



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

ESTUDIO DEL RENDIMIENTO ECONÓMICO DE UN SOFTWARE DE
OPTIMIZACIÓN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS

Diego Manuel de la Torre Eguilior

Director: José Carlos Romero Mora

Coordinadora: Noemí Delgado Balbás

Madrid

2024

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título:
**ESTUDIO DEL RENDIMIENTO ECONÓMICO DE UN SOFTWARE DE
OPTIMIZACIÓN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS**

en la ETS de Ingeniería Industrial - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2023 / 2024 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.



Fdo.: Diego Manuel de la Torre Eguilior

Fecha: 26 / 08 / 2024

Autorizada la entrega del proyecto



Fdo.: José Carlos Romero Mora

Fecha: 26 / 08 / 2024

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Diego Manuel de la Torre Eguilior DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Análisis de las Licencias Cruzadas de Patentes bajo una perspectiva de la Teoría de Juegos, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor CEDE a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.

- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 26 de Agosto de 2024

ACEPTA



Fdo Diego Manuel de la Torre Eguilior

Estudio del rendimiento económico de un software de optimización de movimiento de tierras para la construcción de plantas fotovoltaicas

Autor: de la Torre Eguilior, Diego Manuel

Director: Romero Mora, José Carlos.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

Resumen del Proyecto

Este informe presenta un exhaustivo estudio de mercado destinado a evaluar la viabilidad de dos modelos de negocio diferentes. Por un lado, se estudia la creación de una plataforma SaaS que ofrezca servicios de simulación de PVGRAd™ y, por otro, se evalúa la venta de licencias PVGRAd™. Para ambos modelos de negocio el público objetivo serán EPCs y promotores de plantas fotovoltaicas.

Para ello, se realiza una previsión del total de GW instalados en plantas fotovoltaicas en España hasta 2030, haciendo previamente un resumen de las principales políticas energéticas a nivel nacional e internacional, a partir de las cuales poder prever las tendencias de crecimiento. El análisis incorpora datos históricos para predecir el recuento aproximado de plantas y las capacidades instaladas en el futuro, así como un multiplicador para incluir las plantas diseñadas que no son construidas.

Con respecto al cálculo de la cuota de mercado, para ambas líneas de negocio, el impacto del marketing en el alcance del mercado objetivo se modela utilizando una relación exponencial, y las estrategias de precios se diseñan con un precio de venta máximo, que está inversamente relacionado con la cuota de mercado captada.

Teniendo en cuenta los costes de personal, marketing, formación y desarrollo, se evalúan los rendimientos económicos con los Valores Actuales Netos, calculados a través del método de descuento. Se comparan las opciones SaaS y de concesión de licencias y, como resultado, se recomienda el enfoque de venta de licencias.

Por último, un análisis de sensibilidad explora escenarios en los que se alcanza un VAN nulo, modificando el multiplicador comentado.

En conclusión, este informe destaca un modelo de negocio recomendado: la venta de licencias de PVGRAd™. El análisis proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas.

Palabras clave: Software de movimiento de tierras, PVGRAdTM, fotovoltaica, estimaciones de GWs instalados, número de plantas fotovoltaicas, estimaciones hasta 2030, modelo de negocio, España, Plataforma SaaS, venta de licencias, Valor Actual Neto.

Study of the economic performance of an earthwork's optimization software for the construction of photovoltaic plants.

Author: de la Torre Eguilior, Diego Manuel

Director: Romero Mora, José Carlos.

Collaborating Entity: ICAI - Comillas Pontifical University

Executive Summary

This report presents an exhaustive market study aimed at evaluating the viability of two different business models. On the one hand, the creation of a SaaS platform offering PVGRAd™ simulation services is studied and, on the other hand, the sale of PVGRAd™ licenses is evaluated. For both business models, the target audience will be EPCs and PV plant developers.

To this end, a forecast is made of the total GW installed in photovoltaic plants in Spain up to 2030, previously summarizing the main national and international energy policies, from which growth trends can be predicted. The analysis incorporates historical data to predict the approximate plant count and installed capacities in the future, as well as a multiplier to include designed plants that are not built.

With respect to market share calculation, for both business lines, the impact of marketing on target market reach is modelled using an exponential relationship, and pricing strategies are designed with a maximum selling price, which is inversely related to the market share captured.

Considering personnel, marketing, training and development costs, economic returns are evaluated with Net Present Values, calculated using the discount method. The SaaS and licensing options are compared and, as a result, the licensing approach is recommended.

Finally, a sensitivity analysis explores scenarios in which a zero NPV is achieved by modifying the commented multiplier.

In conclusion, this report highlights a recommended business model: the sale of PVGRAd™ licenses. The analysis provides a solid basis for strategic decision making.

Keywords: Earthmoving software, PVGRAdTM, photovoltaics, installed GWs estimates, number of PV plants, estimates until 2030, business model, Spain, SaaS platform, license sales, Net Present Value.

Contenido

Capítulo 1:	Introducción.....	18
1.1	Contextualización del proyecto	21
1.1.1	AZTEC y el Grupo TYPESA	21
1.1.2	PVGRAd™:.....	24
1.2	Contextualización del sector energético europeo y nacional.....	30
1.2.1	Planes Energéticos a nivel Europeo.....	30
1.2.2	Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023 – 2030 (PNIEC)	32
1.2.3	Otros Planes Estratégicos de Energía	40
1.2.4	El Mercado Eléctrico Español y la influencia del PNIEC.....	45
1.2.5	Riesgos para alcanzar los objetivos del PNIEC	49
1.2.6	Mix eléctrico en España 2023	53
1.3	Conclusiones del apartado	57
Capítulo 2:	Estado del Arte	58
2.1	La digitalización en el mundo empresarial y el sector energético.....	58
2.2	“Frameworks” y conceptos relevantes para el diseño de un modelo de negocio en el sector energético	62
2.2.1	“A Framework for analyzing software business models”:.	64
2.2.2	Modelo de Negocio “Canvas”	67
2.2.3	Otros “frameworks” relevantes	69
2.3	Conclusiones del apartado	73
Capítulo 3:	Desarrollo del Modelo de Negocio para PVGRAd™	74
3.1	Modelo Canvas para PVGRAd™	76
3.2	Estudio de la competencia de softwares de diseño de plantas fotovoltaicas ..	85
3.2.1	Análisis DAFO	89
3.3	Modelo de estimación del mercado objetivo	92
3.3.1	Estimación de GWs a instalar anualmente en España hasta 2030.....	92

3.3.2	Estimación del número de plantas fotovoltaicas diseñadas entre 2024 y 2030	96
3.4	Cuenta de Resultados de la Plataforma SaaS	101
3.4.1	Inversión en Marketing, alcance en el público objetivo y “market share” obtenido	101
3.4.2	Ingresos y costes de la plataforma SaaS	105
3.4.3	Optimización del Valor Actual Neto (VAN) y determinación de la Inversión en marketing y precio de venta (€/h)	108
3.4.4	Resultados de los tres Escenarios para el modelo de negocio de la plataforma SaaS	112
3.5	Cuenta de Resultados de la Venta de Licencias	115
3.5.1	Inversión en Marketing, alcance en el público objetivo y “market share” obtenido	115
3.5.2	Ingresos y costes de la venta de licencias	116
3.5.3	Optimización del Valor Actual Neto (VAN) y determinación de la Inversión en marketing y precio de venta (€/licencia anual)	121
3.5.4	Resultados de los tres Escenarios para el modelo de negocio de venta de licencias	122
Capítulo 4:	Análisis de Resultados y Conclusiones	125
4.1	Elección del modelo de negocio a llevar a cabo	125
4.2	Estudio de elasticidad de los resultados	127
4.3	Actuaciones futuras	129
Capítulo 5:	Bibliografía	130
Capítulo 6:	Anexos	137

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Ejemplo de simulación 3D de diseño de una planta fotovoltaica en PVGRAd™. Fuente: Grupo TYPESA	25
Ilustración 2: Análisis estructural y cálculo del acero. Fuente: Grupo TYPESA.....	26
Ilustración 3: Evolución de la potencia bruta instalada de energía eléctrica en MW en España hasta 2030. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023	38
Ilustración 4: Inputs y outputs de los modelos DENIO y TM5-FASST. Fuente: BC3	39
Ilustración 5: Comparativa de la situación de los proyectos solares actuales con los objetivos del PNIEC 2023-2030 a 2030. Fuente: Naturgy.....	51
Ilustración 6: Impacto sobre los hogares por quintiles de renta (%). Fuente: PNIEC	52
Ilustración 7: Impacto en la salud (muertes prematuras). Fuente: PNIEC.....	53
Ilustración 8: artículos de la categoría raíz "estrategia de producto". Fuente: (Rajala, R. et al, n.d.)	65
Ilustración 9: artículos de la categoría raíz "lógica de ingresos". Fuente: (Rajala, R. et al, n.d.)	65
Ilustración 10: artículos de la categoría raíz "modelo de distribución ". Fuente: (Rajala, R. et al, n.d.)	66
Ilustración 11: Esquema resumen del "framework" y la relación de los actores. Fuente: (Rajala, R. et al, n.d.)	67
Ilustración 12: Plantilla del "Business Model Canvas". Fuente: Strategyzer.....	68
Ilustración 13: Ejemplo de uso del Modelo "Canvas" con la empresa ZARA. Fuente: The Power Education.....	69
Ilustración 14: Parque de generación estimada en el PNIEC 2023-2030. Fuente: PNIEC 2023-2030.....	93
Ilustración 15: Evolución de la potencia solar fotovoltaica en España. Fuente: Informe Anual de UNEF 2023.....	94
Ilustración 16: Potencia fotovoltaica acumulada en España. Fuente: REE.	94
Ilustración 17: Potencia fotovoltaica centralizada acumulada instalada en España en 2023. Fuente: REE	95

Índice de Gráficas

Gráfica 1: Evolución de la potencia instalada de solar fotovoltaica entre los años 2019 y 2022. Fuente: REE	54
Gráfica 2: Alcance en el público objetivo según la inversión en marketing. Fuente: Elaboración Propia.	102
Gráfica 3: Maket share en función del precio de venta e inversión en marketing. Fuente: Elaboración Propia.	105
Gráfica 4: Representación del VAN en función del precio de venta (€/h) y de la inversión en marketing en 2024. Fuente: Elaboración Propia.....	111
Gráfica 5: Representación del VAN en función del precio de venta (€/licencia) y de la inversión en marketing en 2024. Fuente: Elaboración Propia.....	122
Gráfica 6: "Break even" de la plataforma SaaS. Fuente: Elaboración Propia.	127
Gráfica 7: "Break even" de la venta de licencias. Fuente: Elaboración Propia.	128

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: nuevos GWs de fotovoltaica a instalar anualmente en plantas solares entre 2024 y 2030. Fuente: Elaboración Propia.	95
Ecuación 2: Cálculo de GWs para el escenario pesimista. Fuente: Elaboración Propia.....	96
Ecuación 3: Cálculo de los MWs por planta promedios. Fuente: Elaboración propia.	98
Ecuación 4: Alcance en el público objetivo según la inversión en marketing. Fuente: Elaboración Propia.	102
Ecuación 5: Market share obtenido en función del alcance en el público objetivo y el precio de venta. Fuente: Elaboración Propia.....	104
Ecuación 6: Market share obtenido en función de la inversión en marketing y el precio de venta. Fuente: Elaboración Propia.....	104
Ecuación 7: Cálculo de ingresos anuales para la plataforma SaaS. Fuente: Elaboración Propia.	106
Ecuación 8: Coste total del personal. Fuente: Elaboración Propia.	108
Ecuación 9: Inversión en marketing anual. Fuente: Elaboración propia.....	108
Ecuación 10: Cálculo del EBITDA anual. Fuente: Elaboración Propia.....	108
Ecuación 11: Cálculo del VAN de la plataforma SaaS.....	109
Ecuación 12: Ecuación de tasa de descuento. Fuente: Yirepa economía y finanzas.	110
Ecuación 13: Tasa de descuento a utilizar para el cálculo del VAN de la plataforma SaaS. Fuente: Elaboración propia.	110
Ecuación 14: Market share obtenido en función de la inversión en marketing y el precio de venta. Fuente: Elaboración Propia.	115
Ecuación 15: Número total de licencias vendidas anualmente en España. Fuente: Elaboración propia.	118
Ecuación 16: Cálculo de ingresos anuales para la venta de licencias. Fuente: Elaboración Propia	118
Ecuación 17: Coste total del personal de venta de licencias. Fuente: Elaboración Propia.....	120

Capítulo 1: Introducción

Debido a la actual importancia que está obteniendo el cambio climático en nuestras vidas, siendo la causa de la elaboración de numerosas leyes, tanto estatales como a nivel europeo y mundial, y de la fomentación de la generación de energías renovables, mi motivación por comprender un poco más este sector de las energías de cero emisiones empezó hace un par de años.

Movido por esta idea, he realizado prácticas en empresas como “Capital Energy”, en su departamento de comercialización de energía, en la que aprendí a gestionar los distintos activos de la empresa, así como prever y gestionar su demanda; y en “AZTEC”, filial del grupo español “TYPESA”, en su departamento de energía, realizando un Plan de Negocio de su herramienta de software de optimización de movimiento de tierras para el diseño de plantas fotovoltaicas, llamado PVGRAd™, estudiando su rendimiento económico a nivel mundial.

A raíz de estas últimas prácticas, he decidido realizar este mismo ejercicio únicamente para el mercado español, siendo el objetivo final de este proyecto estudiar el rendimiento económico de este software de optimización de movimiento de tierras para la construcción de plantas fotovoltaicas, estimando la cuenta de resultados de dos opciones de negocio:

I. Venta de licencias del software

Este modelo de negocio se basa en vender licencias de PVGRAd™ a los epecistas, es decir, a las empresas que realizan el diseño, suministro y construcción de las plantas fotovoltaicas; facilitándoles así el uso de esta herramienta para llevar a cabo ellos mismos los cálculos y diseños previstos en ella.

II. Creación de una plataforma SaaS

El concepto de plataforma SaaS hace referencia a aquellas plataformas a través de las cuales se presta un servicio a los clientes mediante el uso de un software. Proveniente de sus siglas en inglés, SaaS significa “Software as a Service”. De esta forma, este modelo de negocio requiere de la creación de una plataforma online, en la que aquellos epecistas que deseen un estudio cartográfico con los resultados obtenidos a través del software simplemente tendrán que aportar los planos y datos del terreno en cuestión. Por tanto, los ingenieros del propio equipo

serán los que usarán la herramienta para llevar a cabo todos los cálculos de optimización y diseño del terreno, facilitando posteriormente los resultados a los especialistas a través de la misma plataforma.

De esta forma, como se puede comprobar, cada modelo de negocio es distinto, teniendo públicos objetivos diferentes y requiriendo variados tipos de personal en la plantilla, aspectos que se tratarán y definirán a lo largo del trabajo.

Para poder determinar la mejor alternativa posible, se elaborará un Plan de Negocio hasta 2030 para ambos. Con este fin, los pasos que se pretenden seguir serán:

1. Contextualizar el trabajo, presentando primero al Grupo TYPESA y los diferentes proyectos en los que trabaja y, seguidamente, describiendo PVGRAd™, explicando sus distintas funcionalidades, cómo es utilizado hoy en día por la empresa, el valor añadido que aporta en los proyectos... dando ejemplos en la medida de lo posible.
2. Dejar claros los principales objetivos a nivel de GW instalados de energía fotovoltaica en España anualmente hasta 2030. Para ello nos apoyaremos en el Plan Nacional de Energía y Clima 2021 – 2030 (PNIEC), la Ley de Cambio Climático y la Estrategia de Transición Justa; explicando las diferentes medidas propuestas y su repercusión en el mix energético español futuro. A su vez, se contextualizará el mercado energético español, los reguladores que existen dentro del mercado, los procesos de subasta de energía y los riesgos que existen en él.
3. Estudiar el mercado de softwares de optimización de movimiento de tierras para la construcción de plantas fotovoltaicas, identificando los principales competidores, precios medios ofrecidos, número de clientes por competidor, características individuales de cada producto... pudiendo clasificarlos y determinar la posición estratégica de PVGRAd™ en el mercado.
4. Teniendo como base la estimación de GWs a instalar anualmente, se pretende estimar el número de plantas fotovoltaicas a construir cada año en España hasta 2030. Para ello, se calculará la capacidad instalada media por planta fotovoltaica a lo largo de los años, intentando parametrizar esta media anualmente a futuro, para realizar la mejor estimación posible. Sabiendo el número de plantas fotovoltaicas que se construirán anualmente, se tendrá una visión del tamaño del mercado, se podrá determinar el público objetivo acotando por capacidad

- instalada, que para el modelo de la plataforma SaaS serán los epecistas encargados de desarrollar y construir estas plantas, y se pretende estudiar el número de empresas que llevan a cabo estos proyectos, pudiendo así estimar el número de licencias de software que formarían la totalidad del mercado para la opción de venta de licencias.
5. Modelizar las curvas de oferta y de demanda para los dos modelos de negocio. Para la curva de oferta, se representará el precio por proyecto (Modelo de Negocio de la Plataforma SaaS) y el precio por licencia anual (Modelo de Negocio de venta de licencias). Respecto a la curva de demanda, se representará la cuota de mercado obtenida en función del alcance al público objetivo, el cual se modelizará en relación a la inversión en marketing, y los precios por proyecto o licencia anual. El cruce de las curvas dará como resultado la cuota de mercado capturada y su precio de oferta asociado, haciendo posible el cálculo de los ingresos previstos para cada casuística y modelo de negocio.
 6. Especificación de la plantilla y el equipo necesario para llevar a cabo cada modelo de negocio (Recordamos: I. Venta de licencias del Software y II. Creación de una Plataforma SaaS). De esta forma, sabiendo el salario medio de cada integrante de la plantilla, y los materiales y servicios necesarios para poder llevar a cabo su trabajo de forma correcta, se tendrá una estimación de los gastos en los que incurre cada una de las opciones de negocio.
 7. Se modelarán los ingresos, los costes y las expectativas de crecimiento de ambos de forma anual hasta 2030, pudiendo así estimar los beneficios anuales que generaría cada modelo de negocio y sus cuentas de resultado finales. A su vez, se representarán gráficamente los resultados a través de un plano 3D, con el que visualizar los resultados en función de las dos variables del modelo: la inversión en marketing y el precio de venta; pudiendo detectar así el punto óptimo de mayor beneficio económico.
 8. Por último, se pretende realizar un estudio de elasticidad de los resultados, sacar conclusiones de los distintos análisis realizados y los riesgos que tiene cada modelo de negocio, pudiendo así elegir el que, a nuestro juicio, sería el de mayor éxito.

