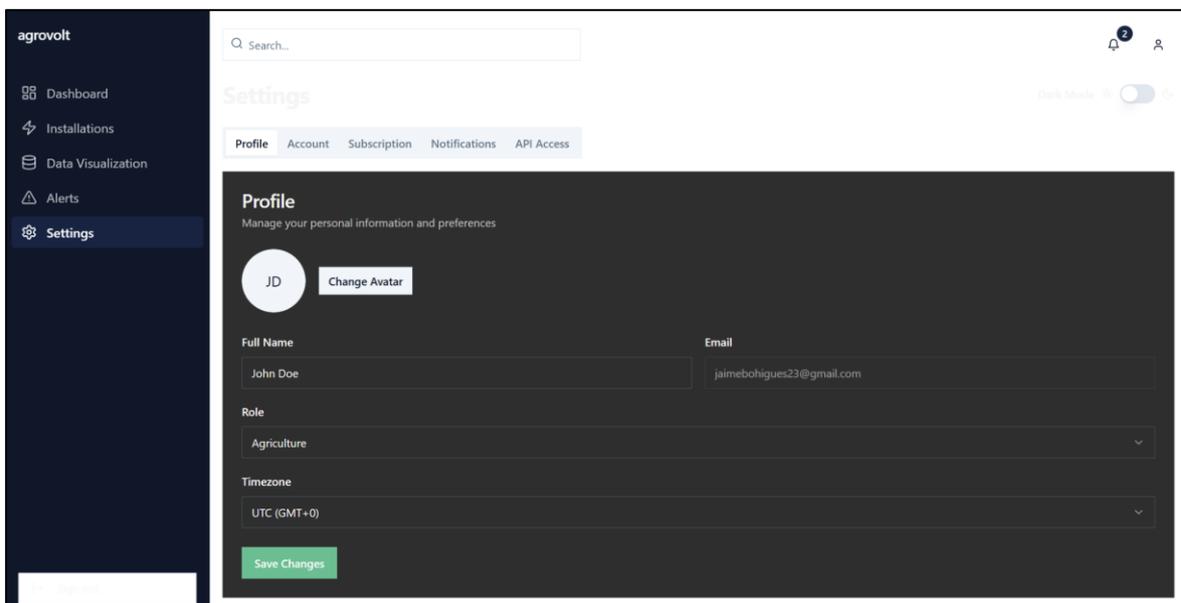


Figura 33. Pantalla de configuración

La última pantalla relevante del MVP corresponde al módulo de **Settings**, específicamente a la sección de configuración del perfil de usuario. En esta vista se permite la gestión de información personal básica como el nombre completo, correo electrónico, rol dentro de la plataforma y zona horaria. También se incluye la opción de cambiar el avatar asociado a la cuenta. La navegación dentro de este módulo se organiza en pestañas que dan acceso a otras áreas de configuración, como cuenta, suscripciones, notificaciones y accesos vía API. Esta sección garantiza que cada usuario pueda adaptar su experiencia en la plataforma a sus necesidades específicas, mejorando la personalización y el control sobre las preferencias individuales dentro del entorno digital de Agrovolt.

Con este MVP se cumple el principal objetivo de desarrollar un producto totalmente funcional que sirva para poder mostrarlo a potenciales clientes que den su visión y punto de mejora del producto para adaptarlos a las necesidades reales. En el siguiente apartado se realizará una entrevista a un experto del sector del sector en la cual aportará su visión sobre la herramienta

8.2.3 VALIDACIÓN CON USUARIO

Como parte final del proceso de validación se realizó una demo de la herramienta desarrollada con un potencial usuario experto en el sector energético. Esta interacción permitió contrastar las hipótesis validadas mediante encuesta con una visión profesional más profunda y aplicada al terreno

En la demo el usuario validó positivamente los principales bloques del SaaS: la centralización de datos agrícolas y energéticos en una única plataforma, la visualización en tiempo real por instalación, el sistema de alertas automáticas y la compatibilidad con múltiples sensores También destacó la orientación modular del SaaS, el enfoque multiusuario, y la experiencia de navegación del dashboard como elementos que facilitan la adopción en entornos profesionales

Durante la sesión también surgieron diferentes propuestas de mejora para el producto enfocadas a un uso más técnico de la herramienta. Estas son las propuestas que se realizaron y que se tendrán en cuenta de cara a posibles iteraciones y pivotes de la herramienta:

- **Gestión de costes energéticos y horarios tarifarios**, incluyendo el seguimiento del uso de generadores diésel, sus horas de funcionamiento y la logística de abastecimiento. Esta funcionalidad ayudaría a identificar desviaciones y optimizar el mix energético en explotaciones híbridas
- **Módulo de seguimiento de costes operativos en campo**, centrado en el control de gastos en insumos (fertilizantes, agua, semillas) y mano de obra. Esta funcionalidad permitiría evolucionar Agrovolt hacia una herramienta de gestión integral orientada a la eficiencia operativa

El usuario también propuso considerar en fases futuras la integración con plataformas externas de planificación agronómica o comercialización de energía, lo que abriría nuevas líneas de valor añadido y posibles alianzas estratégicas

8.3 PIVOTES DEL MODELO DE NEGOCIO

Tras haber realizado la validación del modelo se han obtenido algunos ajustes necesarios en el modelo de negocio que se planteó inicialmente. Estos ajustes vienen dados de todo el proceso de validación y afecta a algunos bloques del BMC, que se presentan a continuación:

Propuesta de valor: La propuesta de valor se ve ampliada debido a las funcionalidades relacionadas que se han visto como fundamentales en el proceso de validación y no se habían tenido en cuenta en el modelo de negocio inicial

- Gestión de costes energéticos y horarios tarifarios
- Control del uso de generadores diésel y su logística
- Gestión de sistemas de almacenamiento (baterías)
- Seguimiento de insumos y mano de obra (eficiencia operativa en campo)

Estas funcionalidades responden a una demanda más técnica y específica por parte de ciertos usuarios avanzados, detectada en respuestas abiertas y validada por el experto entrevistado

Segmento de clientes: se refina el cliente tipo y se identifican dos nuevos subsegmentos de clientes en los que no se había puesto tanto enfoque inicialmente

- Responsables de instalaciones con sistemas híbridos con baterías
- Técnicos agrícolas con responsabilidades operativas

Estructura de costes: Sin cambios estructurales, pero se prevé que los nuevos módulos funcionales implicarán un mayor coste de desarrollo y mantenimiento, especialmente en la gestión de datos energéticos avanzados y conectividad

Fuentes de ingresos: Se introduce una nueva de ingresos basas en las funcionalidades avanzadas y la personalización para diversificar la oferta comercial. A raíz de estas nuevas funcionalidades, se contempla la posibilidad de crear una tercera versión de suscripción, posicionada por encima del plan estándar

- **Versión básica:** para pequeños productores con funciones esenciales
- **Versión profesional:** actual estándar, orientada a ingenierías o explotaciones medianas
- **Versión avanzada o enterprise:** incluye las nuevas funcionalidades premium, con posibilidad de personalización e integración