1.1 Contextualización del proyecto

Antes de hablar del propio producto, el software denominado PVGRAd™, es conveniente explicar y poner en contexto a la empresa AZTEC y al Grupo TYP SA.

1.1.1 AZTEC y el Grupo TYP SA

Fundada en 1992 y con sede en Phoenix, AZTEC es una firma de consultoría de ingeniería y ambiental multidisciplinaria, que ha estado involucrada en proyectos de infraestructura desde su creación, brindando a sus clientes servicios de planificación, permisos, diseño y construcción de la más alta calidad posible.

A través de la dedicación del equipo, la comunicación proactiva, la integridad profesional y la excelencia en el servicio, se realiza un esfuerzo dentro de la empresa para comprender las necesidades del cliente, lo que a su vez permite a la empresa ofrecer soluciones y servicios de calidad, rentables, de manera flexible y oportuna. Como resultado de estos objetivos orientados al servicio, AZTEC fue adquirida por el Grupo TYP SA, nacida en 1966, con el cual existe una fuerte similitud en términos de cultura corporativa, misión y visión, que han hecho propias.¹

El historial del Grupo TYP SA revela una búsqueda constante de la excelencia, impulsada por una determinación de optimizar el valor para el cliente sin desviarse del compromiso con el desarrollo social, la sostenibilidad y una mejor calidad de vida. De esta forma, la misión de TYP SA es crear, diseñar y desarrollar las soluciones de ingeniería y arquitectura más apropiadas y eficientes, asegurando calidad, excelencia y un compromiso constante con la satisfacción del cliente, esforzándose por generar beneficios para sus clientes, para la empresa, para sus accionistas y para todas las personas involucradas en la organización y operación del Grupo, respetando los principios del desarrollo sostenible y contribuyendo al bien común de la sociedad.

De la misma manera, su visión como empresa de ingeniería es liderar el ámbito nacional e internacional en ingeniería civil, construcción, medio ambiente y energías renovables. Para ello, TYP SA busca ofrecer la mayor excelencia en sus soluciones, promoviendo

¹ (Aztec, n.d.)

servicios originales, de calidad y un compromiso sincero con la sociedad y el medio ambiente.²

Como resultado de las casi 6 décadas dedicadas a la ingeniería, TYPESA ha conseguido hacerse presente en numerosos sectores como:

- El transporte: Participando en proyectos de carreteras (ej: Autopista de circunvalación Madrid M-30 – Bypass Sur y conexión A-1 con Bypass Norte), ferrocarriles (ej: línea de alta velocidad HS2 Londres – Birmingham), sistemas metropolitanos (ejs: Metro de Riad o Estocolmo), aeropuertos (ej: nueva terminal en el aeropuerto de Barcelona), puertos y costas (ej: proyecto constructivo de los muelles nº 2 y 4 de la Base Naval de Rota) y consultoría estratégica de infraestructuras (ej: Concesión East West Link en Melbourne).
- El agua: Obras Hidráulicas y Gestión del Agua (ej: Canal Laja Diguillín en Chile) y Redes Urbanas y Tratamientos (ej: Desaladora de Jubail 3ª en Arabia Saudí).
- Edificios y ciudades: En los ámbitos de la educación y la cultura, hospitalaria, residencial, oficinas, comercial / retail, tecnología / ciencia / industrial, transporte, hoteles, deportes / eventos, edificios en altura, administración / prisiones y ciudades. Algunos ejemplos son: el proyecto de ejecución y asistencia técnica en fase de obra del hospital universitario de Puerta de Hierro – Majadahonda, y colaboración, en varios ámbitos, en el proyecto de construcción del nuevo estadio Santiago Bernabéu.
- Energía e Industria: Implicándose en proyectos de energía eólica, solar, hidroeléctrica, proyectos de transmisión y distribución de la energía, proyectos de ingeniería industrial y de telecomunicación en infraestructuras civiles, así como proyectos de ingeniería industrial y de telecomunicación en edificación. Algunos ejemplos de este tipo de proyectos son: Ingeniería de la propiedad y supervisión de la obra y de la recepción de la planta fotovoltaica Beacon en California, y proceso de licitación, entre otros servicios, del parque eólico Miramar en Argentina.

² (Tyspa, n.d.)

- La agronomía y desarrollo rural: Involucrándose en proyectos como el desarrollo agrícola en el departamento sur de Haití y programas de seguridad alimentaria y nutrición como el llevado a cabo en Burundi.
- El medioambiente: llevando a cabo proyectos de consultoría ambiental (ej: Resiliencia climática del hospital costa verde en Panamá), evaluación ambiental y social (ej: estudio de impacto ambiental de una nueva línea ferroviaria en Bangladés), ingeniería forestal (ej: Ordenación de montes en la provincia de Valencia) y control ambiental y su análisis (ej: Control de agua reutilizada en la ciudad de Madrid).

Esta gran variedad de sectores en los que opera TYPSA, siendo a su vez un referente en todos ellos, le ha llevado a operar de manera internacional, teniendo sedes y estando presente en todos los continentes.

Esta gran actividad alrededor del globo ha hecho posible que TYPSA haya crecido significativamente a lo largo de los años, tanto a nivel de empleabilidad como en referencia a su cuenta de resultados, llegando a tener unos beneficios netos de más de 35M€ en 2022, según su informe anual más reciente (2022)³.

Personal	2018	2019	2020	2021	2022
Nº empleados (a 31 dic.)	2.562	2.818	2.845	3.126	3.317
Nº empleados (media/año)	2.504	2.665	2.831	2.974	3.222

Tabla 1: N° de empleados desde 2018 a 2022

Para seguir avanzando hacia un futuro aún más competitivo, TYPSA se enfoca en estos siguientes 7 aspectos:

1. La formación de sus empleados
2. El compromiso con la ética y la integridad
3. El servicio de excelencia a sus clientes
4. Una mejora constante en su sistema de gestión
5. El compromiso con el medioambiente
6. La inversión en innovación
7. Su contribución con los ODS

De los cuales, el software PVGRAd™ está estrechamente relacionado con el sexto punto, habiendo conseguido patentar esta herramienta bajo la descripción de “Plataforma de optimización de costes para plantas fotovoltaicas de gran tamaño”.

³ (Tysa, 2023)

Desde nuestro punto de vista, PVGRAd™ no solo es una herramienta para poder ofrecer a los clientes las mejores y óptimas soluciones de ingeniería de movimiento de tierras y diseño de plantas fotovoltaicas, tal y como explicaremos a continuación al describir y poner en contexto la herramienta, sino que puede ser en sí una fuente de ingresos, como trataremos de demostrar a lo largo de este proyecto.

1.1.2 PVGRAd™:

En este apartado, como se ha anticipado, se describirá la herramienta de software PVGRAd™, sus funcionalidades, el tipo de proyectos para los cuales es usada, las ventajas competitivas que ofrece a TYPSA, y la propuesta de valor que ofrece al cliente. Para ello, recopilaremos toda la información que la empresa AZTEC ofrece a cerca de esta herramienta, pero antes, debemos de dejar claro que la elaboración de este software es ajena a este trabajo, se trata de un software elaborado por la propia empresa AZTEC (TYPSA), y que el objetivo de este proyecto es estudiar la rentabilidad económica de la explotación de esta herramienta en el mercado español.

PVGRAd™ se trata de un “software de simulación tridimensional para la optimización automatizada de la nivelación y el diseño de acero para plantas fotovoltaicas a gran escala con seguidores de un solo eje (SAT)”, tal y como es descrito por la propia empresa⁴, el cual tiene patentados sus algoritmos numéricos. PVGRAd™ tiene como objetivo asegurar que el servicio prestado al cliente no solo se alinee con sus necesidades técnicas, sino que también satisfaga otras necesidades de los clientes, como⁵ ⁶:

- Minimizar el impacto ambiental del proyecto:

Se trata de un aspecto clave a la hora de construir una planta fotovoltaica, dado que es una de las mayores causas de problemas de aceptación social. De esta forma, PVGRAd™ busca diseñar las plantas con el menor movimiento de tierras posible, contribuyendo así a reducir el impacto medioambiental y visual de los proyectos. A su vez, esto ayuda a preservar la capa superficial del suelo para estabilizar

⁴ (PVGrad, 2024)

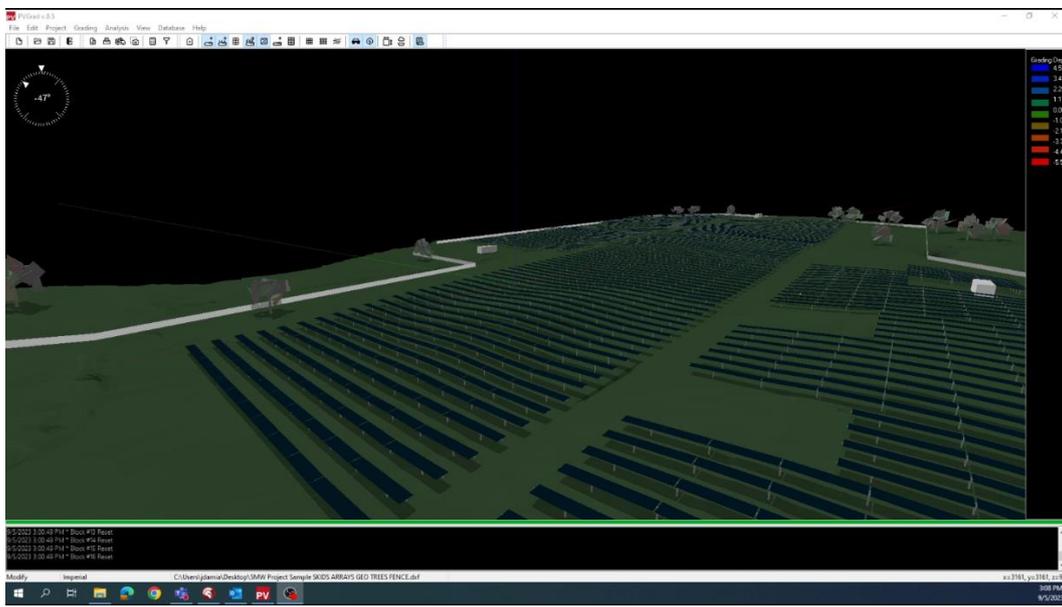
⁵ (PVGrad, n.d.-a)

⁶ (PVGrad, n.d.-b)

rápidamente el terreno después de la construcción, minimizar el impacto hidrológico y reducir los tiempos y costos de construcción.

- Optimizar el movimiento de tierras:

Los algoritmos patentados de PVGRAd™ proporcionan el diseño óptimo para las obras civiles de cada proyecto, para cada tipo de seguidor solar, incluyendo seguidores adaptados al terreno. Estos algoritmos le permiten optimizar el diseño de las plantas en cualquier tipografía, además de crear una simulación 3D para facilitar el análisis de los ingenieros.



*Ilustración 1: Ejemplo de simulación 3D de diseño de una planta fotovoltaica en PVGRAd™.
Fuente: Grupo TYPESA⁷*

- Optimizar los costes en acero:

PVGRAd™ incluye el análisis estructural suelo-estructura, proporcionando automáticamente el cálculo del acero del proyecto basado en los parámetros de los escenarios analizados y los parámetros geotécnicos del suelo.

⁷ (GrupoTYPESA, 2021)

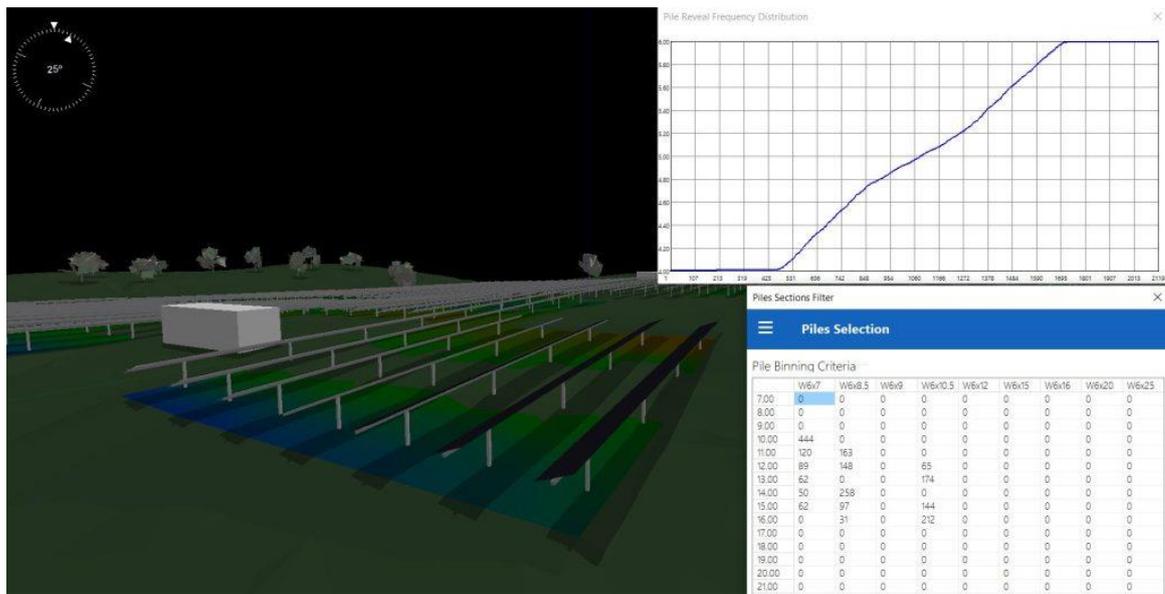


Ilustración 2: Análisis estructural y cálculo del acero. Fuente: Grupo TYPESA⁸

- Realizar un diseño real y construable:

El diseño optimizado de las obras civiles del proyecto proporciona el equilibrio deseado de movimientos de tierra entre cortes y rellenos, considera las tolerancias del proceso de construcción y la hidrología del terreno, eliminando posibles áreas de acumulación de agua y simplificando las estructuras de drenaje.

- Optimizar la logística de construcción de los proyectos:

Para poder facilitar la logística de construcción, PVGRAd™ clasifica los pilotes de las fundaciones de los seguidores solares, es decir, aquellos apoyos de acero para los seguidores de las placas fotovoltaicas, según 3 parámetros: longitud total, sección de acero y altura de revelado. De esta forma, se agrupan en familias para simplificar su adquisición y la construcción del proyecto, rediseñando, a su vez, los pilotes en zonas de inundación. Por último, la herramienta software proporciona las superficies para nivelar en 3D, facilitando la tarea de motoniveladoras controladas por GPS, y crea una lista de puntos en la localización de los pilotes como referencia para la maquinaria de hincado automático de pilotes.

- Aceleración de los procesos de diseño y construcción:

⁸ (GrupoTYPESA, 2021)

Gracias a las simulaciones 3D, la herramienta es capaz de realizar diseños precisos en pocos minutos, tanto para una primera evaluación preliminar del terreno y proyecto, así como para los diseños finales.

A su vez, dichos resultados son transferidos, tal y como ya se ha comentado, a maquinaria controlada por GPS, haciendo posible la automatización del trabajo en campo y la construcción de las plantas fotovoltaicas.

- Realizar otros análisis y estudios para optimizar las plantas solares:

Se realiza una actividad de consultoría, analizando las diversas alternativas que existen para cada proyecto, evaluando todo tipo de escenarios, teniendo como resultado la mejor combinación de parámetros de diseño y equipos.

La demostración de la optimización del diseño de plantas solares de gran escala a través de PVGRAd™ se recoge en un artículo publicado por TYPSA Group, elaborado por Javier Damia-Levy, Matías Campos Ferrer y Max Simon, denominado “Design Optimization of Large-Scale Solar Plants with Terrain-Adapted Trackers”⁹. En él, utilizando resultados de simulación del software, se analiza en detalle un proyecto en concreto, estudiando múltiples escenarios para las variables de diseño relevantes, como son el volumen total de movimiento de tierra, el peso del acero, área de terreno alterada... Encontrando finalmente el punto de diseño óptimo para el proyecto de muestra con el menor coste de construcción. Como resultado de la utilización de este software, los clientes son capaces de reducir el tiempo de desarrollo, ingeniería, adquisición y construcción de los proyectos solares, obteniendo ahorros significativos en obras civiles y costes de acero, obteniendo así el menor LCOE posible.

Este último punto es importante, dado que LCOE hace referencia, por sus siglas en inglés, a “Levelized Cost of Energy”, en español Coste Nivelado de la Energía, y se traduce como el coste total de la generación de energía, teniendo en cuenta los costes asociados a la construcción de la planta de generación, su operación, mantenimiento y financiación, todo ello dividido por la generación total de energía que se estima que generará la planta energética a lo largo de toda su vida útil. De esta forma, un menor LCOE hace más competitivas en el mercado a las plantas energéticas.

⁹ (PVGrad, 2024)

Además, en el artículo “Impact of Grading Intensity in the LCOE of Single Axis Tracker Utility-Scale Solar Photovoltaic Power Plants”¹⁰ publicado por TYPSA Group y, de nuevo, llevado a cabo por Javier Damia-Levy y Max Simon, se demuestra el impacto en el LCOE de la nivelación de las plantas fotovoltaicas con un único seguidor, y se concluye que hay una relación directa entre la disminución del LCOE y la disminución del movimiento de tierras junto con el ángulo de inclinación del eje del seguidor.

Por último, se debe de comentar los tipos de clientes para los que TYPSA hace uso de la herramienta, cada uno interviniendo en distintas fases de la cadena de valor de las plantas fotovoltaicas, y el valor añadido que PVGRAdTM les ofrece ¹¹, los cuales son 5:

- Los desarrolladores de proyectos:

Para los cuales se realiza un análisis del movimiento de tierras para los proyectos en las etapas preliminares al diseño, optimizando el trazado de las plantas fotovoltaicas para disminuir el coste de construcción y aumentar su rentabilidad económica.

También se analizan los tipos de seguidores a utilizar, el LCOE resultante y el impacto ambiental que tendría el proyecto, así como un diseño de acero optimizado preliminar. Todo ello para proporcionar una estimación de costes a los desarrolladores del proyecto antes de pedir las licencias oportunas.

- Empresas Epecistas en fase de licitación:

De la misma forma que para los desarrolladores, se les ofrece el volumen del movimiento de tierras y coste de construcción mínimos de forma ágil, gracias al proceso automático de optimización. Haciendo posible que reduzcan sus riesgos a la hora de hacer su oferta en las subastas.

- Empresas Epecistas en fase de construcción del proyecto:

Se les proporcionan los modelos digitales de la planta, incluyendo tolerancias de construcción, las superficies 3D para niveladoras controladas por GPS, los listados de coordenadas georreferenciadas para la instalación automática de pilotes de seguimiento, así como las tablas de aprovisionamiento de los pilotes, ordenados por

¹⁰ (PVGrad, 2024)

¹¹ (PVGrad, n.d.-c)

familias para la optimización logística. De esta forma, se les ofrece la optimización tanto logística como a nivel constructivo.

- Empresas de consultoría e ingeniería:

A este tipo de clientes se les ofrece los diseños realizados a través de PVGRAd™, para incluirlos en su documentación de obra y como garantía de que el diseño propuesto a sus respectivos clientes es el mejor posible.

- Entidades financieras:

Se les acompaña en las tareas de Due Diligence técnicas, analizando la viabilidad económica de los proyectos todavía no llevados a cabo y estimando su CAPEX asociado, limitando así los riesgos financieros.

Hasta la fecha, los resultados de las simulaciones de PVGRAd™ se han utilizado para optimizar más de 8 gigavatios de plantas solares en todo el mundo por los equipos de ingeniería solar del Grupo TYPESA y, tal ha sido el buen rendimiento e impacto de la herramienta, que recibió el premio METIS a la Infraestructura Sostenible en 2019 por la Universidad Estatal de Arizona y, en 2021, fue seleccionada como “Industry Best Practices” para alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible “Energía Asequible y Limpia” (ODS 7) de la agenda 2030, por las Naciones Unidas.

1.2 Contextualización del sector energético europeo y nacional

Dado que este proyecto se trata de la elaboración de un Plan de Negocio de un software aplicado al mercado energético, se debe de estudiar el desarrollo de la energía fotovoltaica en España y, más en concreto, la energía fotovoltaica captada en plantas.

De esta forma, vemos conveniente exponer el Plan Nacional de Energía y Clima 2023 – 2030 (PNIEC), haciendo uso de la versión más actual, la cual es un borrador que actualiza la versión publicada en 2021, al igual que los principales planes a nivel europeo, que definen los objetivos a nivel comunitario y sientan las bases de los planes nacionales.

1.2.1 Planes Energéticos a nivel Europeo

Desde la anterior publicación del PNIEC, la Comisión Europea ha realizado numerosas actuaciones legislativas para poder agilizar e incitar la transición a economías más limpias y ecológicas, las cuales han sido el motivo de que se hayan aumentado las expectativas a 2030, y se exponen brevemente a continuación las más relevantes.

- Plan REPowerEU¹²:

Los principales objetivos por los que la Comisión Europea presenta este plan es para poner fin a la dependencia de la UE con los combustibles fósiles de Rusia, tras el estallido de la guerra entre Rusia y Ucrania, así como seguir tratando y hacer frente a la crisis climática. Para poder hacer frente a ambos, este plan sugiere:

- Diversificar los suministros de Gas: Importando GNL y gas a través de gaseoductos cuyos proveedores no sean Rusia
- Acelerar el crecimiento de capacidad instalada de energías renovables
- Mejora de la eficiencia energética
- Desarrollar y modernizar la infraestructura energética

Para poder cumplir con los objetivos, REPowerEU incluye modificaciones para el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR), en los que se especifica la

¹² (Comisión Europea, 2022)

planificación y financiación necesarias. Entre todas las recomendaciones destacan:

- Ampliar la capacidad de importación tanto de GNL como de las interconexiones de gas entre los estados miembros.
- Mayores ayudas a proyectos renovables
- Renovación de edificios e industrias para una mayor eficiencia energética
- Promover el hidrógeno verde y aumentar la financiación de proyectos de investigación en el ámbito de nuevas tecnologías energéticas
- Una mayor y mejor conexión de la red eléctrica tanto a niveles nacionales como entre los países miembros, capaces de soportar el aumento de capacidad de nueva generación renovable

Estas iniciativas se llevan a cabo siendo financiadas por parte de los fondos denominados Next Generation EU, que son créditos por un valor total de 750.000 M€ que pone a disposición la UE entre 2021 y 2026 como respuesta a la crisis de la Covid, así como otros instrumentos financieros.

- Paquete legislativo “Fit for 55”¹³:

Se trata de un paquete legislativo propuesto por la Unión Europea para cumplir con los requisitos de disminuir las emisiones netas de gases de efecto invernadero en Europa en al menos un 55% hasta 2030, con respecto a los niveles de GEI de 1990. Con el plan de REPowerEU, se actualizó este paquete legislativo, y se amplió la meta a un 57% de disminución de GEI, siendo un paquete legislativo fundamental para llegar a la neutralidad climática para 2050. Para llegar a cumplir esta meta, “Fit for 55”:

- Amplia los sectores que están sujetos a los derechos de emisiones de efecto invernadero (ETS) y reduce los permisos
- Aumenta el precio de las emisiones de carbono
- Asigna objetivos específicos a cada uno de los estados miembros

¹³ (Comisión Europea, 2023)

- Ofrece incentivos para la conservación del ecosistema a través del LULUCF
- Presenta objetivos ambiciosos para que el 40% de la energía consumida en 2030 provenga de energías renovables
- Pretende que se reduzca el consumo de energía para 2030 en un 36-39%, a través de la eficiencia energética, coincidiendo con políticas propuestas en el plan REPowerEU
- Otras propuestas como: aranceles a la importación de productos extranjeros, regulación de las emisiones para automóviles, creación del Fondo Social para el Clima...

Otros planes muy importantes a nivel europeo, que sin duda han tenido repercusión a la hora de recalcular las estimaciones nacionales para 2030 en el PNIEC son el “Pacto Verde Europeo” y la “Ley Europea sobre el clima”.

1.2.2 Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023 – 2030 (PNIEC)¹⁴

En este documento, publicado y enviado a la Comisión Europea por parte del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), cabe destacar que se establece un ambicioso escenario objetivo para el periodo 2023 – 2030, que busca avanzar hacia la descarbonización y la transición hacia un modelo energético más sostenible en España. Este escenario objetivo tiene como metas principales:

- La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 32% para 2030 en comparación con los niveles de 1990.
- El 48% de renovables sobre el uso final de la energía.
- El 44% de mejora de la eficiencia energética en términos de energía final.
- El 81% de energía renovable en la generación eléctrica.
- La reducción de la dependencia energética hasta un 51%.

Dichas metas, son coherentes y están alineadas con los principales objetivos a nivel europeo para 2030, recogidos en la Ley Europea sobre el clima, los paquetes “Objetivo 55” y “REPowerEU”.

¹⁴ (Comisión Europea, 2023)

Para alcanzar estos resultados, el PNIEC propone una serie de medidas de gran impacto en diferentes áreas. Entre las medidas más destacadas se encuentran la promoción del uso de energías renovables, la mejora de la eficiencia energética en todos los sectores, la electrificación del transporte, la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y la modernización de la red eléctrica. Dichas medidas, que se expondrán con mayor detalle a lo largo de este apartado, modificarían el actual mix energético español, en el cual, según el escenario objetivo, para 2030 se prevé un aumento significativo en la participación de las energías renovables, especialmente la solar y la eólica, superando incluso a las tecnologías tradicionales como el carbón y el gas natural, sentando un precedente para el posible gran impacto y utilidad de los softwares de optimización de movimiento de tierras.

Para poder llevar a cabo las medidas propuestas de forma efectiva, se han ido desarrollando documentos estratégicos y hojas de ruta para poder concretar y definir las oportunidades y actuaciones necesarias para alcanzar los objetivos. Entre estos documentos, se encuentran la Hoja de Ruta del Hidrógeno, la Estrategia de Almacenamiento Energético, la Hoja de ruta del Autoconsumo, la Hoja de ruta para el desarrollo de la eólica marina y energías del mar en España, la Hoja de ruta del Biogás, y la Hoja de ruta para la gestión Sostenible de Materias Primas Minerales, completando así la configuración del Marco Estratégico de Energía y Clima.

Centrándonos en las medidas concretas, el PNIEC atribuye este optimismo en el alcance de los objetivos a:

- La descarbonización de la economía y avance en las renovables:

Se determinan 37 medidas, de las cuales, las 29 primeras se centran en incentivar la instalación de generación de energía renovable, en las que se busca aumentar la presencia de energías renovables compatibles con la biodiversidad, la protección de los ecosistemas, nuevas instalaciones a través de convocatorias de subastas y desarrollo de energías renovables innovadoras como son el biogás, el biometano, las energías renovables térmicas, los biocarburantes, el hidrógeno verde, la energía eólica marina o el almacenamiento energético a través de baterías, apoyadas en gran medida por el PRTR (explicado más adelante) con actuaciones de inversión. A su vez, en estas medidas se busca gestionar de forma más efectiva y flexible la

demanda, adaptar las redes para integrar más generación renovable, incentivar el autoconsumo y, sobre todo, intentar innovar e invertir en la descarbonización de todo tipo de transportes y sectores. Además, muchas de las medidas a poner en práctica tienen como objetivo proyectos concretos de mayor adopción de energías renovables en determinadas comunidades, ciudades o islas del territorio nacional, así como en el sector público, tomando medidas en el ámbito administrativo.

Entre las 6 medidas restantes, se incluyen aquellas dirigidas a sectores sujetos al comercio de derechos de emisión, en las que se establece la regulación para el comercio de los derechos de emisión de GEI en la Unión; o las dirigidas a sectores difusos, los cuales pueden ser energéticos como el residencial, comercial, industrial... o no energéticos, como el agrícola o ganadero, con las cuales se pretende contribuir a la reducción de GEI fomentando, por ejemplo, el análisis del ciclo de vida de los edificios, o la rotación de cultivos y el cubrimiento de las balsas de purines, entre otras muchas acciones concretas en la gestión de residuos e instalaciones con usos de gases nocivos. Por último, dentro de este paquete de medidas se incluyen aquellas que se encargan de la fiscalidad del Plan, en línea con la Agenda del Cambio.

- La eficiencia energética:

Para la cual se han redactado 23 medidas, que se enfocan en hacer cumplir el ahorro de energía de forma sectorial, a través de medidas financieras y con un sistema de Certificados de Ahorro Energético.

Entre estas medidas destacan aquellas que, con el fin de reducir las emisiones de CO₂, el consumo de energía final y mejorar la calidad del aire en zonas urbanas: Decretan zonas de bajas emisiones, impulsan el uso del ferrocarril frente a los automóviles, incentivan la renovación del material de los transportes por otros más eficientes, impulsan el vehículo eléctrico a través de reformas legislativas que aceleren el despliegue de la infraestructura de recarga de acceso público, buscan mejorar las tecnologías y sistemas de gestión de los procesos industriales, y aquellas que buscan aumentar la eficiencia de las infraestructuras y edificios. Cabe destacar también la creación del Fondo Nacional de Eficiencia Energética como impulso de las medidas financieras, así como la creación del Sistema de Certificados de Ahorro Energético

(CAE), los cuales reflejan los ahorros anuales de consumo de energía final reconocidos como consecuencia de las inversiones realizadas en actuaciones de eficiencia energética.

Todas estas medidas hacen posible un ahorro de energía final entre 2021 y 2030 de 53.583,7 ktep, distribuido en los distintos sectores de la siguiente manera:

Sector	Ahorro de energía 2021 - 2030 (ktep)	Ahorro de energía 2021 - 2030 (%)
Agricultura	1.852 ktep	3%
Industria	13.239 ktep	25%
Transporte	19.147 ktep	36%
Residencial	9.647 ktep	18%
Terciario	9.700 ktep	18%

Tabla 2: Ahorro de energía final acumulada por sectores en España 2021 - 2030 (ktep). Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023

- La seguridad energética:

Tal y como se explica en el PNIEC, la independencia energética ha adquirido una especial relevancia debido a la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles y a la creciente importancia de garantizar el suministro energético. Para poder conseguir esta independencia energética, el PNIEC afirma que los dos pilares residen en la eficiencia energética, ya comentada, y en el incremento de la participación de la energía renovable en el mix energético, para la cual España cuenta con un elevado potencial.

De esta forma, las principales medidas enfocadas en la seguridad energética, son la implementación del denominado “Plan +Seguridad Energética”, que se explicará más adelante, el mantenimiento de las existencias mínimas de seguridad de gas y petróleo, la reducción de la dependencia energética en las islas a través de la “Estrategia de Energía Sostenible en las Islas Canarias” y el “Plan de Inversiones para la Transición Energética en las Illes Balears”, la fomentación de la instalación de puntos de recarga de combustibles alternativos, el impulso de la cooperación entre las distintas regiones europeas, la profundización en los planes de contingencia, y la planificación de las operaciones en un sistema descarbonizado y seguro energéticamente, incluyendo la ciberseguridad y el abastecimiento de materias primas estratégicas.

- El mercado interior de la energía:

Ante esta dimensión el PNIEC diferencia una parte de cooperación regional, a través de la “Estrategia de cooperación transfronteriza hispanofrancesa”, la “XIV Comisión hispanoportuguesa para la cooperación transfronteriza” y el “Memorando de entendimiento sobre cooperación en el ámbito del hidrógeno renovable entre España y Países Bajos”, en los cuales se estudian las sinergias entre los distintos mercados y su ambición por la transición energética, profundizar en proyectos conjuntos fotovoltaicos (Proyecto EKATE), de baterías de nueva generación o de proyectos como el Centro Ibérico de Investigación y Almacenamiento de Energía y del Laboratorio Ibérico Internacional de Nanotecnología, siendo proyectos pioneros y ejemplo de colaboración hispano-lusa.

A su vez, diferencia otra parte enfocada en medidas relativas a la Dimensión del Mercado Interior de la Energía, entre las que destacan un nuevo diseño del mercado eléctrico (explicado más adelante), la lucha contra la pobreza energética, a través del apoyo de políticas sociales y el seguimiento de la “Estrategia Nacional contra la Pobreza energética” (ENPE), que junto a sus indicadores hacen posible detectar los lugares de actuación y realizar una respuesta acorde a las necesidades concretas que puedan proteger a los consumidores y conciencien a la sociedad. Otras medidas importantes se enfocan en el mercado de capacidad, con el objetivo de poder integrar la energía renovable de una manera óptima; un aumento de la interconexión eléctrica en el Mercado Interior con Francia y Portugal, para las cuales son imprescindibles financiación pública y desempeña un papel importante el programa “Connecting Europe Facilities” (CEF); el Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021 – 2026, el cual está abierto a participación pública, regulado, y por el que se pueden efectuar propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, mejorando así la integración de la generación renovable e incrementando la seguridad; se propone la creación de una plataforma de acceso a datos de consumo a través de contadores, permitiendo a los usuarios el acceso sencillo y comprensible de sus datos de consumo y a la administración a los datos agregados; y, por último, se incluyen medidas para el mercado gasista y sus consumidores.

- Investigación, innovación y competitividad:

Para maximizar la sostenibilidad ambiental de las medidas aplicadas en el PNIEC, así como para acelerar la transición energética, es imprescindible fomentar y aplicar medidas en el ámbito de I+D+i. De esta forma, el PNIEC cita a la EECTI y sus acciones estratégicas en Clima, Energía y Movilidad, tomando así medidas en la investigación para combatir el cambio climático, fomentar la descarbonización a través del Hidrógeno verde, combustibles sintéticos, sistemas de almacenamiento de energía, almacenamiento de CO₂, sistemas de reconversión energética sostenible... Y apostar por la movilidad, ciudades y ecosistemas sostenibles, a través de vehículos de hidrógeno o eléctricos, innovaciones en el transporte aéreo, marítimo y ferroviario, ciudades inteligentes, sistemas climáticos eficientes... A su vez, se complementa con medidas como la implementación del SET-Plan, el cual consiste en acelerar el desarrollo y despliegue de tecnologías bajas en carbono; medidas para la inversión en Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS), es decir, instalaciones, recursos y servicios necesarios para la investigación de vanguardia, junto con la compra pública de tecnología innovadora y Pre-comercial; la fomentación de la colaboración público – privada, así como la mejora en la gobernanza del SECTI junto a la internacionalización de sus agentes; medidas para promover la innovación en energías renovables, almacenamiento e hidrógeno en la Fundación Ciudad de la Energía y la contribución española en I+D+i para la energía de fusión, además de los mecanismos de financiación necesarios para llevar todo ello a cabo.