Capítulo 9. ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA

9.1 ANÁLISIS DE COMPETIDORES

Una vez se ha realizado en análisis profundo del contexto de mercado en el segundo capítulo del proyecto y se ha definido el perfil tipo de usuario al que se va a dirigir el producto de AgroVolt. Es muy importante que quede establecido con claridad cual será la ventaja competitiva que presenta AgroVolt frente a los competidores. Para ello, en este apartado se procede a identificar, contrastar y evaluar otras soluciones que operan en mercados similares o adyacentes. En este análisis se va a comparar y analizar otros competidores del mercado que van a permitir identificar oportunidades de diferenciación en el producto. Para ello se ha realizado un benchmarking en el cual se han identificado cuatro plataformas activas que ofrecen una solución parecida a la de AgroVolt para la gestión energética o agrícola de manera integrada. El análisis de dichas referencias no solo permitirá contextualizar la posición relativa del proyecto, sino también aportar elementos estratégicos para su consolidación y escalabilidad futura

A continuación, se presentan varias soluciones disponibles en el mercado que se podrían considerarse competidoras de la solución que se propone desde este proyecto:

Spade Agrivoltaics

Spade es una herramienta desarrollada por Sandbox Solar que permite simular y optimizar configuraciones de sistemas agrovoltaicos antes de su implementación. Su principal funcionalidad es el modelado técnico de múltiples variables como la irradiación solar, la densidad de flujos de fotones fotosintéticos (PPFD) y los niveles de sombra proyectados. Es una solución enfocada a la fase previa de diseño antes de realizar el despliegue y la gestión del proyecto, especialmente útil para ingenierías y promotores de este tipo de proyectos

En relación con Agrovolt, Spade representa un competidor en cuanto a enfoque técnico-científico del diseño agrovoltaico, aunque opera en una fase distinta del ciclo de vida del proyecto. Mientras Spade actúa como una herramienta para la configuración óptima de sistemas, Agrovolt se centra en la fase operativa, ofreciendo una plataforma digital para monitorizar instalaciones activas, gestionar datos en tiempo real, recibir alertas y visualizar métricas clave. La diferenciación clave reside en que Agrovolt proporciona valor en la etapa posterior a la construcción, permitiendo a los usuarios gestionar múltiples instalaciones de forma remota y eficiente, lo que convierte a ambas soluciones en potencialmente complementarias

Effirem

Effirem es una plataforma cuyo objetivo consiste en fomentar la eficiencia energética en el entorno rural, pone especial enfoque en las explotaciones agrícolas que cuentan con sistemas de generación renovable, especialmente solar y consumos energéticos asociados a la gestión agrícola. Su objetivo es facilitar a agricultores y gestores rurales el control y análisis de sus flujos energéticos mediante herramientas accesibles y visuales, permitiendo tomar decisiones más informadas para reducir costes, aumentar la sostenibilidad y mejorar la gestión operativa

Effirem puede considerarse un competidor directo de Agrovolt, ya que ambas soluciones están diseñadas para facilitar la gestión energética en explotaciones agrícolas con generación propia. Effirem se especializa en control y visualización de variables energéticas mientras que AgroVolt ofrece una propuesta más amplia con la integración de variables agronómicas, como el estado del cultivo, la meteorología o los sistemas de riego, y poniendo foco sobre todo en los sistemas agrovoltaicos. Además, Agrovolt incorpora funcionalidades avanzadas de visualización por instalación, gestión de sensores y emisión de alertas automatizadas, lo que le permite ofrecer una solución más transversal y orientada a la operación diaria de proyectos agro-energéticos híbridos

Hispatec

Hispacec ofrece un ecosistema de varias herramientas orientada a la gestión integral de las instalaciones agrarias. Este ecosistema incluye herramientas de planificación de cultivos, trazabilidad del producto y hasta de gestión de procesos de producción, logística y comercialización. Estas soluciones están diseñadas para explotaciones agrícolas, cooperativas y empresas agroindustriales. Las plataformas son: ERPago, Hispacec Analytics, Agroslab y SIOC. Además, muchas de estas herramientas integran capacidades IoT, sensores en campo, y funcionalidades de gestión energética y ambiental, ofreciendo así una visión integral de la explotación agrícola

Aunque los productos de Hispacec no estén directamente enfocados a instalaciones agrovoltas su enfoque holístico de la gestión agro y su apertura a la integración tecnológica hacen que se posicionen como un competidor directo. En particular, soluciones como ERPago y Agroslab comparten con Agrovolt el objetivo de digitalizar el campo, optimizar procesos y mejorar la toma de decisiones mediante datos. Sin embargo, la compañía se diferencia ya que ofrece una plataforma especializada para instalaciones que combinan la generación energética solar y la producción agrícola

SpaceWell Energy by DEXMA

Spacewell Energy by DEXMA es una plataforma avanzada de gestión energética que permite monitorizar, analizar y optimizar el consumo energético en tiempo real en todo tipo de instalaciones. Su software está diseñado para funcionar con grandes volúmenes de datos provenientes de medidores y sensores, además permite detectar ineficiencias, prever consumos y automatizar acciones correctivas

Aunque no está específicamente concebida para el sector agrovoltico, su capacidad técnica, modularidad y enfoque en la optimización energética la convierten en una plataforma que podría adaptarse fácilmente a las necesidades que resuelve Agrovolt. Su fortaleza reside en el análisis energético, la visualización avanzada de datos y la compatibilidad con múltiples fuentes de información. Por ello, DEXMA representa un competidor potencial para

Agrovolt, especialmente si decidiera ampliar su alcance hacia el sector agrícola o integrar variables agronómicas en su software. Frente a esto, Agrovolt se diferencia por ofrecer una solución especializada desde el origen para instalaciones agrovoltaicas, combinando de forma nativa información agrícola y energética en una única plataforma pensada para técnicos de campo y operadores híbridos

En definitiva, no hay competidores directos que ofrezcan exactamente el mismo producto a excepción de Effirem pero al tratarse de empresas con softwares más holísticos podrían llegar a abarcar los servicios de AgroVolt si fuese necesario y el mercado lo demandase a medida que se desarrolle la tecnología agrovoltaica tanto en España como a nivel europeo

A continuación, se va a realizar una tabla a modo de benchmark final explicando cada una de las características que se han tenido en cuenta

- **Gestión conjunta de datos agrícolas y solares:** capacidad de la plataforma para integrar y correlacionar datos provenientes tanto de la actividad agrícola (como humedad del suelo, salud del cultivo o riego) como del sistema de generación fotovoltaica (producción energética, rendimiento, incidencias técnicas)
- **Plataforma SaaS accesible:** software funciona como un servicio en la nube (SaaS), sin requerir instalación física de servidores ni hardware específico, y puede ser utilizado desde cualquier dispositivo con acceso a Internet
- **Visualización operativa en tiempo real:** capacidad de visualizar en dashboards los datos actualizados al instante de sensores, instalaciones o módulos conectados
- **Especialización en agrovoltaica:** Aquí se valora si la plataforma está específicamente diseñada o adaptada para instalaciones que combinan producción agrícola y generación solar
- **Enfoque en eficiencia operativa diaria: solución** pensada para apoyar el trabajo cotidiano de los responsables técnicos o gestores de las instalaciones, ayudando a tomar decisiones operativas, emitir alertas o simplificar tareas diarias

A continuación, se muestra la tabla:

Características	Agrovolt	Spade Agrivoltaics	Effirem	Hispatec	Spacewell Energy
Gestión conjunta de datos agrícolas y solares	✓	✓	✗	≈	✗
Plataforma SaaS accesible	✓	✗	✓	✓	✓
Visualización operativa en tiempo real	✓	✗	✓	≈	✓
Especialización en agrovoltaica	✓	✓	✗	✗	✗
Enfoque en eficiencia operativa diaria	✓	✗	✓	✗	✓