- Aspectos Transversales en la transición ecológica:

Por último, el PNIEC aporta 7 medidas más, las cuales son transversales a los cinco ejes de actuación definidos, que son: la adopción del Plan desde una perspectiva de género, la integración de los objetivos de adaptación del cambio climático, el uso de los Mecanismos de Recuperación y Resiliencia, como son los fondos del programa Next Generation EU, ya comentado, y del PRTR, que se explicará más adelante; el Fondo de Transición Justa, perteneciente al Plan Territorial de Transición Justa, cuya estrategia se explicará también más adelante, el Fondo Social para el Clima, las políticas agrícolas comunes y las políticas de cohesión.

Los resultados de la aplicación de estas medidas son muy amplios, dado que tienen efecto en el mix energético al final del Plan en 2030, en la salud de las personas, en la

creación de empleo, movilización de las inversiones... tal y como se comenta a continuación.

Respecto al objetivo de convertir a España en un país neutro en carbono antes de 2050 y, concretamente, a los objetivos a 2030 de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 32%, alcanzar el 48% de uso de renovables sobre el agregado de la energía, que el 81% de la generación eléctrica sea renovable y la reducción de la dependencia energética hasta en un 51%; se prevé que, a raíz de estas medidas, el mix energético de España cambie radicalmente, haciéndonos cumplir parte de estas medidas (como las referidas a energías renovables) y contribuyendo considerablemente en las demás. La evolución de la potencia instalada que se prevé en España hasta 2030, según el PNIEC, es:

Parque de generación del Escenario PNIEC 2023-2030. Potencia bruta (MW)				
Años	2019	2020	2025	2030
Eólica	25.583	26.754	42.144	62.044
Solar fotovoltaica	8.306	11.004	56.737	76.387
Solar termoeléctrica	2.300	2.300	2.300	4.800
Hidráulica	14.006	14.011	14.261	14.511
Biogás	203	210	240	440
Otras renovables	0	0	25	80
Biomasa	413	609	1.009	1.409
Carbón	10.159	10.159	0	0
Ciclo combinado	26.612	26.612	26.612	26.612
Cogeneración	5.446	5.276	4.068	3.784
Fuel y Fuel/Gas (Territorios No Peninsulares)	3.660	3.660	2.847	1.830
Residuos y otros	600	609	470	342
Nuclear	7.399	7.399	7.399	3.181
Almacenamiento*	6.413	6.413	8.828	18.543
Total	111.100	115.015	166.939	213.963

*Incluyendo el almacenamiento de solar termoeléctrica llega a 22 GW.

Ilustración 3: Evolución de la potencia bruta instalada de energía eléctrica en MW en España hasta 2030. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023

Dichos resultados se obtienen tras el uso del modelo TIMES-Sinergia, reconocido internacionalmente, diseñado para la evaluación del impacto económico de escenarios y políticas en España, sobre todo aquellas relacionadas con la energía y cambio climático, tal y como explica el propio PNIEC. A su vez, los beneficios para la salud, datos comentados más adelante, se obtienen como resultado de las estimaciones realizadas con el modelo TM5-FASST, el cual analiza los efectos en la salud de las personas en función de la calidad del aire. Explicaciones más exhaustivas de dichos resultados se

pueden obtener en los anexos del PNIEC, pero, para mayor aclaración, se incluye la siguiente imagen que muestra un esquema de dicha metodología.

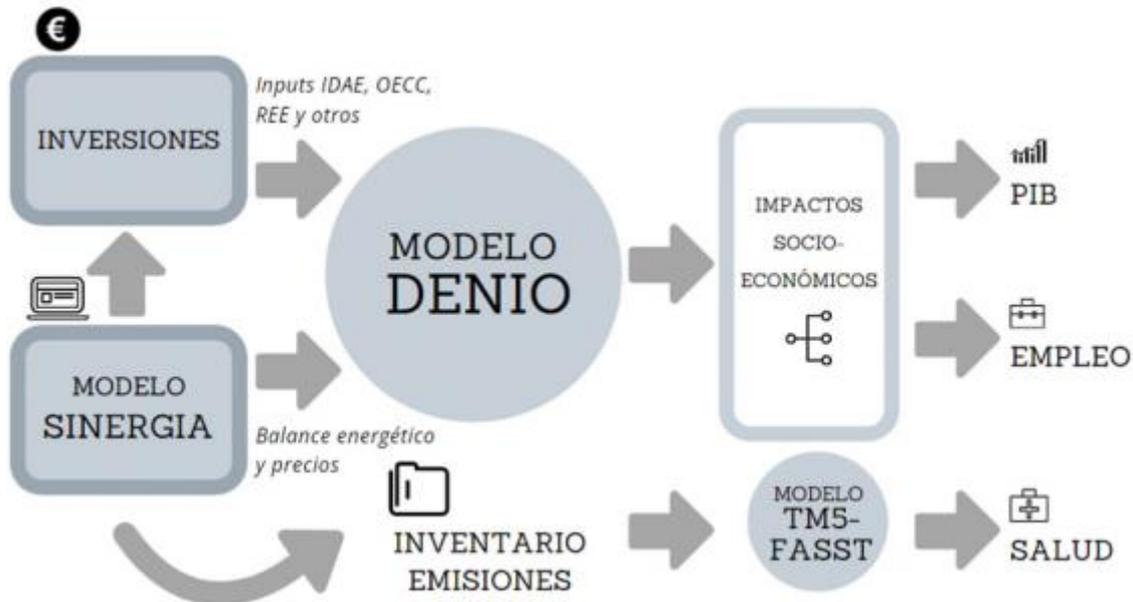


Ilustración 4: Inputs y outputs de los modelos DENIO y TM5-FASST. Fuente: BC3

Es importante señalar que el Plan contempla una capacidad total instalada en el sector eléctrico de 214 GW para el año 2030, lo que representa un aumento del 34% respecto al anterior PNIEC elaborado en 2021. Centrándonos en las tecnologías renovables, es importante tener en cuenta para el alcance de estos resultados distintas herramientas, como la programación de subastas que ordene la entrada de nuevas renovables, adelantando a los consumidores los ahorros que éstas suponen a la factura; la tramitación de los procesos que garanticen el cumplimiento de los criterios ambientales, o la gestión de los permisos de acceso a la red eléctrica. A su vez, la cooperación entre regiones y con los agentes económicos y sociales será crucial, para eliminar conjuntamente las posibles barreras a la implantación de energías renovables en los territorios.

Respecto a la energía fotovoltaica, se pasa de los 39 GW estimados del PNIEC de 2021 para el año 2030 a los 76 GW de este borrador, teniendo en cuenta tanto autoconsumo como plantas en suelo. Esta nueva previsión se alinea con la estimación propuesta por la

Unión Española Fotovoltaica (UNEF)¹⁵, que era de entre 70 y 80 GW, y se prevé que 19 GW correspondan al autoconsumo y 57 GW a proyectos de energía solar a gran escala (plantas en suelo), dato que será relevante al realizar nuestro modelo de negocio. Este auge estimado en el autoconsumo se explica por la modularidad de las instalaciones, la reducción de costes y la nueva regulación introducida desde 2018, que simplifica la actividad, suprime peajes y cargos para la energía autoproducida y permite la compensación económica por los excedentes inyectados en la red. Aún así, tal y como menciona UNEF¹⁶, en 2023 se instalaron en España 1.706 MW de autoconsumo fotovoltaico, lo que supone una caída de la tasa de crecimiento del 32% respecto a 2022, año en el que se registran los datos más altos, y un aumento del 42% respecto a 2021.

Además del efecto directo en un mix energético más limpio, el PNIEC estima que a través de estas medidas se impacte también en la vida de las personas socioeconómicamente. De esta forma, el borrador de actualización del PNIEC estima la movilización de una inversión de 294.000 millones, de los que un 85% será privada y un 15% será pública (un 11% de fondos europeos). El 40% de la inversión recalará en energías renovables, el 29% en ahorro y eficiencia, el 18% en redes energéticas, y un 12% en la electrificación de la economía, que debería alcanzar el 34% en 2030.

A su vez, se calcula que el PIB crezca un 2,5% adicional y que el empleo aumente entre 430.000 y 522.000 puestos de trabajo en 2025 y 2030, respectivamente, con relación al escenario tendencial. La generación de puestos de trabajo se reparte por todos los sectores económicos, con especial incidencia en industria, energía o construcción.

A este balance económico claramente positivo se añaden otros beneficios adicionales, como, por ejemplo, la disminución prevista de las emisiones de contaminantes atmosféricos, como las partículas o los óxidos nitrosos, mejorarán notablemente la calidad del aire, y las muertes prematuras asociadas a la contaminación se reducen en unas 6.000, aproximadamente la mitad.

1.2.3 Otros Planes Estratégicos de Energía

¹⁵ (UNEF, 2023-a)

¹⁶ (UNEF, 2023-b)

Igualmente, la propuesta de revisión del PNIEC 2023 está en consonancia con otros documentos de planificación o estrategia en materia de medio ambiente, tanto nacionales como a nivel europeo, como el Plan de +Seguridad Energética; el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR); la Ley de Cambio climático y la Estrategia de Transición Justa. Los cuales se explican brevemente a continuación:

El Plan +Seguridad Energética (Plan+SE)¹⁷:

Fue aprobado con el objetivo de incrementar la seguridad energética de España frente a la evolución de los precios de la energía y como seguridad del suministro de la UE. De esta forma, el Plan recogía medidas en tres grandes categorías que son:

1. Medidas de ahorro y eficiencia energética con el fin de reducir la demanda de gas y electricidad a través de una mejor gestión.
2. Medidas que buscan acelerar la transición energética.
3. Medidas dirigidas a reformar la autonomía energética de España, flexibilizando el mercado en los momentos críticos y con soluciones a corto, medio y largo plazo; reduciendo la dependencia energética, tecnológica y material de España.

Este plan contempla en total 73 medidas, aplicadas por la Administración general del Estado, las Comunidades Autónomas y Entidades Locales, que con su implantación se han conseguido ahorrar entre agosto de 2022 y marzo de 2023 el 21% del consumo de gas, se ha incrementado la protección de aquellos consumidores en estado de vulnerabilidad y se ha contribuido sustancialmente a la transición energética sustituyendo el consumo de combustibles fósiles por energía renovable.

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR)¹⁸:

Este plan tiene como principal objetivo acelerar la recuperación económica y social tras la crisis del COVID-19 y lograr incrementar la capacidad de crecimiento a medio y largo plazo.

A su vez, el Plan se sustenta en 4 grandes ejes transversales a todos los objetivos, que son:

¹⁷ (Comisión Europea, 2023)

¹⁸ (Gobierno de España, n.d.)

1. La transición ecológica: A través de inversiones en energías renovables y en eficiencia energética, en proyectos de movilidad sostenible y electrificación del transporte, así como en proyectos de conservación y restauración de ecosistemas naturales.
2. La transformación digital: A través de la digitalización de la administración pública y otros servicios esenciales, el impulso de la digitalización de las pymes y grandes empresas, y poner a disposición de trabajadores y ciudadanos formación digital.
3. La cohesión territorial y social: A través de inversiones en infraestructuras educativas y sanitarias, programas de inclusión social y lucha contra la pobreza, además de la fomentación del desarrollo rural y la cohesión territorial.
4. La igualdad de género: A través de la evaluación de los proyectos al impacto en la igualdad de género, la promoción de la empleabilidad y emprendimiento femenino, la fomentación de la participación de las mujeres en los sectores estratégicos, y medidas de conciliación y corresponsabilidad, entre otras.

Para cumplir estos objetivos, a su vez se invierte en apoyar a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), se busca fomentar el emprendimiento y la competitividad empresarial, y realizar desde las instituciones públicas las reformas estructurales necesarias para mejorar el entorno económico y empresarial.

Para financiar estas actuaciones, los principales mecanismos de financiación del PRTR son el NextGenerationEU, con su fondo de Recuperación y Resiliencia (RRF) y el fondo adicional REACT-EU; el mismo presupuesto nacional aportado por el Estado, y los fondos estructurales y de Inversión Europeos, como son el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y el Fondo Social Europeo (FSE). La suma de todas estas aportaciones asciende a los 70.000 millones de euros, de los cuales el 40% están destinados a la agenda verde, provocando que este Plan haya dado un gran impulso a la transición ecológica en España.

La Ley de Cambio climático¹⁹

¹⁹ (Jefatura del Estado, 2021)

Esta ley forma parte del denominado Marco Estratégico de Energía y Clima, formado por el PNIEC, el Plan de Adaptación al cambio climático, la Estrategia de Transición Justa y esta ley; la cual sirve como marco normativo e institucional para facilitar la descarbonización de la economía española a 2050.

Los principales objetivos de esta ley son:

- Alcanzar la neutralidad climática en 2050.
- Reducir las emisiones de GEI en al menos un 23% para 2030 en comparación con los niveles de 1990.
- Alcanzar un 42% de presencia de energías renovables en el consumo final de energía para 2030, así como alcanzar una penetración del 74% de energía renovable en la generación de electricidad para el mismo año.
- Mejorar la eficiencia energética en al menos un 39,5% para 2030
- Fomentar la movilidad sostenible, con el objetivo de que en 2040 no se vendan vehículos con emisiones directas de CO₂, fomentando también el transporte público y otras formas de transporte sostenible.

Estos objetivos, serían superados por aquellos planteados en la revisión del PNIEC del año 2023, expuestos anteriormente, en el escenario objetivo.

Para cumplir con estas metas, esta Ley propone promocionar las energías renovables e incentivarlas a través de distintas regulaciones para llevar a cabo la transición energética, renovar energéticamente los edificios residenciales, comerciales y en el sector industrial para obtener una mayor eficiencia energética, promover e incentivar el transporte sostenible, y fomentar la protección de los ecosistemas naturales y una mejor gestión del agua. Todo ello impulsado por el desarrollo de planes nacionales y regionales de energía y clima, así como incentivando la participación de la ciudadanía.

De este modo, la Ley de Cambio Climático crea un marco legislativo que proporciona una base sólida para que España avance hacia un modelo social y económico más sostenible y resiliente.

Estrategia de Transición Justa²⁰

²⁰ (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, n.d.-a)

Tal y como lo define el MITECO, “la Estrategia de Transición Justa es un instrumento que permite la identificación y adopción de medidas que garanticen a trabajadores y territorios afectados por la transición hacia una economía baja en carbono, un tratamiento equitativo y solidario. El objetivo es que no se produzcan impactos negativos sobre el empleo ni la despoblación con la adopción del PNIEC.”²¹

Entre los principales objetivos de este instrumento destacan:

- El fomento del empleo, facilitando el aprovechamiento de las oportunidades de empleo, la mejora de la competitividad y cohesión social generados por la transición hacia una economía sostenible, y la proporción de formación profesional para los trabajadores afectados, dando a conocer así la situación y tendencias del mercado laboral respecto a la transición ecológica.
- Garantizar un aprovechamiento igualitario de las oportunidades, teniendo en cuenta la inclusión social en términos de género, pertenencia a colectivos vulnerables, mundo rural...
- Apoyar a las regiones y sectores afectados, promoviendo foros de participación sectoriales, analizando los retos, oportunidades, amenazas y diseñando medidas específicas para cada región y sector económico, involucrando a las comunidades, los trabajadores, empresas, y demás partes interesadas en la elaboración de estos planes. En este rumbo, para minimizar los impactos negativos en zonas vulnerables se confía en los Convenios de Transición Justa, que brindan apoyo técnico y financiero para la implementación de la transformación; y en iniciativas que mejoren el bienestar y calidad de vida de las comunidades afectadas mediante servicios de salud, educación y vivienda.
- Evaluar y mejorar los actuales instrumentos de la Administración General del Estado de apoyo a la empresa (apoyo a I+D+i, financiación, préstamos, avales, garantías, formación, etc.), proponiendo políticas adecuadas para el trabajo coordinado de la AGE, las Comunidades Autónomas, las entidades locales y los agentes sociales. Con este fin, se promueve también la inversión en sectores emergentes como las energías renovables, la economía circular y la tecnología sostenible, poniendo especial interés en el apoyo a PYMES y emprendedores.

²¹ (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, n.d.-b)

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el PNIEC elabora un análisis de impacto socioeconómico, en el que se concluye que la adopción de dicho Plan tiene resultados positivos relevantes en el PIB, el empleo y la salud pública, mostrando además un efecto socialmente progresivo, esto es, con mayor impacto positivo sobre los hogares de menor renta, demostrando que está alineado con los objetivos buscados en la Estrategia de Transición Justa.

A su vez, cabe destacar que la Ley de Cambio Climático y Transición Energética, aprobada el 20 de mayo de 2021, recoge en su Título V la obligación de aprobar una Estrategia de Transición Justa cada 5 años, un elemento pionero en las Leyes de Cambio Climático en el mundo, para garantizar que las iniciativas que se llevan a cabo están alineadas con los objetivos.

1.2.4 El Mercado Eléctrico Español y la influencia del PNIEC

La nueva actualización del PNIEC presenta y requiere una serie de cambios sobre el sector energético en eficiencia, seguridad energética y, sobre todo, capacidad, que tienen un gran efecto en el mercado, tanto a nivel económico como regulatorio. De esta forma, vemos conveniente que se expongan en este trabajo, centrándonos en las energías renovables, y en concreto la solar, contextualizando también a su vez el funcionamiento del mercado eléctrico español.

Primero de todo, se explica brevemente la cadena de valor de la energía, para así más adelante conocer los distintos participantes que entran en juego en el mercado, y son influenciados por las regulaciones y decisiones tomadas sobre el sector energético.

Dicha cadena de valor radica en:

1. La generación: llevada a cabo por parte de las distintas compañías en sus centrales y plantas.
2. Red de transporte y distribución: Las cuales son propiedad de compañías reguladas.
3. Comercialización: Que se da con la venta de la energía por parte de las comercializadoras a los clientes finales y su correspondiente suministro.

En cuanto a la generación, las principales barreras que tiene el PNIEC para poder alcanzar sus objetivos son la burocracia y la tramitación de concesiones para la construcción de nuevas plantas de energía renovable. En este sentido, cabe mencionar el “Régimen económico de energías renovables”, por el que se regula el primer mecanismo de subasta y se establece el calendario indicativo para el periodo 2020-2025, sentando un mínimo de nueva capacidad renovable anual. Tal y como explica EY en su publicación “Régimen económico de energías renovables – Las nuevas subastas” (2020)²², para poder acogerse a este régimen de subasta, la instalación podrá ser nueva, una ampliación o una modificación de una instalación ya existente; y la retribución de cada instalación se obtendrá a partir de su precio de adjudicación, los parámetros retributivos de la tecnología, las características propias de cada instalación, y su participación en el mercado.

El funcionamiento de la subasta, tal y como se explica en el artículo de EY, consiste en que el Gobierno saca a subasta un cupo de potencia instalada, la cual se puede diferenciar por tecnologías, estableciendo el volumen total del producto a subastar; seguidamente, las personas físicas o jurídicas interesadas presentan su solicitud de participación junto al justificante del depósito de la garantía de 60€/kW para la potencia por la que se pretende ofertar (ej: Si se quiere ofertar por 50kW, la garantía total depositada debe ser de $50\text{kW} \times 60\text{€/kW} = 3000\text{€}$). Tras estos pasos, se inicia el mecanismo de subasta, formadas por el proceso de precalificación y calificación, en la que se asigna a cada participante la cantidad máxima por la que podrá ofertar, según la potencia declarada. Luego, tiene lugar el proceso de subasta en sí, en el cual los participantes calificados pueden insertar sus ofertas a sobre cerrado, garantizando que cada oferente tenga que dar su mejor oferta desde el inicio. Dicha oferta es el precio de la energía (€/MWh) a la cual cada oferente está dispuesto a cobrar como régimen retributivo específico, y por los que estarían dispuestos a instalar la potencia que piden adjudicarse; de esta forma, si resultan adjudicados, se comprometen a realizar la inversión necesaria para poder instalar los MW pactados y, a cambio, recibirían del Gobierno durante un periodo de tiempo determinado el precio en €/MWh ofertado por la energía generada,

²² (EY, n.d.)

asegurándose un cobro por parte del Gobierno durante buena parte de la vida útil de las instalaciones, garantizando así el plan de amortización de las mismas.

Tras la inserción de las ofertas, se aplican los mecanismos de asignación fijados en el proceso de casación, en el cual se forma la curva agregada de oferta integrando todos los tramos de todas las ofertas y ordenándolos de menor a mayor precio, casando y adjudicando así de menor a mayor la nueva potencia a instalar. Finalmente, tras ser adjudicados, el beneficiario debe de realizar paso a paso lo siguiente:

- Constituir la garantía económica comentada anteriormente antes de su inscripción en el Registro electrónico del régimen económico de energías renovables (REER).
- Inscribirse en el REER en estado de preasignación, junto con un plan estratégico con las estimaciones de impacto sobre el empleo local y la cadena de valor industrial, que se hará público en la página web del MITECO. Este plan debe incluir una descripción general de las inversiones a realizar, la estrategia de compras y contratación, una estimación del empleo directo e indirecto creado durante el proceso de construcción, puesta en marcha y operación de las instalaciones; así como las oportunidades ofrecidas para la cadena de valor industrial local, regional, nacional y comunitaria, la estrategia de economía circular que se pretende llevar a cabo, y un análisis de la huella de carbono durante el ciclo de vida de las instalaciones.
- Se debe presentar la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).
- Presentar la solicitud de identificación de las instalaciones y esperar a recibir la Autorización Administrativa Previa (AAP).
- Seguidamente, se debe de tramitar la Autorización Administrativa de Construcción (AAC) de las instalaciones.
- Tras obtener el ACC, se debe solicitar la inscripción en el REER en estado de explotación, junto con el plan definitivo, el cual recoge el nivel de cumplimiento de las previsiones realizadas en el plan presentado tras la identificación de la planta.

El objetivo de estas subastas es tanto promover la inversión de energías de producción renovable, como que esta transición sea eficiente, dado que desde que dichas

instalaciones empiezan a generar energía eléctrica cubren buena parte de la demanda, desplazando a otras tecnologías más contaminantes.

En cuanto a la red de transporte y distribución, para poder alcanzar los objetivos del PNIEC, es necesario que se modernicen las redes, ya que el ritmo de crecimiento promedio de la generación fotovoltaica pasa de 3,83 GW/año a 6,6 GW/año y para la eólica de 1,66 GW/año a 4,23 GW/año, según datos de EY y Naturgy²³. Esto conlleva la necesidad de reforzar la red eléctrica, permitiendo la integración de estas nuevas plantas de generación, garantizando así la demanda y la seguridad de suministro en nuestro país. Los encargados de llevar a cabo esta transformación en las redes de transporte de electricidad son:

- Red Eléctrica Española (REE): la cual se encarga de gestionar la red de transporte de alta tensión de electricidad, conectando las centrales de generación con los puntos de distribución a los consumidores.
- Distribuidoras de electricidad: las cuales están encargadas de transportar la energía eléctrica desde las centrales de producción hasta los puntos de consumo (red de distribución). En España existen cinco grandes distribuidoras (I-DE, E-Distribución, UFD Distribución, E-Redes y Viesgo Distribución) además de cerca de 300 pequeñas distribuidoras, cada una de ellas opera en una zona geográfica y son las responsables del mantenimiento de esta parte de la red eléctrica.

De esta forma, para poder estar a la altura de la transformación planteada en el PNIEC, tal y como afirma REE y la secretaria de Estado de Energía²⁴, se ha iniciado un nuevo ciclo de planificación para adaptar las redes al ritmo al que avanza la transición, incluyendo así una inversión por parte del Gobierno de España de 931 millones de euros para las redes.

Respecto al mercado eléctrico en España, cabe destacar que dicho mercado en realidad no es único, sino que se trata de un conjunto de mercados interrelacionados que garantizan entre ellos el uso eficiente de los recursos energéticos. De este modo, la compraventa de energía se realiza a través de distintos mercados con duraciones de

²³ (Fundación Naturgy, 2023)

²⁴ (Red Eléctrica de España, 2024)

tiempo muy diferentes. Por un lado, existen los mercados a plazo, conocido como el mercado de futuros y se negocian en mercados organizados como el OMIP, el mercado diario, que se trata de una subasta diaria para la entrega de electricidad en cada una de las 24 horas del día siguiente y es a precio único, y los mercados intradiarios, para asegurar continuamente el balance entre generación y demanda.

Cuando nos referimos a precio único, se quiere decir que, una vez se empareja la totalidad de las cantidades de energía demandada a un cierto precio con las cantidades ofertadas a ese mismo precio, se finaliza la subasta y, tras la subasta, todos los agentes que hayan quedado por debajo de esa puja límite para poder vender energía entran en el “pool”, y comprarán y venderán la electricidad al mismo precio, el cual está fijado por aquel agente con precio más alto que tiene un comprador.

A su vez, existen otros tipos de contratos bilaterales, como son los Power Purchase Agreement (PPA), que son contratos bilaterales entre un generador de electricidad y un comprador (que puede ser un consumidor final o un intermediario) para la compraventa de electricidad a largo plazo, normalmente a precios fijos o con una fórmula predefinida. Los PPAs son de suma importancia para este trabajo, dado que se utilizan frecuentemente para asegurar la viabilidad financiera de proyectos de energía renovable al garantizar ingresos a largo plazo.

1.2.5 Riesgos para alcanzar los objetivos del PNIEC

Aunque a lo largo del trabajo se han ido comentando los principales riesgos a los que se debe de hacer frente para poder alcanzar los objetivos planteados en el PNIEC, vemos necesario exponerlos brevemente, así como las medidas usadas para contrarrestarlos.

- **Riesgo de falta de inversión:** Debido a la crisis del COVID-19 y las altas inflaciones que se están sufriendo en España, uno de los posibles riesgos puede ser la falta de inversión. Este riesgo en particular se ha paliado a través de numerosos fondos, tanto nacionales como europeos, como son el Next Generation EU o el Fondo Nacional de Eficiencia Energética. A su vez, tal y como se ha explicado, gran parte de la inversión necesaria para conseguir los fines del PNIEC provendrá de inversión privada, la cual, a través de las distintas medidas planteadas en el mismo plan, se fomenta y se premia. Además, cobran

gran importancia el régimen retributivo específico al que tienen acceso los inversores ofertantes en las subastas, y los PPAs, a través de los cuales los inversores se aseguran facturaciones futuras, con las que también poder argumentar su estrategia de negocio a las entidades bancarias, apalancar su inversión y hacer más fácil la obtención del capital necesario.

- La burocracia y tramitación de permisos: Este riesgo se hace aún más notable en los primeros pasos de la construcción de una instalación, para la cual, además de ofrecer un precio competitivo en la subasta, el plan estratégico y social debe de ser adecuado, y el permiso de construcción aprobado. Para que esta posible barrera se supere con facilidad, no solamente los organismos públicos deben de trabajar de forma eficiente, sino también aquellos inversores y ofertantes interesados en construir las plantas generadoras de energía renovable, ya que, una mala praxis por su parte conllevaría la no puesta en servicio de plantas y la imposibilidad de asignar esa potencia a otros proyectos.

En este sentido, cabe mencionar que la burocracia y tramitación de permisos estarán a la altura para, al menos para la energía fotovoltaica, cumplir con los objetivos y nueva generación solar instalada estimada por el PNIEC, dado que, tal y como se observa en la siguiente imagen, simplemente con las instalaciones para las cuales se estaba tramitando su construcción en 2023 sería suficiente para cumplir con el objetivo.

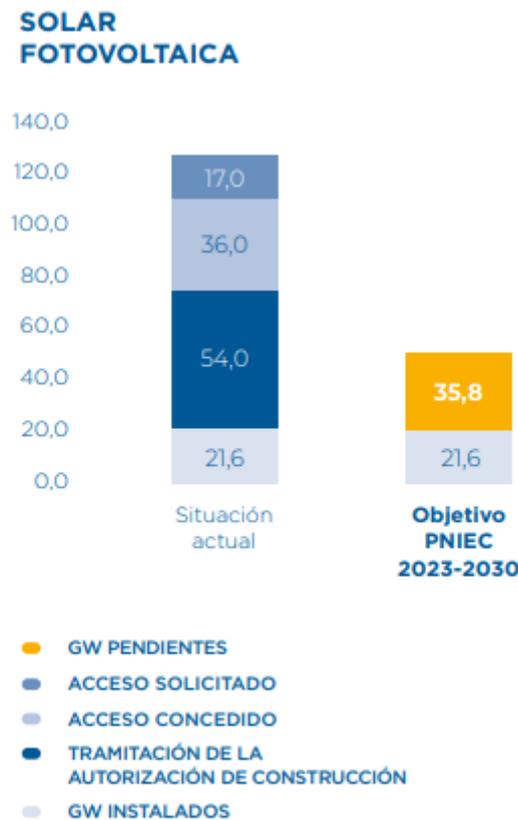


Ilustración 5: Comparativa de la situación de los proyectos solares actuales con los objetivos del PNIEC 2023-2030 a 2030. Fuente: Naturgy²⁵

- **Riesgos de seguridad y eficiencia energética:** Ligado con el punto anterior, para cumplir con el objetivo de incorporar en el mix energético a todas estas plantas de generación de energía solar, se deben de incrementar sustancialmente los puntos de conexión a la red y modernizarla. Para ello, tal y como se ha comentado anteriormente, el Gobierno de España ha realizado una inversión de 931 millones de euros, y tanto REE como los responsables gubernamentales son optimistas en que la eficiencia y seguridad de la red vayan acorde a la velocidad de la transición energética en nuestro país.
- **Riegos socioeconómicos:** Uno de los mayores riesgos para los objetivos del PNIEC reside en la sociedad española y el acogimiento que este Plan puede tener. Para que la implantación del PNIEC se haga de forma correcta, intentando que sea aceptada por todas las clases sociales y sectores económicos, está

²⁵ (Fundación Naturgy, 2023)

acompañada por otras iniciativas como el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) y la Estrategia de Transición Justa, con las que se pretenden tener en cuenta a aquellas personas a las cuales la implantación del PNIEC les puede afectar negativamente. Con dichas iniciativas se pretende distribuir la riqueza y trabajo en los lugares y regiones afectados, así como realizar un diseño de las plantas que impacten lo menos posible, disminuyendo lo máximo posible la contaminación visual y los efectos negativos que pueda acarrear. Además de estas iniciativas, tal y como se ha comentado, se obliga a los ofertantes de las subastas a incorporar planes estratégicos y sociales a la hora de realizar la subasta, garantizando así que se tiene en cuenta a todos los afectados. También se debe de mencionar las inversiones enfocadas a disminuir estos riesgos, tal y como el Fondo de Transición Justa, el fondo de Recuperación y Resiliencia (RRF), el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), el Fondo Social Europeo (FSE) y el Fondo Social para el Clima, que tiene como objetivo llevar soluciones reales y tangibles para solucionar estos problemas. Si las estrategias planteadas en todas estas iniciativas y el dinero destinado a ellas se usan de forma correcta, el PNIEC estima que su implantación tendrá efectos económicos positivos en aquellas personas más desfavorecidas, cuya aceptación podría ser más complicada en un primer momento, así como en la salud de todos los españoles, tal y como se observa en las siguientes imágenes.

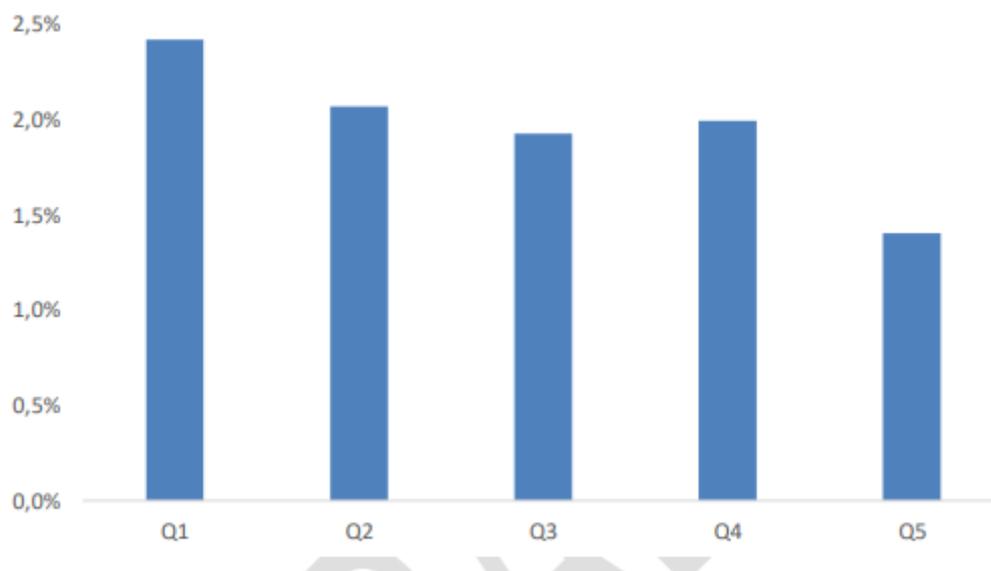


Ilustración 6: Impacto sobre los hogares por quintiles de renta (%). Fuente: PNIEC