Tabla 3. Análisis de los competidores

9.2 TAMAÑO DE MERCADO

A continuación, se va a realizar una estimación del tamaño de mercado en el cual opera AgroVolt. Para ello se van a realizar distintas estimaciones que ayudarán a conocer como de atractivo y grande es el mercado, se partirá del tamaño de mercado total al cual se le denomina TAM (Total Adressable Market) en el Lean Startup Methodology, a continuación, se procederá a dimensionar el SAM (Serviceable Adressable Market) y por último el SOM (Serviceable Obtainable Market), que es el porcentaje del mercado al cual se va a poder servir inicialmente mediante la venta/servicio ofrecido por el producto

Total Adressable Market (TAM): *Es la oportunidad de ingresos totales por tu producto o servicio si captaras el 100 % del mercado. El TAM se calcula multiplicando el número total de clientes potenciales por el ingreso medio por cliente (Amazon Ads, 2024)*

En este caso al tratarse de un mercado que actualmente está en crecimiento es prácticamente imposible realizar una estimación del número de clientes en el mercado de la agrovoltaica a nivel mundial. Sin embargo, el TAM mercado global de agrovoltaica ofrece una perspectiva y estimación de su magnitud económica. Según un informe de GMI Insights, el mercado agrovoltaico fue valorado en **6.3 mil millones de USD en 2024** y se proyecta que alcance aproximadamente 11.1 mil millones de USD para 2034, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 5.6%. Estos datos reflejan un mercado en expansión con un tamaño lo suficientemente relevante como para justificar el desarrollo de soluciones tecnológicas especializadas y captar el interés de actores industriales y financieros a nivel global

Serviceable Adressable Market (SAM): *Es la parte de TAM a la que se puede acceder y que es relevante para tu negocio. Para calcular el SAM, tendrías que filtrar el TAM en función de factores como la ubicación geográfica y el sector demográfico (Amazon Ads, 2024)*

Para estimar el SAM vamos a tener en cuenta solamente el mercado agrovoltaico de España y Portugal, partiendo de los datos del informe de GMI Insights se sabe que el mercado europeo de agrovoltaica es **de 1.6 mil millones de USD en 2025** suponiendo la misma tasa de crecimiento acumulado (CAGR) que en el mercado global desde 2024 hasta 2032

Para estimar el SAM conjunto de España y Portugal se ha utilizado la proporción de capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en relación con el mercado total europeo. En Europa hay una potencia instalada fotovoltaica de 257 GW (García-Ceca, 2025) de toda esa potencia 32 GW (Statista Research Department, 2025) están instalados en España y 5.7 (Jowett, 2025) GW en Portugal, lo que supone un total de 37.7 GW (14.7% del total)

$$SAM = \frac{\text{Potencia Instalada España} + \text{Potencia Instalada Portugal}}{\text{Potencia Instalada Europa}} \times TAM = 249.9 \text{ M\$}$$

El SAM (Serviceable Addressable Market) estimado para el mercado agrovoltaico en España y Portugal en 2024 es de aproximadamente 249.9 millones de USD. Esta cifra proporciona una visión del potencial económico total del sector agrovoltaico en la península ibérica, considerando su capacidad instalada de energía solar y su participación en el mercado europeo

A continuación, se calculará el mercado al que se podrá tener acceso también denominado SOM (Serviceable Obtainable Market)

Serviceable Obtainable Market (SOM): *Es la parte de SAM que tu empresa puede captar de manera razonable. Para calcular el SOM, tendrías que filtrar el SAM en función de factores como el panorama del mercado, la conciencia de marca y el presupuesto publicitario (Amazon Ads, 2024)*

A partir del SAM se va a estimar el SOM del mercado de digitalización de la agrovoltaica. Se parte de la hipótesis de que el 20% del mercado agrícola utiliza soluciones tecnológicas avanzadas (McKinsey & Co, 2025), este dato de las gestión agrícola se extrapola al mercado agrovoltaico

$$\text{Segmento digitalizado agrovoltaica} = \text{SAM} \times 20\% = 49.98 \text{ M\$}$$

Al ser prácticamente el único actor del mercado agrovoltaico digital en España y Portugal a excepción de EFFIREM (sin competencia directa específica), y con una estrategia de entrada temprana, Agrovolt podría capturar entre el 30% y el 35% de este segmento digitalizado, tras realizar ese cálculo se obtiene que el SOM es de 14.99 millones de USD

$$\text{SOM} = \text{Segmento digitalizado agrovoltaica} \times 30\% = 14.99 \text{ M\$}$$

Como conclusión, el **SOM (Serviceable Obtainable Market)** estimado para Agrovolt en España y Portugal asciende a **aproximadamente 14,99 millones de USD**, reflejando la porción del mercado agrovoltaico que podría captarse en condiciones realistas dentro del actual contexto competitivo. Este valor tiene especial relevancia considerando que Agrovolt se posiciona como una de las primeras soluciones digitales especializadas en agrovoltaica

en la península ibérica, lo que le otorga una ventaja estratégica en términos de penetración y posicionamiento

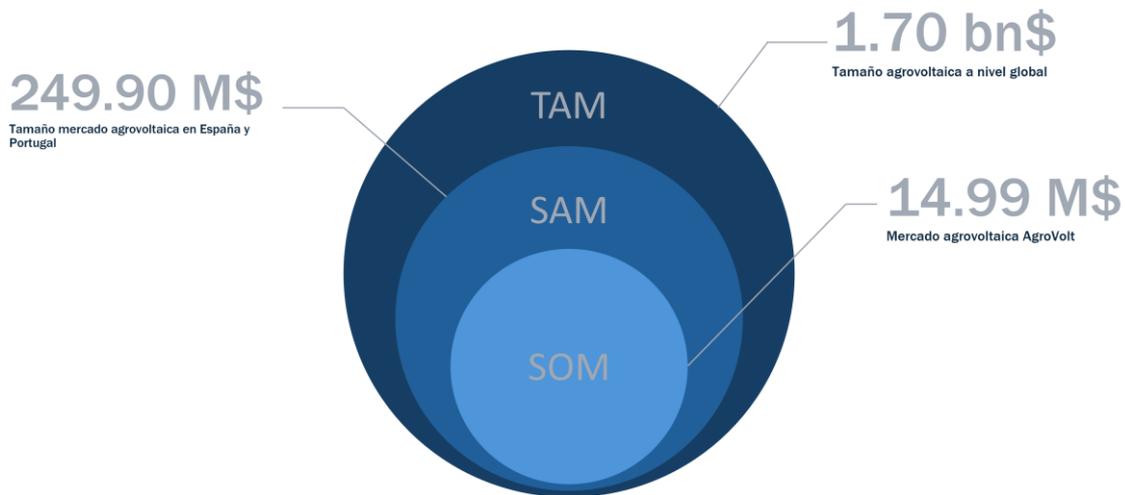


Figura 34. Tamaño de mercado agrovoltaico (TAM, SAM, SOM)