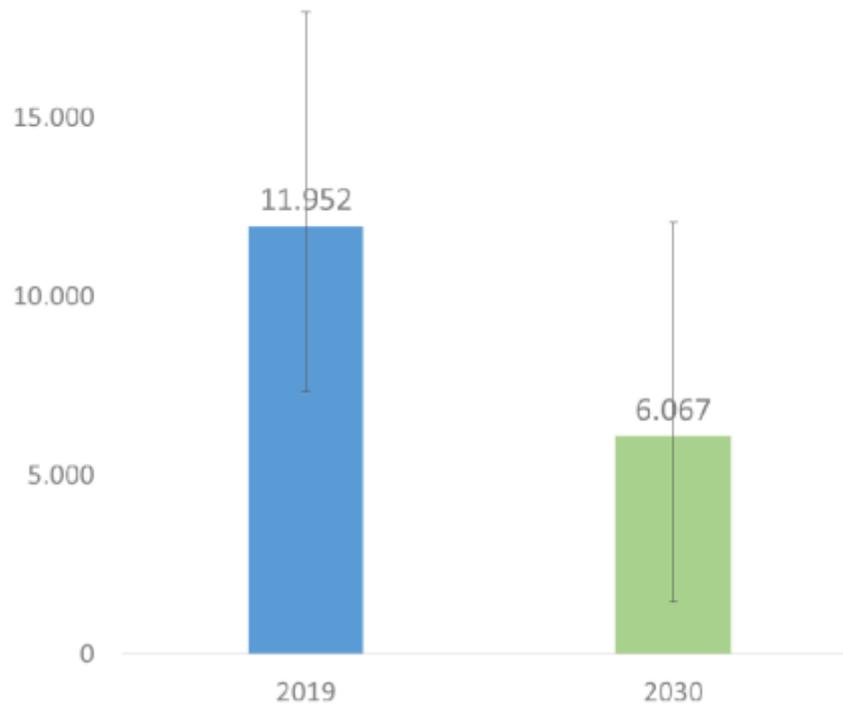


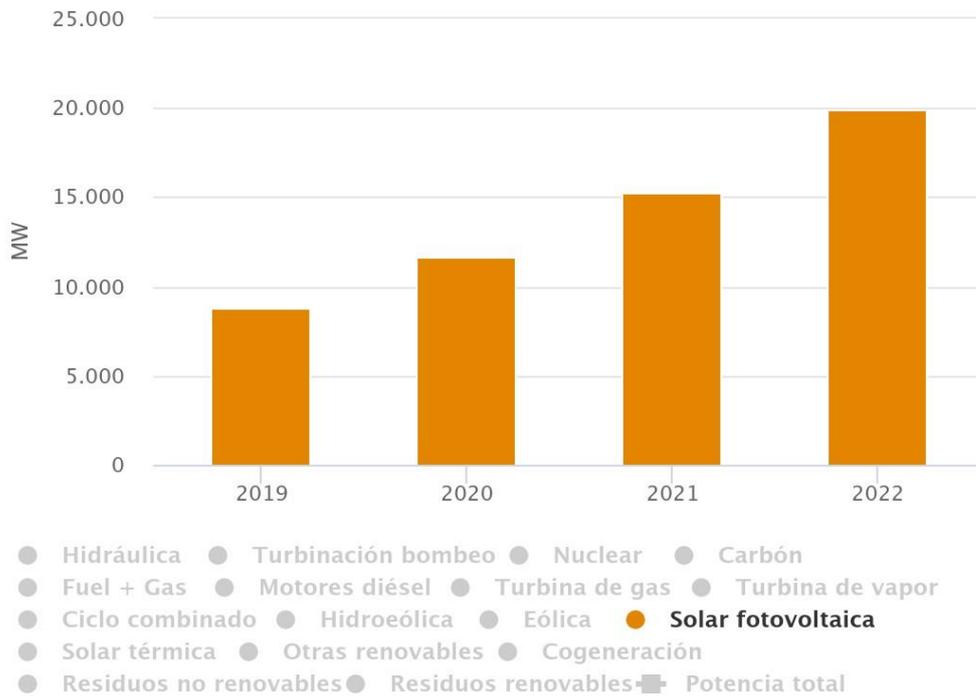
Ilustración 7: Impacto en la salud (muertes prematuras). Fuente: PNIEC

Como hemos visto en este apartado, la planificación e iniciativas llevadas a cabo por los distintos organismos españoles hacen esperar que los objetivos del PNIEC cumplan con los plazos y estimaciones realizadas, tal es así, que los datos de los últimos años, y en especial en 2023, son muy positivos, como exponemos en el siguiente apartado.

1.2.6 Mix eléctrico en España 2023

Tras conocerse los datos del sector energético de los últimos años, se puede confirmar que estamos siguiendo los pasos correctos ara poder alcanzar los objetivos marcados por el PNIEC.

Entre 2019 y 2022, la potencia instalada renovable creció en un 27,3%, pasando de 55.349 MW en 2019 a 70.452 MW en 2022, según datos de Red Eléctrica de España. La fuente de generación que más aumentó fue la solar fotovoltaica, que creció un 129,3% en ese periodo, pasando de 8.747 MW a 20.054 MW. Respecto a la potencia eólica, incrementó un 17,1% en este tiempo, pasando de 25.678 MW en 2019 a 30.069 MW en 2022. De este modo, desde 2019, la potencia instalada renovable supera la de las tecnologías convencionales.



Fuente: www.ree.es

Gráfica 1: Evolución de la potencia instalada de solar fotovoltaica entre los años 2019 y 2022. Fuente: REE²⁶

Siendo estos datos verdaderamente positivos, aquellos alcanzados en 2023 son aún más esperanzadores. En dicho año, tal y como afirma REE²⁷, la potencia instalada de solar fotovoltaica aumentó un 28% respecto a 2022, sumando 5.594 nuevos MW al parque de generación español, la mayor cifra desde que se cuenta con registros y ocupando esta tecnología el 20,3% del total del parque de generación español. Para Beatriz Corredor, presidenta de Redeia, dichas cifras demuestran el liderazgo español en energía renovable, afirmando que la red española “está preparada y va a seguir estándolo para cumplir los objetivos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)”, indicando también el hito de haber alcanzado el 50,3% de la producción eléctrica a nivel nacional por generación renovable en 2023.

A los datos previos, se suma el hecho de que, en el cómputo total de la potencia instalada, España acabó en 2023 con más de 125,6GW, de los cuales 61,3% de ellos era potencia en energía renovable, se produjo un 15,1% más de energía renovable que el año anterior, alcanzando los 134.321 GWh y superando así todos sus récords en materia de renovables a nivel nacional. Además, 2023 se ha caracterizado por ser el año con

²⁶ (Red Eléctrica de España, n.d.-a)

²⁷ (Red Eléctrica de España, 2024)

mayor saldo exportador de energía a otros países de la historia, y el de menos emisiones de CO₂.

Contextualizando las energías renovables en el ranking nacional en 2023, la eólica se mantiene como la tecnología con mayor presencia, con el 24,5%, seguida por el ciclo combinado (20,9%), la fotovoltaica (20,3%) y la hidráulica (13,6%).

La tendencia positiva en el sector de las energías renovables en España ha sido tal que, como se ha comentado anteriormente, en la revisión del PNIEC de 2023 se ampliaron sustancialmente los objetivos, como se puede observar en las siguientes tablas.

Objetivos y resultados esperados	PNIEC 2021-2030	PNIEC 2023-2030	Objetivo europeo
Emisiones			
Reducción de emisiones de GEI a 2030 en comparación a niveles de 1990	23%	32%	55%
Reducción de emisiones ETS en comparación a niveles 2005	61%	70%	62%
Reducción de emisiones de sectores difusos en comparación a niveles 2005	39%	43%	37% ⁽¹⁾
Renovables			
Renovables sobre el consumo energético final	42%	48%	42,5% ⁽²⁾
Renovables en la generación eléctrica ⁽³⁾	74%	81%	-
Eficiencia energética			
Mejora eficiencia energética en energía primaria	39,5%	42%	40,5%
Reducción de la dependencia energética ⁽³⁾			
Dependencia energética	61%	51%	-

Tabla 3: Comparativa de objetivos y resultados esperados en el PNIEC 2021-2030, el PNIEC 2023-2030 y europeos.
Fuente: Naturgy²⁸

²⁸ (Fundación Naturgy, 2023)

TABLA 2. VARIACIÓN DE LA POTENCIA PREVISTA INSTALADA A 2030 DEL PNIEC 2021-2030 VS PNIEC 2023-2030 - Fuente: MITECO, REE, ELABORACIÓN EY

Tecnología	PNIEC 2021-2030 GW	PNIEC 2023-2030 GW	Variación PNIEC 2021 vs. PNIEC 2023	GW julio 2023 ⁽¹⁰⁾	GW pendientes (respecto a PNIEC 2023-2030)
Eólica	50,3	62,0	23%	30,4	31,6
Solar PV	39,2	76,4	95%	21,6	54,8 ⁽¹¹⁾
Solar CSP	7,3	4,8	-34%	2,3	2,5
Hidráulica	14,6	14,5	-1%	14,4	0,1
Biogás	0,2	0,4	83%		
Otras Renovables	0,1	0,1	0%	1,1	0,8
Biomasa	1,4	1,4	0%		
Carbón	-	-	0%	3,5	-3,5
Ciclo combinado	26,6	26,6	0%	26,3	0,3
Cogeneración	3,7	3,8	3%	5,6	-1,8
Fuel y Fuel/Gas	1,9	1,8	-1%	2,4	-0,6
Residuos ⁽¹²⁾	0,3	0,3	0%	0,6	-0,3
Nuclear	3,2	3,2	0%	7,1	-3,9
Almacenamiento	12,0	18,5	54%	6,4 ⁽¹³⁾	12,1
Total	161	214	33%	122	92

¹⁰ Los datos se obtienen a partir de los datos publicados de Red Eléctrica, a fecha 25 de julio de 2023. REE incluye los datos biogás y la biomasa como "otras renovables" de forma agregada, por lo que, de cara a realizar el análisis comparativo, se incluyen los GW instalados a julio de 2023.

¹¹ Incluye los 19GW de autoconsumo, 5GW actualmente instalados y 14GW pendientes.

¹² Nótese que son residuos no renovables y renovables.

¹³ Mayoritariamente corresponden a centrales de bombeo puro y mixto instaladas en España.

Tabla 4: Variación de la potencia prevista instalada a 2030 del PNIEC 2021-2023 y el PNIEC 2023-2030. Fuente: Naturgy²⁹

Cabe destacar que la distribución concreta por tecnologías renovables que se lleve a cabo año a año entre 2023 y 2030 dependerá de la evolución de los costes relativos de las mismas, así como de la viabilidad y flexibilidad de su implantación. No obstante, la aprobación desde el año 2020 de más de 170 documentos estratégicos nos hacen confiar en que los objetivos y estimaciones realizadas son más que alcanzables.

²⁹ (Fundación Naturgy, 2023)

1.3 Conclusiones del apartado

A lo largo de este apartado se ha llevado a cabo la contextualización del proyecto, dando a conocer al grupo TYPESA, la empresa AZTEC y el software PVGRAdTM, y el estudio y exposición de los planes estratégicos del sector energético a nivel europeo y nacional, la cadena de valor de la electricidad en España y el funcionamiento del mercado eléctrico español, la influencia del PNIEC en él, así como los riesgos que se deben de afrontar para alcanzar los objetivos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, y el buen resultado que por ahora están manifestando las políticas e iniciativas aplicadas.

Tras las medidas planteadas, así como conocimientos y datos aportados, se puede argumentar de manera objetiva que los objetivos del PNIEC, y concretamente la potencia fotovoltaica en plantas de generación a instalar, son totalmente alcanzables. En este sentido, a su vez, creemos firmemente que el uso de una herramienta de software como PVGRAdTM puede tener efectos muy positivos, como es la reducción del LCOE de la fotovoltaica, favoreciendo así su implementación, al ayudar a que los proyectos fotovoltaicos puedan ofertar en las subastas precios más competitivos y sean adjudicados; ayuden en la aceptación social de nuevas plantas fotovoltaicas, al optimizar el movimiento de tierras y disminuir su impacto visual; y acelerar los procesos de diseño y construcción, así como realizar otros análisis y estudios para optimizar las plantas solares, ayudando en el incremento de gigavatios anuales de generación fotovoltaica instalados para llegar a los objetivos propuestos.

Capítulo 2: Estado del Arte

Dado que este proyecto se trata de la elaboración de un Plan de Negocio sobre un software específico aplicado al sector de la energía, el estado del arte de este trabajo radicará en los estudios que plateen la elaboración de planes de negocio basados en softwares para el sector energético, pudiendo así razonar la viabilidad y cabida en el mercado de nuestro negocio, elaborar una correcta estrategia de marketing, estimaciones del mercado, y usar los “insides” adecuados para elaborar de forma correcta el plan de negocio. De esta forma, el producto final del proyecto será un Plan de Negocio exhaustivo y completo, con el que se llegará a una conclusión razonada sobre el método de explotación económica más adecuado (plataforma SaaS o venta de licencias) para PVGRAd™.

Una de las principales causas de la cabida de esta herramienta en el mercado es, sin duda alguna, la transformación digital de las empresas, a través de la cual, trabajos duraderos en el tiempo, hechos a mano, y que requerían un mayor número de personal, dan paso a procesos tecnológicos, como son este tipo de softwares, para poder mejorar su eficiencia. Es por ello, que vemos relevante introducirlo y estudiar su influencia en el sector energético.

2.1 La digitalización en el mundo empresarial y el sector energético

La transformación digital implica la integración de la tecnología en todas las áreas de un negocio, y es de vital importancia hoy en día para que las empresas puedan competir en sus respectivos sectores, mejorando así su eficiencia operativa, su innovación, su agilidad empresarial, la interacción con los clientes, la toma de decisiones o la búsqueda de nuevas oportunidades de negocio, entre otras muchas ventajas. Respecto a esto último, la llegada de la digitalización ha hecho posible el inicio de nuevos modelos de negocio (Trzaska, R. et al)³⁰, como son:

- El Modelo de Experiencia: ofrece a los consumidores una experiencia única o unos valores especiales por los que están dispuestos a pagar (ejemplo: Tesla).

³⁰ (Trzaska, Sulich, Organa, Niemczyk, & Jasiński, 2021)

- El Modelo de Suscripción: dando acceso a los clientes a los productos/servicios a cambio de un pago mensual o anual. Este sería un posible modelo de ingresos para la venta de licencias de PVGRAd™.
- El Modelo “Gratis”: por el cual el consumidor hace uso de los servicios a cambio de sus datos como usuario, que se convierten en un producto para, por ejemplo, fines publicitarios (ejemplos: redes sociales).
- El modelo Access-Over-Ownership: el cliente paga por utilizar el producto/servicio, pero éste no pasa a ser de su propiedad; sólo puede acceder a él (ejemplo: Wible).
- El modelo de ecosistema: se basa en el aumento de valor colectivo según la cantidad de bienes/servicios comprados (ejemplo: Apple con sus iPhones, Macs, iPads, Apple Watches, HomePods...).
- El Modelo Bajo Demanda: usado por los usuarios para ganar tiempo. Este modelo es usado por empresa de reparto de comida adomicilio (Glovo) o de “car shearing” (Uber).
- El modelo freemium: de los más populares en Internet, se basa en ofrecer una versión gratuita del producto/servicio durante un periodo de tiempo o determinados usos y, tras ese periodo temporal, el usuario puede actualizar a una versión de pago de dicho producto/servicio (ejemplo: Zoom).

Estas ventajas competitivas ofrecidas por la transformación digital también se han visto trasladadas al sector energético, para el cual, tal y como se comenta en el artículo “Digitalisation of Enterprises in the Energy Sector: Drivers—Business Models—Prospective Directions of Changes”³¹, las tendencias digitales contemporáneas más importantes que afectan a este sector son:

1. La descentralización de la generación de la energía
2. La digitalización de la infraestructura
3. El control e ingeniería inteligentes
4. La creación de nuevas soluciones para el consumidor final

El uso de un software con las características de PVGRAd™, usado para la optimización de movimiento de tierras y diseño de plantas, estaría incluido en la segunda (digitalización

³¹ (Siuta-Tokarska, Kruk, Krzemiński, Thier, & Żmija, 2022)

de la infraestructura) y tercera tendencia (control e ingeniería inteligentes), demostrando su relevancia actual.

Relacionado con estas tendencias, han aparecido nuevos modelos de negocio en el sector energético, entre los que destacan (Siuta-Tokarska, B. et al, 2022):

- Redes “peer-to-peer” (P2P) o “red de pares” para el comercio de energía, creando un mercado en línea en el que se puede comercializar energía con pocas barreras, permitiendo a los prosumidores comerciar fácilmente con energía
- Centrales eléctricas virtuales. Es decir, softwares y plataformas Saas enfocadas en simular los procesos de diseño, construcción y explotación de las plantas energéticas, ofreciendo el rendimiento estimado de ellas, su CAPEX asociado, etc, entre los cuales se encontraría PVGRAd™
- La gestión de flexibilidad
- Mercados energéticos locales
- Comunidades Energéticas
- El concepto del vehículo a la red

Con respecto a estos modelos de negocio, el artículo de “Digitalization of enterprises in the Energy Sector”, o autores como Mahendra Singh (Singh, M. et al, 2022)³², también enumeran posibles oportunidades de valor añadido, como son:

- La implantación de soluciones de IoT para monitorizar la demanda de energía, su transmisión y almacenamiento
- El uso de la Inteligencia Artificial para optimizar la transmisión y distribución de energía
- El uso de la tecnología blockchain para gestionar los recursos energéticos
- El uso de redes y modelos inteligentes para una distribución adecuada de la energía
- La implantación de sistemas de gestión energética para optimizar la producción y el consumo
- El uso de la modelización digital para diseñar nuevas redes de energía y mejorar las existentes, aumentando la eficiencia operativa de las plantas de generación y reduciendo sus costes de diseño. Propuestas de valor que convergen con las de la

³² (Singh, Jiao, Klobasa, & Frietsch, 2022)

herramienta para la que se pretende diseñar el modelo de negocio en este proyecto.

- La construcción de sistemas en forma de “gemelos digitales”, que producen una réplica digital de un objeto físico previo a la construcción del propio objeto, permitiendo tomar decisiones referidas a la optimización de sus operaciones. En este sentido, dado que PVGRAdTM ofrece el diseño digital en 3D de la planta, junto con el posicionamiento geográfico de los principales elementos constructivos, también entra entre los posibles proveedores de este valor añadido para plantas fotovoltaicas.

El potencial de las nuevas tecnologías visto hasta ahora en el sector de la energía no solo mejora la eficiencia en toda la cadena de valor, desde el diseño de las plantas hasta el consumo de la energía por parte de la demanda, sino que, tal y como comenta Piotr F. Borowski en su artículo “Digitization, Digital Twins, Blockchain, and Industry 4.0 as Elements of Management Process in Enterprises in the Energy Sector”³³, además, permite prolongar la vida útil de las centrales eléctricas entorno a un 30%.

Habiendo demostrado la relevancia e importancia de la digitalización en el sector energético, así como la cabida de numerosos modelos de negocio dentro de las tendencias digitales del sector; a continuación, se expone el estado del arte más relevante encontrado sobre el diseño de estos modelos de negocio en el sector energético, incluyendo conceptos y “frameworks”.

³³ (Borowski, 2021)

2.2 “Frameworks” y conceptos relevantes para el diseño de un modelo de negocio en el sector energético

En cuanto a los diferentes tipos de modelo de negocio digitales adoptados en la industria energética, el artículo de Cambridge titulado “Digitalisation and New Business Models in Energy Sector”³⁴ defiende que varían en función de cuatro dimensiones del modelo de negocio:

1. La propuesta de valor, es decir, la respuesta a la pregunta “¿qué se ofrece?” Refiriéndose a la forma en la que se tiene pensado crear valor a los clientes.
2. El público objetivo, especificando a quién se dirige el producto o servicio en cuestión.
3. La forma en la que se tiene pensado crear el servicio y distribuirlo, es decir, la creación y entrega de ese valor añadido.
4. El modelo de ingresos y cómo se pretenden captar dichos ingresos.

Este entorno de trabajo también es el que está definido en el artículo “Survey and Classification of Business Models for the Energy Transformation”³⁵, al cual lo nombran como BMFE (Business Model Framework for the Energy Transformation), y cabe destacar la gran similitud que tiene con el conocido “framework” de las 4Ps del marketing, el cual se expondrá brevemente más adelante.

Respecto al punto de creación y entrega del valor añadido, tal y como se defiende en el artículo “A Framework for Analyzing Software Business Models”³⁶, la creación de valor puede lograrse tanto a través del propio modelo de negocio como de los productos y servicios ofrecidos por la empresa, ya que, citando textualmente “parte del valor añadido en la industria del software reside en el producto o servicio en lugar de en un método específico de realizar transacciones”. De esta forma, para construir una propuesta de valor sostenible, el vendedor de software debe comprender el valor de uso del programa.

En cuanto al modelo de ingresos, se debe tener en cuenta que los productos de software no son perfectamente competitivos (Rajala, R. et al), significando que el precio

³⁴ (Küfeoğlu, Liu, Anaya, & Pollitt, 2019)

³⁵ (Giehl, Göcke, Grosse, Kochems, & Müller-Kirchenbauer, 2020)

³⁶ (Rajala, R., Rossi, M & Tuunainen, v., n.d.)

de softwares con las mismas características puede verse influido por la calidad, funcionalidad, características o precio de otro. Esto es debido a:

- La diferenciación de los distintos productos en los mercados de software, que suelen ser únicos.
- El coste marginal de producir y distribuir un software es bajo, pero no lo es el coste inicial de desarrollo, por lo que dificulta la competencia perfecta al no poder basarse únicamente en los costes marginales.
- Los efectos de red, los cuales hacen que a medida que aumenta el número de personas que usan una determinada herramienta, se crea una ventaja competitiva para la empresa propietaria de ella, dificultando así la entrada de nuevos competidores.
- La existencia de la propiedad intelectual y de patentes, que restringe la capacidad de otras empresas de copiar las mismas soluciones, limitando de esta forma la competencia.
- La información incompleta de los productos ofertados en el mercado dificulta también la comparación y elección del mejor producto existente.
- El alto coste inicial de desarrollo y la necesidad de los conocimientos técnicos suponen barreras de entrada al mercado.
- La posibilidad de monopolios naturales, debido a que una empresa es capaz de crear la mejor solución y mayor base de usuarios, desplazando así al resto de la competencia.

En relación a las ventas y el marketing de los modelos de negocio de softwares como producto (SaaS), tal y como afirma Peter McHugh en su libro “Making It Big in Software – aguide to success for software vendors with growth ambitions”³⁷, un precio bajo y un ciclo de ventas corto permiten a la empresa utilizar canales de venta de bajo coste, mientras que productos con una funcionalidad complicada y un gran impacto organizativo implican una mayor interacción con el cliente potencial, lo que aumenta el coste de las ventas. A su vez, factores primordiales para productos intensivos en información, como es el software, son los servicios esenciales que lo acompañan, como el servicio al cliente, sin los cuales el valor de uso y quizá incluso el valor de venta del

³⁷ (McHugh, 1999)

producto sería próximo a cero (si no incluso negativos); además del conocimiento y las aptitudes del equipo directivo (Rajala, R. et al, n.d.).

2.2.1 “A Framework for analyzing software business models”:

Uno de los principales “frameworks” encontrados es el diseñado en el artículo “A Framework for analyzing software business models”, citado anteriormente. En este artículo, además de tratarse aspectos internos del modelo de negocio, como los comentados anteriormente, se hace hincapié en que nos debemos de fijar también en el entorno del mercado, como son los competidores, las plataformas predominantes en el mercado, los aspectos legales y políticos, las políticas energéticas y climáticas... Los cuales influyen significativamente en los modelos de negocio de una empresa de software, y más aún en el sector energético, dado que las empresas del sector energético en proceso de digitalización son entidades estratégicas en la economía, y las mejoras de eficiencia energética que se producen con su participación forman parte de las políticas de desarrollo sostenible de Europa y del mundo. Por este motivo, la capacidad de actuar con rapidez y flexibilidad en un entorno turbulento y rápidamente cambiante adquiere una gran importancia.

Centrándonos en el “framework” de este artículo, los principales elementos del modelo empresarial conceptual son la estrategia de producto, la lógica de ingresos, el modelo de distribución, y los servicios e implantación; los cuales se explican a continuación:

- Estrategia de producto: Describe la propuesta central de productos y servicios de una empresa de software, que puede ofrecer desde productos individualizados a aquellos que son estándar.

De esta forma, los productos se pueden clasificar en cinco tipos: Productos o soluciones personalizables (las soluciones aportadas a los clientes a través de la plataforma SaaS usarían esta estrategia), productos en plataforma (en los que los clientes pueden acceder on-line a soluciones y productos de terceros, como sería uno de los métodos de venta propuestos para PVGRAdTM), producto básico uniforme, familia de productos modulares, y servicios en línea normalizados.

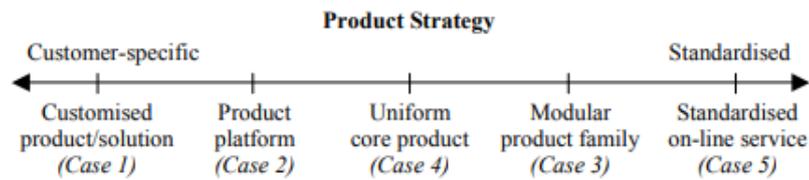
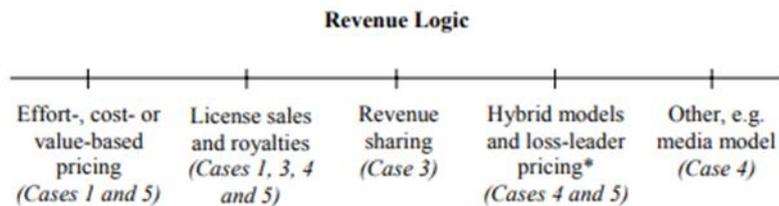


Ilustración 8: artículos de la categoría raíz "estrategia de producto". Fuente: (Rajala, R. et al, n.d.)

- Lógica de ingresos: describe las fuentes de ingresos y el modo en que un proveedor de software genera sus ingresos a partir de estas fuentes. Los enfoques para captar ingresos se pueden dividir en estas categorías: Precios basados en el esfuerzo, los costes o el valor (metodología de precios usada para los servicios de la plataforma SaaS), venta de licencias y royalties (en la que entraría el modelo de venta de licencias de PVGRAdTM), reparto de ingresos, modelos híbridos y precios líderes en pérdidas (con los que se busca ganar al inicio un aumento de clientes con los que luego obtener beneficio, o priorizar las ventas de un producto o servicio determinado); y otros. Además de la clasificación axial, incluimos la tabla realizada por el autor con ejemplos de casos de uso de cada una.



* Loss-leader pricing here means giving something for less than its value. This was identified in Case 4 to increase customer base for later revenue, and, in Case 5 to support sales of some other part of the product/service offering.

Ilustración 9: artículos de la categoría raíz "lógica de ingresos". Fuente: (Rajala, R. et al, n.d.)

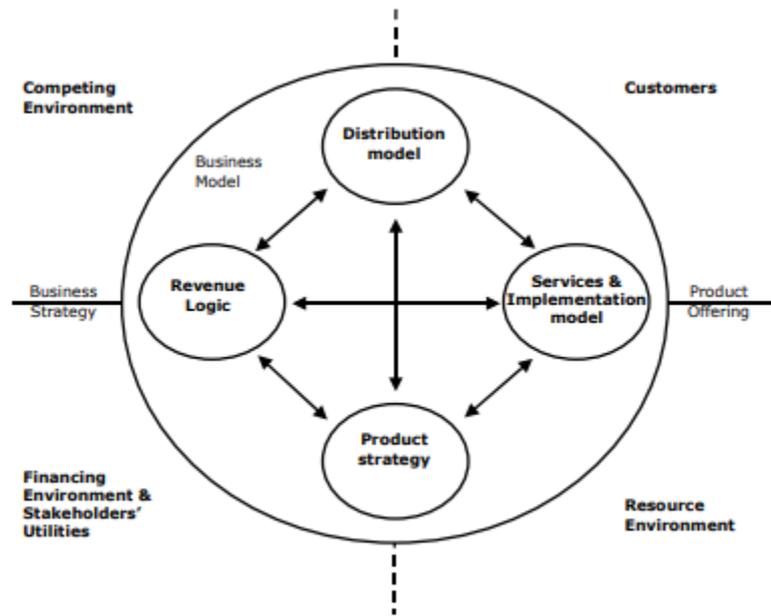


Ilustración 11: Esquema resumen del “framework” y la relación de los actores. Fuente: (Rajala, R. et al, n.d.)

2.2.2 Modelo de Negocio “Canvas”

El segundo “framework” encontrado más relevante, es el conocido como “Business Model Canvas” o Modelo de Negocio Canvas, el cual es una herramienta desarrollada por Alexander Osterwalder, con la que se analizan distintos aspectos clave, abarcando tanto internos como externos, para diseñar un modelo de negocio.

La gama de aspectos que analiza es:

1. Segmentos de clientes: identifica los diferentes grupos de personas u organizaciones que pueden beneficiarse de nuestro producto o servicio. Se pretende clasificarlos según características similares, para enfocarnos mejor en sus necesidades y facilitar la obtención de información geográfica y demográfica.
2. Propuesta de valor: se trata del producto/servicio creado, el cual supone una utilidad con valor para cada segmento de clientes definido anteriormente.
3. Canales de distribución: describe cómo la compañía pretende comunicarse para llegar a ese segmento de clientes, es decir, la estrategia de marketing utilizada, incluyendo la distribución.

4. Relaciones con clientes: qué tipos de relaciones se establecerán con los distintos segmentos de clientes, en términos de tiempo y dinero.
5. Flujos de ingresos: hace referencia a los beneficios que se esperan obtener a través del modelo de negocio, es decir, cómo se va a ganar dinero. También se pueden incluir otro tipo de beneficios, como sociales o medioambientales.
6. Recursos claves: a través de los puntos definidos anteriormente, se definen los recursos necesarios para poder desarrollar el trabajo en cuanto a personal, materiales necesarios, capital inicial...
7. Actividades claves: Se entienden por aquellas principales acciones que realizará la compañía para poner en práctica el proyecto.
8. Red de Asociados: Son las alianzas y red de proveedores, colaboradores y socios que colaborarán en el desarrollo del trabajo.
9. Costes económicos: Incluye todos los posibles costes derivados de la ejecución del proyecto, desde la publicidad hasta los salarios de los empleados.

La plantilla comúnmente usada para esta herramienta es la siguiente.

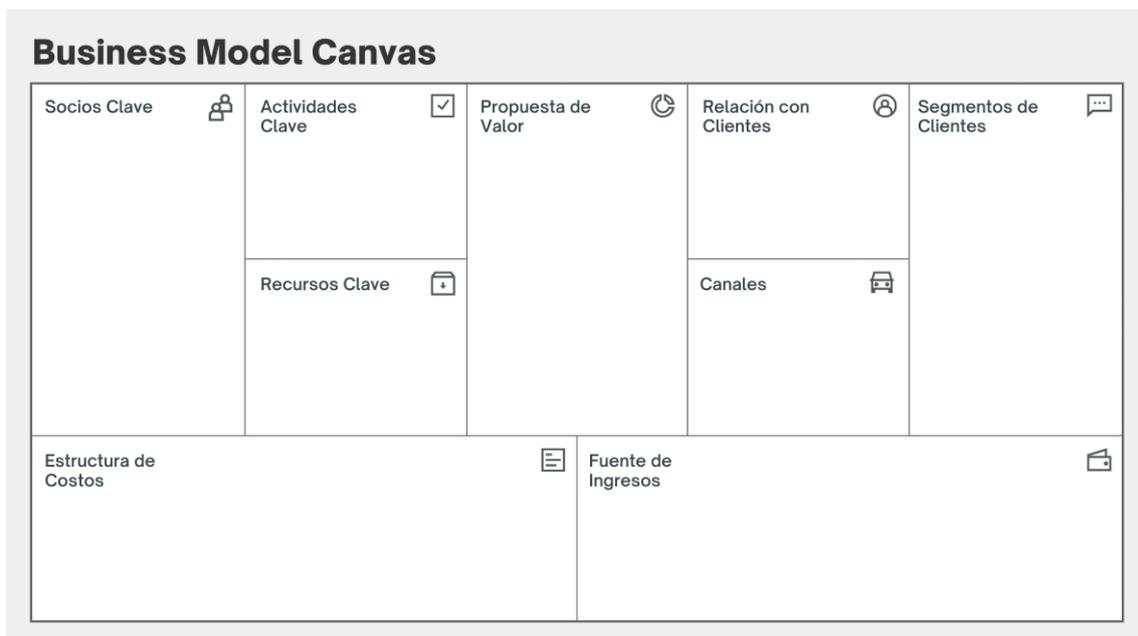


Ilustración 12: Plantilla del "Business Model Canvas". Fuente: Strategyzer³⁸

³⁸ (Strategyzer, n.d.)

Un ejemplo del uso de esta herramienta se muestra a continuación, en la cual se aplica al modelo de negocio de ZARA.

BUSINESS MODEL CANVAS - ZARA The Power MBA

<p>KEY PARTNERS</p> <p>Providers</p> <p>Holding company (Inditex)</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;">8</p>	<p>KEY ACTIVITIES</p> <p>Design Manufacturing Retail process (point of sale & 3rd party management) Distribution channels and logistics</p> <p>KEY RESOURCES</p> <p>Stock</p> <p>Large network of stores</p> <p>Strong brand Logistics and supply chain infrastructure</p>	<p>VALUE PROPOSITIONS</p> <p>Fashionable clothes</p> <p>Accessories</p> <p>Great eCommerce experience</p> <p>Flagship store experience</p> <p>Fast-fashion</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;">9</p>	<p>CUSTOMER RELATIONSHIPS</p> <p>Salesperson at store Brand through social media Sentimental attachment to clothing/accessories</p> <p>CHANNELS</p> <p>Direct store</p> <p>Online</p> <p>Social media</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;">2</p>	<p>CUSTOMER SEGMENTS</p> <p>Men</p> <p>Women</p> <p>Children</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;">1</p>
<p>COST</p> <p>Fixed (rent, payroll, etc.) Variables associated with sale of goods</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;">3</p>		<p>REVENUE STREAMS</p> <p>Sales of clothing and accessories</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;">5</p>		

Ilustración 13: Ejemplo de uso del Modelo "Canvas" con la empresa ZARA. Fuente: The Power Education³⁹

2.2.3 Otros "frameworks" relevantes

Otros marcos de trabajo interesantes a la hora de analizar un modelo de negocio son:

- Marco de las 4Ps del marketing:

Ya mencionado anteriormente, este "framework" hace referencia a cuatro aspectos importantes a la hora de posicionar un servicio o producto en el mercado, los cuales son:

- **Producto:** Definiendo qué producto se vende, a qué consumidores, cómo se diferencia, y cómo se relaciona con otros productos de la misma empresa.
- **Precio:** Definiendo el precio al que se venderá el producto, las comisiones de los vendedores, los posibles descuentos ofrecidos...

³⁹ (The Power Education, n.d.)

- Posicionamiento: Definiendo qué canales de distribución se usarán para hacer llegar el producto a los consumidores, los tipos de tienda, etc.
- Promoción: Que hace referencia a las estrategias de marketing usadas para hacer conocer el producto y aumentar el número de ventas.
- Cobertura de transacciones vs Individualización de los productos ofertados

Otro pequeño sistema de clasificación de los tipos de modelo de negocio de productos y servicios digitales es el ofrecido en el artículo “Digital business models and company growth opportunities in the energy market”⁴⁰, el cual defiende que un modelo de negocio se puede clasificar por la cobertura de transacciones, ofreciendo productos únicos o productos relacionados, y la personalización de la propuesta al cliente, dividiéndose en soluciones estándar (por lotes y automatizadas) o individualizadas.

Esta metodología de clasificación está muy relacionada con la de “estrategia de producto” presentada anteriormente en la metodología expuesta por el artículo “A Framework for analyzing software business models”.

A continuación, se presenta la plantilla ofrecida en el artículo:

Transaction Coverage - High	Platform Oriented Business Model	Solution Oriented Business Model
Transaction Coverage - Low	Product Oriented Business Model	Project Oriented Business Model
	Standardized level of offers customization	Individualized level of offers customization

Tabla 6: Tipos de Modelos de negocio digitales. " Transacciones vs Individualización de los productos ofertados".
Fuente: Kovalenko et al.