9.3 PLAN FINANCIERO

Con el objetivo de evaluar la sostenibilidad financiera del modelo de negocio propuesto, se lleva a cabo un análisis de viabilidad económica de Agrovolt. Este análisis tiene como finalidad determinar si el modelo definido a lo largo del proyecto es económicamente viable y presenta potencial de escalabilidad rentable en el medio plazo. Para ello, se ha desarrollado un plan financiero que contempla una proyección detallada a cinco años (2025–2030), abarcando los principales elementos financieros del negocio, incluyendo la cuenta de resultados (P&L), el balance de situación, el estado de flujos de caja y una valoración de la empresa mediante el método de descuento de flujos de caja (DCF)

- **Pérdidas y Ganancias (P&G):** Se estiman los ingresos esperados por suscripciones, costes de desarrollo y mantenimiento, así como otros gastos operativos
- **Balance de situación:** Se simulan los activos, pasivos y el patrimonio neto de la empresa, permitiendo analizar la estructura financiera a lo largo del tiempo, así como la evolución de la inversión inicial, amortizaciones y necesidades de financiación

- **Flujos de caja:** Se realiza un análisis de los flujos de caja operativos, de inversión y de financiación para determinar la liquidez del proyecto y su capacidad de mantenerse solvente durante la fase de crecimiento
- **Valoración mediante Método de Flujos de Caja (DCF):** Se estima el valor presente de la empresa proyectando los flujos de caja esperados y aplicando una tasa de descuento apropiada. Esta valoración se utiliza para calcular un posible valor de venta de la compañía en el año 2030, suponiendo una estrategia de salida mediante adquisición o fusión

A continuación, se muestra una tabla con las diferentes modalidades de pago que se ofrecen desde AgroVolt y el precio de cada una de ellas

Plan	Precio Pago Mensual (\$)	Precio Pago Anual (\$)	Alcance
Free	0	0	1 instalación, dashboard básico, historial de 7 días, soporte por email
Pro	29	278	Hasta 5 instalaciones, analítica avanzada, historial de 30 días, alertas, exportación de datos, soporte prioritario por email
Enterprise	99	950	Instalaciones ilimitadas, analítica avanzada, historial de 1 año, alertas, exportación de datos, acceso API, soporte 24/7, integraciones personalizadas

Tabla 4. Modelos de suscripción disponibles

Los planes de suscripción ofrecidos por Agrovolt se estructuran en tres niveles: Free, Pro y Enterprise, adaptándose a distintos tamaños y necesidades de instalaciones agroltaicas. Cabe destacar que las modalidades de pago anual incorporan un descuento del 20% respecto al coste total que supondría abonar la suscripción mensualmente durante 12 meses. Esta estrategia no solo incentiva el compromiso a largo plazo por parte del cliente, sino que también mejora la previsibilidad de ingresos para la empresa y optimiza la retención de usuarios

	Precio Pago Mensual anualizado	Precio Pago Anual	Total
% distribución clientes	74.0%	26.0%	100.0%
Modelo Free	-	-	265
Modelo Pro	111	39	150
Modelo Enterprise	33	12	45

Tabla 5. Distribución de clientes

La tabla anterior muestra la distribución estimada de clientes por tipo de plan (Free, Pro, Enterprise) y por modalidad de pago (mensual anualizado vs. anual) durante el primer año de operación de la empresa.

Para construir esta proyección se partió de una hipótesis de captación de aproximadamente 460 clientes activos durante el primer año, resultado de acciones comerciales directas, campañas de captación y presencia en eventos especializados del sector agrolvoltaico. Esta base inicial de leads y usuarios se segmentó en función de su nivel de madurez tecnológica, su capacidad económica y sus necesidades operativas

La distribución de los clientes por tipo de suscripción queda de la siguiente manera:

- **Modelo Free:** 265 usuarios ($\approx 58\%$), correspondiente a explotaciones pequeñas que buscan experimentar con la plataforma
- **Modelo Pro:** 150 usuarios ($\approx 33\%$), enfocados en operadores con hasta cinco instalaciones
- **Modelo Enterprise:** 45 usuarios ($\approx 10\%$), compuesto principalmente por cooperativas o desarrolladores de proyectos con múltiples plantas

Para los planes Pro y Enterprise, se ha incorporado una distinción entre clientes que optarían por el pago mensual (74%) y aquellos que preferirían el pago anual (26%). Esta proporción se ha determinado a partir de los resultados de una encuesta realizada a distintos expertos del sector agrícola y fotovoltaico, quienes indicaron su nivel de disposición a contratar el servicio según el modelo de pago

A continuación, se muestran las suposiciones establecidas para el caso base:

Periodo	2026	2027	2028	2029	2030
OPEX	100.00				
Ingresos	100.07	20.0%	30.0%	50.0%	50.0%
Costes Variables	5.0%	5.0%	4.0%	4.0%	4.0%
Costes Fijos	90.00	100.00	130.00	190.00	260.00
Inversiones	20.00	25.00	20.00	30.00	33.00
Amortización	5 years				
Días en almacén	0 days	0 days	0 days	0 days	0 days
Días de cobro	20 days	20 days	20 days	20 days	20 days
Ratio de Efectivo	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%
Días de pago a proveedores	30 days	30 days	30 days	30 days	30 days
Días de pago a acreedores	30 days	30 days	30 days	30 days	30 days
Dividendos Preferentes					(25.00)
Bancos y Bonos	11.02	12.01	5.92	9.13	7.92
Tiempo de deuda	25 years				

Tabla 6. Suposiciones del modelo financiero

En la tabla superior se muestra un pequeño resumen de las hipótesis tomadas para la realización del modelo financiero. Estas suposiciones se han definido teniendo en cuenta tanto el contexto sectorial de las startups tecnológicas B2B como las particularidades del mercado agrovoltaico, combinando un enfoque prudente con expectativas realistas de crecimiento y eficiencia operativa

En primer lugar, el OPEX se ha fijado en 100 mil euros en el año 2026 como valor de referencia base para el inicio de operaciones, y se mantiene constante en términos absolutos para facilitar la comparación interanual. Los ingresos presentan una evolución creciente, partiendo de 100.07 mil euros en 2026 y aplicando tasas de crecimiento progresivas: 20 % en 2027, 30 % en 2028, y 50 % tanto en 2029 como en 2030. Este patrón de crecimiento está alineado con los benchmarks de escalado en startups SaaS en fase temprana, tal y como recoge (Bessemer Venture Partners, 2023), donde se observa que empresas en fase semilla o Serie A pueden experimentar crecimientos anuales superiores al 30 % en caso de contar con una propuesta de valor bien definida y una estrategia de adquisición eficaz. Además, la digitalización acelerada del sector agroindustrial y la creciente demanda de soluciones integradas en energías renovables apoyan un crecimiento de este tipo, como destacan

también McKinsey & Company y Fraunhofer ISE en sus estudios sobre agrovoltaica y tecnologías asociadas

Los costes variables se han fijado como porcentaje del OPEX total, en lugar de calcularse directamente sobre los ingresos, con el objetivo de reflejar con mayor precisión la estructura de gastos de un modelo SaaS. En concreto, se estima un 5 % en los dos primeros años (2026 y 2027) y un 4 % a partir de 2028, lo que responde a la mejora de eficiencia operativa y a la optimización del gasto en infraestructura cloud, herramientas técnicas y servicios de terceros. Estos valores están en línea con las referencias del sector, donde empresas de software con arquitectura modular y clientes B2B manejan COGS relativamente bajos en proporción al gasto operativo total.

En cuanto a los costes fijos, se proyectan aumentos anuales relevantes, desde 90 mil euros en 2026 hasta 260 mil euros en 2030. Esta evolución refleja la expansión natural de la estructura organizativa de la empresa, el refuerzo de los departamentos técnico y comercial, y la inversión en posicionamiento y atención al cliente. Estos niveles de gasto se consideran razonables para una startup en crecimiento con ambiciones de consolidación nacional y futura internacionalización.

Respecto a las inversiones (CAPEX), estas oscilan entre 20 y 33 mil euros anuales, y representan los recursos destinados al desarrollo y mejora de la plataforma tecnológica, incluyendo nuevas funcionalidades, conectores con SCADA, herramientas predictivas y adaptaciones a clientes con mayores requerimientos técnicos. La amortización de estos activos intangibles se realiza linealmente en un plazo de 5 años, siguiendo el criterio habitual en proyectos de software propietario según las recomendaciones del Plan General de Contabilidad español y las prácticas contables de startups digitales.

En lo referente al capital circulante, se han introducido supuestos estándar pero prudentes para este tipo de modelo. No se contemplan días en inventario, dado que Agrovolt no comercializa productos físicos ni maneja stock. El plazo medio de cobro se ha estimado en 20 días, teniendo en cuenta que la mayoría de los clientes pagarán mediante suscripción mensual o anual por adelantado. Los plazos de pago a proveedores y a acreedores se fijan en

30 días, coherente con las condiciones habituales de pago en servicios profesionales, software y outsourcing técnico en el mercado español.

El ratio de efectivo se ha fijado en un 25 % durante todo el periodo, lo que garantiza un margen de liquidez razonable para cubrir imprevistos sin comprometer el funcionamiento operativo. Este nivel de caja se considera prudente, especialmente en una empresa en fase de crecimiento con exposición a costes de desarrollo y marketing.

En materia de financiación, se observa una carga progresiva asociada a deuda con bancos y bonistas, cuyas cuotas anuales varían entre 5.92 y 12.01 mil euros en el periodo. Estas cifras han sido calculadas considerando un tipo de interés del 5.5 %, habitual para instrumentos de venture debt o financiación bancaria a startups con un perfil de riesgo medio-alto. El horizonte temporal de amortización de la deuda se ha fijado en 25 años, lo que reduce la presión financiera anual y permite una mayor flexibilidad de tesorería durante los primeros años de crecimiento.

Por último, se contemplan dividendos preferentes por importe de 25 mil euros en el año 2030, destinados a retribuir a inversores que hayan aportado capital con condiciones preferentes. Esta partida no se contempla en los años anteriores para priorizar la reinversión de beneficios y la consolidación del negocio

Cuenta de resultados

A continuación, se muestra la cuenta de resultados que se ha realizado para el periodo 2026-2030 de AgroVolt en base a las hipótesis comentadas anteriormente

Cuenta de Resultados

en miles ('000)

Periodo	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos	100.07	120.09	156.12	234.17	351.26
Costes Variables	5.00	6.00	6.24	9.37	14.05
Margen Bruto	95.07	114.08	149.87	224.81	337.21
Costes Fijos	90.00	100.00	130.00	190.00	260.00
EBITDA	5.07	14.08	19.87	34.81	77.21
Amortización	4.00	9.00	13.00	19.00	25.60
EBIT	1.07	5.08	6.87	15.81	51.61
Intereses	0.61	1.24	1.52	1.96	2.32
BAI	0.47	3.84	5.35	13.85	49.29
Impuestos	0.07	0.58	0.80	2.08	7.39
Beneficio Neto	0.40	3.27	4.55	11.77	41.90
Dividendos preferentes					25.00
Beneficio Neto a cuenta	0.40	3.27	4.55	11.77	16.90

Figura 35. Cuenta de resultados (2026-2030)

A nivel de ingresos, el modelo de negocio presenta un crecimiento prolongado a lo largo del tiempo, pasando de 100.07 mil euros en 2026 a 351.26 mil euros en 2030. Este incremento responde a una estrategia comercial gradual, apoyada en la captación progresiva de clientes del sector agrovoltáico, la conversión de cuentas gratuitas a planes de pago, y la consolidación del software como herramienta de gestión energética y agrícola. Este crecimiento, estructurado sobre incrementos anuales del 20 %, 30 %, 50 % y 50 %, se alinea con los datos recogidos en el informe *State of the Cloud 2023* de Bessemer Venture Partners, donde se observa que las startups SaaS con tracción temprana pueden alcanzar tasas de crecimiento anuales superiores al 30 % durante sus primeros cinco años de vida

En términos de rentabilidad, el margen bruto mejora consistentemente a lo largo del periodo, pasando de 95.07 mil euros en 2026 a 337.21 mil euros en 2030. Este comportamiento refleja una estructura de costes variables controlada, que se mantiene en torno al 5 % del OPEX en los primeros años y se reduce progresivamente hasta el 4 %. Esta optimización se debe al carácter digital de la plataforma, donde el crecimiento en usuarios no se traduce en incrementos proporcionales en los costes directos, gracias a la escalabilidad técnica del modelo SaaS

El EBITDA evidencia una clara mejora operativa, con un aumento de 5.07 mil euros en 2026 a 77.21 mil euros en 2030. Este indicador confirma la capacidad de generación de caja del modelo de negocio, incluso en fases tempranas, y sienta las bases para la sostenibilidad financiera futura. No obstante, la amortización del CAPEX activado, asociado al desarrollo y evolución de la plataforma, incrementa de forma significativa, alcanzando los 25.60 mil euros en 2030. Este aumento es consecuencia directa del esfuerzo inversor realizado en la evolución tecnológica del producto, algo habitual en empresas innovadoras de base tecnológica

El resultado operativo (EBIT) pasa de 1.07 mil euros en 2026 a 51.61 mil euros en 2030, consolidando así una tendencia de mejora estructural. Por su parte, los intereses financieros han sido calculados aplicando un tipo del 5.5 %, coherente con los costes de financiación habituales para startups que acceden a mecanismos como préstamos participativos o deuda venture. Este tipo de interés recoge el nivel de riesgo de la compañía en sus primeras fases, sin asumir condiciones excesivamente gravosas para su sostenibilidad.

Uno de los elementos clave en la optimización de resultados es la aplicación de un tipo impositivo del 15 % sobre el beneficio antes de impuestos (BAI), tal y como recoge la Ley de Startups (Ley 28/2022). Agrovolt cumple con los requisitos establecidos por ENISA para beneficiarse de este régimen fiscal especial, entre los que se encuentran su condición de empresa innovadora, su antigüedad inferior a cinco años, la no distribución de dividendos y su residencia fiscal en España. Gracias a esta medida, el pago de impuestos se mantiene

contenido a lo largo del periodo, lo que permite maximizar los beneficios netos en las fases iniciales del negocio.

Como parte de una estrategia orientada a la reinversión de beneficios para sostener el crecimiento, no se contemplan pagos de dividendos preferentes durante los cuatro primeros años del modelo financiero. Solamente en 2030 se prevé una retribución de 25 mil euros a los inversores preferentes, una vez alcanzado un nivel de rentabilidad y flujo de caja que lo permite sin comprometer la operativa ni los planes de expansión

En conjunto, la evolución de la cuenta de resultados evidencia un modelo de negocio sólido, escalable y financieramente viable. La combinación de crecimiento sostenido en ingresos, control de costes, inversión tecnológica estratégica, costes financieros razonables y ventajas fiscales permite a Agrovolt consolidarse como una propuesta solvente y de alto potencial en el ecosistema de soluciones tecnológicas para el sector agrovoltáico

Balance de situación

Balance						
en miles ('000)						
Periodo	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Activos Fijos Brutos		20.00	45.00	65.00	95.00	128.00
Amortización Acum.		4.00	13.00	26.00	45.00	70.60
Activos No Corrientes		16.00	32.00	39.00	50.00	57.40
Existencias						
Clientes		5.48	6.58	8.55	12.83	19.25
Efectivo	50.00	2.06	2.40	3.08	4.45	6.05
Activos Corrientes	50.00	7.55	8.98	11.63	17.28	25.30
Activos Totales	50.00	23.55	40.98	50.63	67.28	82.70
Accionistas	50.00	4.32	6.42	7.28	3.50	1.15
Beneficio Neto a cuenta		0.40	3.27	4.55	11.77	16.90
Patrimonio Neto	50.00	4.72	9.68	11.83	15.27	18.05
Pasivo No Corriente		10.58	21.69	26.50	34.20	40.44
Deuda a C/P		0.44	0.90	1.10	1.43	1.68
Proveedores		0.41	0.49	0.51	0.77	1.15
Acreeedores		7.40	8.22	10.68	15.62	21.37
Pasivo Corriente		8.25	9.62	12.30	17.81	24.21
Pasivo Total	50.00	23.55	40.98	50.63	67.28	82.70

Figura 36. Balance de situación (2025-2030)

El balance de situación proyectado de Agrovolt entre 2026 y 2030 refleja una evolución sólida y coherente con el modelo de negocio SaaS propuesto. En el activo, destacan los activos no corrientes vinculados al desarrollo tecnológico de la plataforma, que aumentan con las inversiones anuales en CAPEX y se amortizan en cinco años, siguiendo criterios contables estándar para activos intangibles. Los activos corrientes, especialmente el efectivo, crecen de forma sostenida gracias a una adecuada generación de caja operativa y a una gestión eficiente del capital circulante, con plazos de cobro y pago optimizados

En el pasivo y patrimonio neto, el capital propio se refuerza con los beneficios retenidos durante los primeros años, priorizando la reinversión sobre la distribución. Solo en el último ejercicio se contempla el reparto de dividendos preferentes. La financiación externa se estructura mediante deuda a largo plazo con un horizonte de 25 años y un tipo de interés del 5,5 %, lo que permite cubrir las necesidades de inversión sin comprometer la solvencia. En conjunto, el balance evidencia una estructura financiera equilibrada y una posición patrimonial robusta, adecuada para sostener el crecimiento proyectado del negocio

Estado de Flujo de Efectivo [Show](#)

Periodo	2026	2027	2028	2029	2030
1. Flujo de Efectivo de Operaciones					
Beneficio Neto	0.40	3.27	4.55	11.77	41.90
Amortización	4.00	9.00	13.00	19.00	25.60
Operational Cash Flow	4.40	12.27	17.55	30.77	67.50
(-) Incr. Existencias					
(-) Incr. Clientes	(5.48)	(1.10)	(1.97)	(4.28)	(6.42)
Incr. Proveedores	0.41	0.08	0.02	0.26	0.38
Incr. Acreedores	7.40	0.82	2.47	4.93	5.75
Flujo de Efectivo de Operaciones	6.72	12.07	18.06	31.68	67.22
2. Flujo de Efectivo de Inversiones	(20.00)	(25.00)	(20.00)	(30.00)	(33.00)
3. Flujo de Efectivo de Financiación					
Accionistas comunes	(45.68)	1.69	(2.40)	(8.33)	(14.12)
Accionistas preferentes					(25.00)
Bancos	11.02	11.57	5.01	8.03	6.49
Flujo de Efectivo de Financiación	(34.66)	13.27	2.61	(0.30)	(32.62)
Flujo de Efectivo	(47.94)	0.34	0.67	1.38	1.60
Efectivo al principio	50.00	2.06	2.40	3.08	4.45
Flujo de Efectivo	(47.94)	0.34	0.67	1.38	1.60
Efectivo al final	2.06	2.40	3.08	4.45	6.05

Figura 37. Estado de Flujo de Caja (FCL)

En los primeros ejercicios, los flujos de caja operativos son reducidos, aunque positivos, gracias al control sobre los costes operativos y a una estructura de capital circulante eficiente. A partir de 2027, y especialmente desde 2028, se observa un incremento sostenido en el flujo operativo, impulsado por la expansión de ingresos y la generación de EBITDA creciente

Los flujos de inversión (cash flow from investing) presentan salidas de caja constantes durante todo el periodo, asociadas principalmente al desarrollo de la plataforma tecnológica y la activación de funcionalidades estratégicas. Estas inversiones, aunque intensivas en los primeros años, responden al carácter innovador del modelo y sientan las bases para el crecimiento escalable a medio plazo

En cuanto a los flujos de financiación, se observa una entrada inicial asociada a deuda externa, con amortizaciones progresivas a partir de los años intermedios. Esta financiación ha sido estructurada a largo plazo, con un horizonte de 25 años y un tipo del 5,5 %, lo que permite una gestión prudente del servicio de la deuda sin tensionar la tesorería

Free Cash Flow and Discounted Cash Flow Method

Show

Sell in: 2030	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT = EBIT*(1-T)	0.91	4.32	5.84	13.44	43.87
Depreciation	4.00	9.00	13.00	19.00	25.60
Operational Cash Flow	4.91	13.32	18.84	32.44	69.47
-CAPEX	(20.00)	(25.00)	(20.00)	(30.00)	(33.00)
-Incr. Net Working Capital	50.26	(0.53)	(0.16)	(0.47)	(1.88)
Free Cash Flow	35.18	(12.21)	(1.32)	1.97	34.59
Terminal Value					568.02
Total Free Cash Flow	35.18	(12.21)	(1.32)	1.97	602.61
Enterprise Value	409.13				
Debt					
Equity Value	409.13				
EBITDA Multiple at sale:	7.36				7.36

Figura 38. Valoración de la compañía en 2030 mediante Descuentos de Flujos de Caja

La valoración de Agrovolt se ha llevado a cabo mediante el método del descuento de flujos de caja libres (DCF), partiendo de las proyecciones financieras del periodo 2026–2030 y

suponiendo una eventual venta de la compañía al cierre del ejercicio 2030. Esta metodología permite estimar el valor presente de los flujos de caja operativos generados por el negocio, incluyendo también un valor terminal basado en un múltiplo sobre EBITDA

Durante el horizonte analizado, los resultados reflejan una evolución progresiva en la capacidad de generación de caja. En 2026, se obtiene un flujo de caja libre positivo de 35,18 mil euros, aunque en los años 2027 y 2028 se registran salidas netas, debido principalmente al esfuerzo inversor (CAPEX) y a variaciones puntuales en el capital circulante. A partir de 2029, el flujo vuelve a ser positivo y en 2030 alcanza los 34,59 mil euros. A este último año se le añade un valor terminal de 568,02 mil euros, calculado con un múltiplo EBITDA de 7,36, que es razonable para startups SaaS B2B en fase de crecimiento con una trayectoria consolidada y márgenes crecientes

El valor presente neto (VAN) de estos flujos de caja descontados asciende a 409,13 mil euros, cifra que representa tanto el Enterprise Value como el Equity Value, dado que no se ha incorporado deuda financiera pendiente al cierre del periodo. Este resultado indica que, bajo las condiciones proyectadas, Agrovolt podría alcanzar una valoración de mercado superior a los 400 mil euros en 2030 únicamente por su capacidad de generación de caja, sin incorporar valoraciones especulativas o múltiplos de mercado descontextualizados

Tras el análisis detallado de la cuenta de resultados, el balance de situación, el estado de flujos de caja y la valoración por descuento de flujos de caja, se concluye que Agrovolt presenta un modelo de negocio financieramente viable, rentable y sostenible en el tiempo. A lo largo del periodo 2026–2030, la compañía proyecta un crecimiento sólido de los ingresos, acompañado de una mejora progresiva en los márgenes operativos y una gestión eficiente del capital invertido

Los resultados muestran una capacidad clara de generación de EBITDA desde los primeros ejercicios, así como una estructura de costes optimizada y adaptada al modelo SaaS. Además, el uso responsable de la financiación y el aprovechamiento de los beneficios fiscales aplicables a startups permiten reforzar la estabilidad financiera sin comprometer la liquidez

La valoración por flujos de caja descontados confirma que el valor del proyecto está directamente respaldado por su capacidad de generar caja, sin depender de expectativas de mercado especulativas. Esto refuerza el atractivo de Agrovolt como oportunidad de inversión y demuestra que el proyecto no solo es escalable, sino también económicamente sostenible en el medio y largo plazo

En conjunto, el plan financiero refleja la solidez del modelo planteado y su potencial de consolidación en el mercado agrovoltaico, avalando así la viabilidad global del proyecto

Capítulo 10. ALINEACIÓN CON LOS ODS

El desarrollo de este proyecto tiene como uno de sus principales objetivos el compromiso global con el desarrollo sostenible y la transición hacia modelos productivos agrícolas más resilientes, eficientes y bajos en carbono de los que se pueda beneficiar todo el entorno. Dado que la propuesta combina digitalización, optimización energética y sostenibilidad agrícola, el proyecto se alinea de forma directa con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la ONU en la Agenda 2030. A continuación, se explica como este proyecto se alinea con el ODS 2 (Hambre cero), 7 (Energía asequible y no contaminante), 9 (Industria, innovación e infraestructura), 12 (Producción y consumo responsables) y 13 (Acción por el clima) aportando un valor añadido más allá del interés empresarial que la plataforma pueda llegar a tener para otras compañías

ODS 2: Hambre cero

La plataforma mejora la sostenibilidad y eficiencia del sector agrícola al ser capaz de monitorizar de una manera precisa las condiciones de los cultivos, el estado del suelo y las necesidades hídricas mediante la conexión con sensores existentes y mediante la visualización de estos indicadores en tiempo real. Esto se traduce en un uso más racional del agua, una reducción del estrés hídrico de los cultivos y una mejora en los rendimientos agrícolas, incluso en condiciones climáticas adversas. Además, al facilitar una agricultura más técnica y basada en datos, la plataforma promueve prácticas agronómicas modernas que aumentan la resiliencia alimentaria y favorecen la producción en zonas rurales, impulsando el desarrollo agrícola sostenible

ODS 7: Energía asequible y no contaminante

Mediante la integración la integración de sistemas fotovoltaicos y agrícolas se permite maximizar mediante sinergias la producción solar y optimizar el autoconsumo para las labores agrícolas de la explotación. El sistema permite visualizar en tiempo real la energía

generada, detectar ineficiencias, y facilitar el mantenimiento predictivo. Esta generación local y renovable reduce la dependencia de combustibles fósiles y baja los costes energéticos para los agricultores, haciendo la energía más accesible y sostenible

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura

Agrovolt se posiciona como una solución innovadora que impulsa la digitalización del sector agrovoltajeo, históricamente poco tecnificado. La plataforma representa una infraestructura digital avanzada que integra datos agrícolas y energéticos en tiempo real, fomenta la automatización operativa y permite escalar modelos de gestión inteligente. Esta infraestructura contribuye al desarrollo de una industria agrovoltajeo más moderna y eficiente, y crea sinergias entre sectores clave como la tecnología, la energía renovable y la agricultura. Además, al ser una solución en la nube (SaaS), se democratiza el acceso a herramientas avanzadas sin necesidad de grandes inversiones en hardware o sistemas locales

ODS 12: Producción y consumo responsables

Agrovolt promueve un uso más eficiente de los recursos naturales al integrar herramientas que permiten automatizar y controlar procesos agrícolas como la fertirrigación o la gestión hídrica en función de variables ambientales y energéticas. Gracias al análisis centralizado de datos y a los sistemas de alerta inteligente, los responsables técnicos pueden tomar decisiones más informadas, reduciendo el gasto de agua, energía o insumos agrícolas

ODS 13: Acción por el clima

El proyecto aporta una doble contribución a la acción climática: por un lado, al fomentar el uso de energías renovables para reducir las emisiones de CO₂ en zonas rurales; y por otro, al optimizar prácticas agrícolas mediante inteligencia de datos, lo que minimiza la huella ambiental de la producción. La capacidad de prevenir fallos, mejorar la eficiencia de recursos y reducir el uso de maquinaria intensiva hace que Agrovolt sea una herramienta efectiva para mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse a escenarios de mayor variabilidad meteorológica. Además, al permitir la recopilación histórica de datos, se abre la puerta a análisis predictivos que pueden anticipar impactos climáticos y adaptar los planes de cultivo

La propuesta de Agrovolt no solo responde a una necesidad operativa del sector agrovoltáico, sino que lo hace con una fuerte alineación estratégica con los objetivos globales de sostenibilidad. La combinación de tecnología, eficiencia operativa y digitalización aplicada a la gestión de recursos naturales convierte esta plataforma en una palanca clave para avanzar hacia un modelo de agricultura y energía más sostenible. Esta alineación con los ODS no solo refuerza la justificación del proyecto, sino que también lo posiciona favorablemente ante inversores, instituciones y políticas públicas orientadas al desarrollo sostenible. En particular, la contribución simultánea a los ODS 2, 7, 9, 12 y 13 refleja un enfoque transversal que genera impacto positivo en diversas dimensiones: ambiental, económica y social

Capítulo 11. CONCLUSIONES Y PRÓXIMOS PASOS

Una vez terminado el desarrollo del proyecto, puede concluirse que el diseño y validación de una plataforma SaaS para la gestión de instalaciones agrovoltaicas con solo es técnicamente viables, sino comercial y financieramente sostenible y atractiva. A lo largo del proyecto se ha utilizado la metodología Lean Startup, gracias a la cual se ha logrado identificar una necesidad real en el sector agrovoltaico que era: a falta de soluciones digitales que integren, en un único entorno, datos agrícolas y energéticos de manera eficiente

La encuesta realizada a expertos del sector ha validado la mayoría de las hipótesis críticas del modelo de negocio, destacando una alta disposición al pago (el 78,9 % de los encuestados valoró positivamente su intención de contratar una solución de este tipo) y un fuerte consenso en torno a la utilidad de una plataforma que centralice datos y genere alertas automatizadas. Asimismo, la validación directa con un usuario experto del sector energético ha permitido detectar oportunidades de evolución del producto hacia funcionalidades más avanzadas, como la gestión de costes energéticos, la incorporación de generadores diésel, la optimización del uso de baterías y la gestión de insumos agrícolas (tanto compra como gestión de inventario)

Desde el punto de vista económico, el modelo demuestra una viabilidad clara. La plataforma proyecta ingresos crecientes desde 100,000 € en 2026 hasta más de 350,000 € en 2030, con un EBITDA positivo ya en el primer año de operación. La valoración de la empresa a través del método de descuentos de flujos de caja (DCF) arroja un valor de 409,130 €, lo que confirma que el negocio es rentable, escalable y capaz de sostenerse a medio y largo plazo. Además, los costes fijos y de inversión están estructurados de forma conservadora, lo que refuerza la sostenibilidad del proyecto en sus primeros años de vida

De cara al futuro desarrollo de la compañía se deben seguir los siguientes próximos pasos:

1. **Desarrollo técnico completo del producto:** El MVP validado sienta unas bases sólidas, pero será necesario avanzar hacia una versión comercial que incluya las funcionalidades priorizadas por los usuarios, como la integración de datos tarifarios, módulos de eficiencia operativa o conectividad avanzada
2. **Búsqueda de financiación:** Ya sea mediante fondos propios, subvenciones o entrada de socios estratégicos, se deberán obtener recursos financieros para llevar a cabo el desarrollo técnico completo y ejecutar el plan de captación comercial
3. **Alianzas estratégicas:** Será clave establecer acuerdos con cooperativas agrícolas, ingenierías energéticas, fabricantes de sensores y entidades del ecosistema agrovoltaico que actúen como prescriptores y puntos de entrada al mercado
4. **Despliegue comercial y captación de usuarios:** Se recomienda una estrategia progresiva que comience por clientes medianos que permitan refinar la propuesta, y escalar después hacia grandes desarrolladores de proyectos agrovoltaicos
5. **Iteraciones del producto:** Se debe mantener el enfoque de mejora continua con usuarios reales, incorporando nuevas funcionalidades a medida que surjan nuevas demandas, siempre alineadas con los principios de eficiencia operativa y sostenibilidad

Con todo ello, Agrovolt se posiciona como una solución digital con capacidad de transformar la gestión agrovoltaica, aportando valor real al sector agrícola y energético, y contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Capítulo 12. BIBLIOGRAFÍA

Se han utilizado herramientas de Inteligencia Artificial (IA) a lo largo del desarrollo de este proyecto para apoyar la traducción, edición y mejora del contenido escrito. Estas herramientas se han empleado estrictamente como asistentes de redacción para mejorar la claridad y la calidad del lenguaje. No se ha plagiado ningún contenido ni se ha generado sin una revisión humana crítica y una contribución original. Las ideas, el análisis, la estructura y las conclusiones presentadas en este trabajo son completamente originales y responsabilidad exclusiva del autor

Amazon Ads. (2024). ¿Qué significa TAM SAM SOM? Obtenido de <https://advertising.amazon.com/es-es/library/guides/tam-sam-som>

Aquila Capital. (2023). *Agrivoltaics - The Future of Agriculture?* Obtenido de https://www.aquila-capital.de/fileadmin/user_upload/PDF_Files_Whitepaper-Insights/2023-05-08_ACI_Whitepaper_Agrivoltaics.pdf

Bessemer Venture Partners. (2023). *State of the Cloud 2023*. Obtenido de <https://www.bvp.com/atlas/state-of-the-cloud-2023>

Brite Solar. (2025). Mercado de Agrivoltaica: Creciente Demanda en Energía Renovable y Agricultura. Obtenido de <https://www.britesolar.es/aghora-aghrofitovoltaiawn-auksanomeni-zitisi-stin-ananewsimi-energheia-georghia-es>

Cassens, N. (2021). *The Lean Startup – A Systematic Literature Review*. Obtenido de https://www.fh-wedel.de/fileadmin/Mitarbeiter/Records/Cassens_2021_-_The_Lean_Startup_-_A_Systematic_Literature_Review.pdf

Chatzipanagi, A., Taylor, N., & Jaeger-Waldau, A. (2023). *Overview of the potential and challenges for agri-photovoltaics in the European Union*. Obtenido de

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/77fc10d0-de63-11ed-a05c-01aa75ed71a1/language-en>

EFFIREM. (2025). *GRUPO OPERATIVO PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA DE RIEGO Y CONSUMO ENERGÉTICO EFICIENTE EN LA REMOLACHA AZUCARERA*. Obtenido de <https://effirem.org/>

Energética 21. (2023). Smart Climate Agri-PV: Inteligencia artificial, teledetección y drones para soluciones agrovoltaicas. Obtenido de <https://energetica21.com/noticia/smart-climate-agri-pv-inteligencia-artificial-teledeteccion-y-drones-para-soluciones-agrovoltaicas>

García-Ceca, C. (2025). Europa alcanza un nuevo récord con 65,5 GW de capacidad fotovoltaica en 2024. *Energías Renovables*. Obtenido de <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/europa-alcanza-un-nuevo-record-con-65-20250128#:~:text=fotovoltaica-,Europa%20alcanza%20un%20nuevo%20r%C3%A9cord%20con%2065%2C5,de%20capacidad%20fotovoltaica%20en%202024&text=Seg%C3%BAAn%20el%20%C3%BAltimo%2>

GEF - Global Environment Facility. (2024). *Agrivoltaics*. Obtenido de https://www.thegef.org/sites/default/files/documents/2024-01/EN_GEF.STAP_.C.66.Inf_.04_Agrivoltaics.pdf

Hispatec. (2025). *El ecosistema de productos Hispatec*. Obtenido de <https://www.hispatec.com/productos/>

Jowett, P. (2025). Portugal instaló 1,77 GW fotovoltaicos en 2024. *pv magazine*. Obtenido de <https://www.pv-magazine.es/2025/03/26/portugal-instalo-177-gw-fotovoltaicos-en-2024/#:~:text=Portugal%20bati%20un%20r%C3%A9cord%20de,20%2C8%20GW%20para%202030>.

- Lardizábal, E. (2024). El desarrollo de la agrovoltaica en España: los proyectos en marcha y los principales desafíos para impulsar el mercado. *Energía Estratégica*. Obtenido de <https://energiaestrategica.es/agrovoltaica/#>
- McKinsey & Co. (2025). *European farmers pursue sustainability, cautious about profitability*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/european-farmers-pursue-sustainability-cautious-about-profitability>
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation*. Obtenido de https://vace.uky.edu/sites/vace/files/downloads/9_business_model_generation.pdf
- Planetary Care Grant Agency. (2024). Agrivoltaics market potential. Obtenido de <https://fundingregeneration.earth/2023/05/24/agrivoltaics-market-potential/>
- Ries, E. (2011). *The Lean Startup*. Obtenido de <https://ia800509.us.archive.org/7/items/TheLeanStartupErickRies/The%20Lean%20Startup%20-%20Erick%20Ries.pdf>
- Seppälä, M. (2024). *Innovation Model for Agrivoltaics Business Development in Finland*. Obtenido de <https://www.theseus.fi/handle/10024/863840>
- SpaceWell Energy. (2025). *Spacewell Energy Platform (Dexma)*. Obtenido de <https://www.dexma.com/what-is-spacewell-energy-platform-by-dexma/>
- Spade Agrivoltaics. (2025). Obtenido de Agrivoltaics Modelling Software for Agricultural and Photovoltaic Production: <https://spadesolar.com/>
- Statista Research Departmen. (2025). Potencia solar fotovoltaica instalada en España de 2010 a 2024. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/1004387/potencia-solar-fotovoltaica-instalada-en-espana/>