- Análisis DAFO (SWOT)

⁴⁰ (Kovalenko, B., Kovalenko, E., Yakovleva, T., 2021)

Por último, dado que a lo largo del capítulo los distintos artículos han dado importancia tanto a los factores internos como externos de la empresa para analizar correctamente un modelo de negocio, es relevante introducir el modelo de análisis DAFO o SWOT en inglés, a través del cual se analizan a alto nivel dichos aspectos. De esta forma, el modelo DAFO estudia como factores internos las fortalezas y debilidades del modelo de negocio, y como externos las oportunidades y amenazas. A continuación, se explican brevemente estos cuatro aspectos:

- **Fortalezas:** Hacen referencia a las iniciativas y características internas del modelo de negocio que suponen una ventaja competitiva frente a la competencia o una mejor propuesta de valor. Para detectar estas fortalezas, se puede responder a las preguntas ¿Qué es lo que se hace bien? ¿Qué hace que nuestra empresa sea especial? ¿Qué es lo que le gusta de nosotros al público objetivo?
- **Debilidades:** Se refieren a aquellas iniciativas y características que no funcionan correctamente, las cuales pueden acarrear connotaciones negativas de los clientes hacia la empresa, una ventaja de la competencia sobre nuestro modelo de negocio o una peor propuesta de valor frente a ellos. Preguntas que funcionan para detectar estas debilidades son, por ejemplo, ¿Qué iniciativas no funcionan bien y por qué? ¿Qué se podría mejorar? ¿Qué recursos podrían favorecer al rendimiento?
- **Oportunidades:** Las oportunidades son el resultado de analizar previamente las fortalezas y debilidades, así como cualquier iniciativa externa que pueda conllevar un posicionamiento en el mercado más competitivo y sólido. Maneras útiles de detectar estas oportunidades son respondiendo a las preguntas ¿Qué recursos podemos usar para mejorar las áreas en las que tenemos debilidades? ¿Hay brechas de mercado en nuestros servicios? ¿Qué metas nos hemos propuesto para este año?
- **Amenazas:** Se refieren a las áreas del modelo de negocio que pueden ser causa de problemas, pero por causas externas. Ejemplos de estas amenazas son eventos como la pandemia, nuevas legislaciones, etc, que están fuera del control de la empresa pero que son importantes de detectar para minimizar sus efectos. Para poder identificar estas amenazas, se puede dar respuesta a las preguntas ¿Qué

cambios en el sector son preocupantes? ¿Hay nuevas tendencias en el mercado?
¿En qué áreas nos supera la competencia?

La plantilla comúnmente usada para realizar el análisis DAFO se presenta a continuación.

ANÁLISIS FODA

	Positivos para alcanzar el objetivo	Negativos para alcanzar el objetivo
Origen Interno (atributos de la empresa)	F Fortalezas	D Debilidades
Origen Externo (atributos del ambiente)	O Oportunidades	A Amenazas

Tabla 7: Plantilla del análisis DAFO. Fuente: Mavink⁴¹

⁴¹ (Mavink, n.d.)

2.3 Conclusiones del apartado

Tras haber estudiado, a lo largo del apartado, la diferente bibliografía más relevante encontrada respecto al análisis y diseño de un modelo de negocio en el sector de la energía, se han encontrado numerosos “frameworks” muy útiles para la finalidad del proyecto, la cual, no olvidemos, es analizar la viabilidad de explotar económicamente la herramienta de PVGRAdTM, a través de un modelo de negocio de una plataforma SaaS o la venta de licencias.

Para poder realizar esta tarea de forma correcta, se ha concluido, tras este capítulo, que es primordial dejar claro el qué se ofrece, a quién se ofrece, cómo se pretende crear y entregar este valor añadido, y cómo se tiene pensado captar ingresos, determinando un modelo de ingresos específico. Respecto a este último punto, se ha determinado que es de vital importancia escoger la estrategia de marketing correcta, dado que un precio bajo y un ciclo de ventas corto permiten a la empresa utilizar canales de venta de bajo coste, mientras que productos con una funcionalidad complicada y un gran impacto organizativo implican una mayor interacción con el cliente potencial, lo que aumenta el coste de las ventas.

A su vez, además de analizar los aspectos internos de la empresa, entre los que también se han destacado el modelo de costes operativos y la importancia del personal, se ha determinado que es igual de importante analizar los aspectos externos del modelo de negocio, más aún en el sector energético, donde las políticas energéticas y climáticas marcan la hoja de ruta del sector. De esta forma, en cuanto al entorno del mercado, se ha concluido que se debe de analizar a la competencia, sus precios, sus cuotas de mercado, y las barreras de entrada al propio mercado. Para poder realizar un análisis a alto nivel sobre los aspectos internos y externos del modelo de negocio, se ha demostrado que el análisis DAFO es de gran ayuda.

Como conclusión final, cabe mencionar que, tal y como se afirma en el artículo “A framework for analyzing software business models”, un buen modelo de negocio es aquel que interconecta una inversión rentable para los propietarios, un buen servicio para los clientes, una organización y ambiente de trabajo gratificante y favorable para los empleados, y una estrategia empresarial competitiva frente a los competidores.

Capítulo 3: Desarrollo del Modelo de Negocio para PVGRAdTM

Tras el análisis de los distintos modelos de negocio ofrecidos por el estado del arte en el sector energético, a lo largo de este capítulo se utilizarán los “insides” y plantillas más relevantes para realizar un diseño de modelo de negocio lo más exhaustivo posible. De esta forma, tal y como se ha concluido en el anterior capítulo, es indispensable dejar claro el qué se ofrece, a quién se ofrece, cómo se pretende crear y entregar el valor añadido ofrecido por PVGRAdTM, qué modelo de ingresos se planea utilizar y la estrategia de marketing para poder captar dichos ingresos. Incluidos entre los aspectos internos del modelo de negocio, se analizarán los costes operativos en los que se incurriría al llevar a cabo el modelo de negocio, concretando el personal necesario y los servicios complementarios necesarios para el correcto funcionamiento del negocio, así como la estrategia de precios.

Respecto a los aspectos externos del modelo de negocio, es importante comentar brevemente, como ya se ha hecho anteriormente, los posibles riesgos a los que se enfrenta la capacidad instalada prevista en el PNIEC por el entorno del sector, así como la hoja de ruta marcada por las distintas políticas energéticas (ya comentado en la introducción), además del análisis de la competencia, sus precios, sus cuotas de mercado, y las barreras de entrada al propio mercado.

De esta forma, para analizar todos estos aspectos, y así alcanzar la finalidad del proyecto de estudiar la viabilidad de explotar económicamente la herramienta de PVGRAdTM, a través de un modelo de negocio de una plataforma SaaS o la venta de licencias, la hoja de ruta a seguir a lo largo del capítulo será primero hacer un análisis del mercado de softwares de diseño de plantas fotovoltaicas, detectando los principales competidores, la propuesta de valor de cada uno de ellos, sus métodos de venta, precios ofertados... y poder clasificarlos según dichas características.

Seguidamente, con las características conocidas de PVGRAdTM, se pretende primero realizar un análisis a través del modelo Canvas, diferenciando el modelo de plataforma SaaS y venta de licencias cuando sea necesario, para dar respuesta a las preguntas ¿qué se vende?, ¿a quién se vende?, ¿cómo se va a vender la propuesta de valor?, así como

determinar las fuentes de ingresos y gastos de ambos modelos de negocio propuestos para PVGRAd™.

Habiendo realizado ambos análisis preliminares del entorno interno y externo del modelo de negocio, se procederá a realizar un análisis DAFO, o uno para el modelo de la plataforma SaaS y otro para la venta de licencias, según sea necesario, con los que unificar dichos análisis en el mismo “framework” y ayudarnos a poder posicionar nuestra herramienta en el mercado, en comparación con la competencia.

Tras todos estos estudios, se estimarán los GW instalados anualmente en España hasta 2030, haciendo uso de las estimaciones y objetivos del PNIEC, a continuación, se pronosticarán los proyectos que se conectarán a la red en dichos años a través de los GW calculados y datos históricos, obteniendo así la cuota total del mercado al que se aspira.

Conociendo la cuota de mercado, se presentará la estrategia de marketing decidida para poder llegar al máximo número de clientes potenciales, la plantilla de trabajadores necesaria para operar el negocio, así como los activos fijos y equipos necesarios. Seguidamente, se presentará el modelo financiero diseñado, en el cual se relaciona la inversión en marketing, la estrategia de precios y la cuota de mercado estimada.

Por último, la potencial cuota de mercado abarcada ofrece el número de proyectos a los que se le dará servicio a través de la plataforma SaaS o la venta de licencias, lo cual, junto a los salarios de los empleados y las horas necesarias de trabajo, nos ofrecerán los últimos datos necesarios para calcular los gastos totales de operación del negocio, así como la estimación anual de ingresos, pudiendo pronosticar desde 2024 a 2030 la cuenta de resultados de ambos modelos de negocio propuestos, compararlos y llegar a conclusiones finales.

3.1 Modelo Canvas para PVGRAd™

En este apartado, se pretende esclarecer los modelos de negocio planteados para poder explotar la herramienta PVGRAd™ a través de un modelo Canvas, en el cual se diferenciará, cuando sea necesario, el modelo de plataforma SaaS frente a la venta de licencias. La forma de proceder es que se explicarán para el caso de uso cada uno de los 9 aspectos estudiados en el Canvas y, finalmente, se facilitará la plantilla del modelo con la información expuesta recogida.

1. Segmentos de Clientes:

Entre el público objetivo al que está dirigida tanto (a) La plataforma SaaS como (b) la venta de licencias del software de PVGRAd™, se distinguen los siguientes segmentos de clientes:

- *Desarrolladores de proyectos:* Los desarrolladores de nuevos proyectos de construcción de plantas fotovoltaicas, responsables de todas las etapas de planificación, desarrollo, financiación, construcción y, en ocasiones, la operación de la planta. Entre sus actividades están la identificación de oportunidades y selección del terreno, los estudios de viabilidad del proyecto, su diseño y planificación, búsqueda de financiación, gestión de permisos y licencias, contratación y construcción, conexión a la red y puesta en marcha, y la operación y mantenimiento de las plantas.
- *Empresas EPECistas:* Los EPECistas, que son empresas del sector energético contratadas por los desarrolladores, y encargadas de la ingeniería, la adquisición de equipos y materiales, y la construcción en los proyectos fotovoltaicos.
- *Empresas de consultoría e ingeniería:* Contratadas por los desarrolladores u otros clientes para verificar que el diseño propuesto es el mejor posible.
- *Entidades financieras:* Como son bancos y fondos de inversión, encargados de realizar Due Diligences técnicas.

De esta forma, se ha definido y respondido a la pregunta ¿a quién está dirigido?

2. Propuesta de Valor:

Las propuestas de valor ofrecidas para cada segmento de clientes son:

- *Desarrolladores de proyectos:* Para los cuales se realiza un análisis del movimiento de tierras para los proyectos en las etapas preliminares al diseño, optimizando el trazado de las plantas fotovoltaicas para disminuir el coste de construcción y aumentar su rentabilidad económica. También se analizan los tipos de seguidores a utilizar, el LCOE resultante y el impacto ambiental que tendría el proyecto, así como un diseño de acero optimizado preliminar. Todo ello para proporcionar una estimación de costes a los desarrolladores del proyecto antes de pedir las licencias oportunas.
- *Empresas EPECistas:* Previo a la fase de licitación, se les ofrece el volumen del movimiento de tierras y coste de construcción mínimos de forma ágil, gracias al proceso automático de optimización. Haciendo posible que reduzcan sus riesgos a la hora de hacer su oferta en las subastas. Durante la fase de construcción del proyecto se les proporcionan los modelos digitales de la planta, incluyendo tolerancias de construcción, las superficies 3D para niveladoras controladas por GPS, los listados de coordenadas georreferenciadas para la instalación automática de pilotes de seguimiento, así como las tablas de aprovisionamiento de los pilotes, ordenados por familias para la optimización logística. De esta forma, se les ofrece la optimización tanto logística como a nivel constructivo.
- *Empresas de consultoría e ingeniería:* A este tipo de clientes se les ofrece los diseños realizados a través de PVGRAd™, para incluirlos en su documentación de obra y como garantía de que el diseño propuesto a sus respectivos clientes es el mejor posible.
- *Entidades financieras:* Se les acompaña en las tareas de Due Diligence técnicas, analizando la viabilidad económica de los proyectos todavía no llevados a cabo y estimando su CAPEX asociado, limitando así los riesgos financieros.

Estas propuestas de valor se les ofrece a todos los segmentos tanto a través del modelo de plataforma SaaS, proveyéndoles de los resultados numéricos y de diseño fruto del software, así como con el software en sí, dado que tendrán la herramienta indicada para obtener dichos resultados. La diferencia entre ambos modelos recae en el hecho de poseer o no la herramienta, significando que el modelo de negocio (b) de venta de licencias provee a estos segmentos de cliente una propuesta de valor adicional, que es la posibilidad de uso de la herramienta en tantos proyectos como se desee.

Para las empresas de consultoría y entidades financieras, se defiende (b) la venta de licencias por la posibilidad de que dichas organizaciones tengan un departamento especializado en este sector, por lo que tendría sentido la compra de una licencia de las características de PVGRAd™, debido a la volumetría de proyectos, realizando los cálculos y uso de la herramienta ellos mismos. De la misma forma, si se tratan de proyectos puntuales, o no les es factible o rentable tener un equipo especializado y técnicamente preparados para usar la herramienta, a través de (a) la plataforma SaaS se les ofrecerían estos servicios.

Con la determinación de las propuestas de valor, se ha respondido a la pregunta ¿el qué se ofrece?

3. Canales de venta:

Este aspecto del modelo Canvas recoge la estrategia de marketing que se pretende seguir para poder llegar a estos segmentos de clientes y que, de esta forma, conozcan las propuestas de valor ofrecidas.

Dado que todos los segmentos de clientes comentados, en mayor o menor medida, forman parte y están relacionados con el sector de la energía, los principales canales de pago para dar a conocer ambos modelos de negocio (a) y (b) serán:

- Webinars
- Artículos de prensa
- Eventos de la industria (como puede ser DistribuTECH, European Utility Week, Solar Power International, PowerGen International...)
- Conferencias

Además, como métodos publicitarios gratuitos se puede hacer uso de:

- Distintas redes sociales: sobre todo LinkedIn, X (Twitter), Facebook, Reddit, Pinterest o YouTube
- Marketing por email.

De esta forma, desde nuestro punto de vista, dado el carácter técnico de ambos modelos de negocio y el sector en cuestión, a través de estos métodos publicitarios se pueden dar a conocer ampliamente.

4. Relaciones con clientes:

En este apartado sí que es necesario analizar cada modelo de negocio por separado, debido a que la relación con los clientes en cada uno es totalmente diferente.

- (a) **Plataforma SaaS:** La relación con el cliente será principalmente a través de la plataforma, en la cual, el cliente proporcionará a nuestros ingenieros los planos y datos cartográficos del terreno en el que se está estudiando o se pretende construir la nueva planta fotovoltaica, así como cualquier tipo de característica individual que requiera el diseño final de la planta y movimiento de tierra asociado. Esta será la única forma de relación entre el modelo de negocio y el cliente, al menos para el MVP (Minimum Viable Product o Producto Mínimo Viable).
- (b) **Venta de Licencias:** Este modelo de negocio tendrá dos métodos de relación directa con el cliente.
Por un lado, se dará la posibilidad de organizar Webinars didácticos, o reuniones informativas, enfocados en enseñar a los clientes cómo funciona la herramienta. Por otro lado, se creará un servicio al cliente con asistencia personalizada, vía chat y teléfono, para resolver dudas tanto de descarga del software como de funcionamiento y uso del mismo, y recibir feedback.

5. Fuentes de Ingresos:

De la misma forma que para las relaciones con los clientes, las fuentes de ingreso serán diferentes para cada modelo de negocio.

- (a) **Plataforma SaaS:** El modelo de ingresos planteado para este modelo de negocio es un pago individual por proyecto, cuyo precio dependerá de los MW de la planta diseñada y, en consecuencia, de las horas de ingeniería dedicadas a él. De esta forma, aunque el método de pago es por proyecto, verdaderamente se oferta el precio por hora de ingeniería dedicada a él, como ya se explicará en el apartado de ingresos del modelo financiero.
- (b) **Venta de Licencias:** El método de ingresos de este modelo de negocio será una tarifa anual por licencia.

6. Recursos Clave:

En este aspecto del modelo Canvas se recogen los activos más importantes para ambos modelos de negocio. Común a ambos modelos son:

- El software PVGRAdTM, el cual se considera ya desarrollado
- Equipo de marketing
- Los dispositivos digitales como ordenadores y el servicio a internet, indispensables para llevar a cabo su trabajo.
- Tecnologías de pago (Stripe o Paypal).
- Sistema de control de acceso, que utiliza mecanismos como claves de licencia para proteger contra el uso no autorizado o tecnologías de autenticación (Auth0).
- Un sistema de gestión de relación con los clientes (Salesforce).

Otros activos importantes, específicos para cada modelo de negocio son:

(a) Plataforma SaaS:

Para este modelo de negocio específico, se necesitará:

- Una base de datos (como SQL).
- Tecnologías y herramientas para el diseño del front-end y del back-end.
- Infraestructura y apoyo de plataformas en la nube (como AWS).
- El equipo de ingenieros encargados de utilizar la herramienta para ofrecer las soluciones.

(b) Venta de Licencias:

Este modelo de negocio requiere de:

- Un sistema de gestión de licencias que permita activarlas, desactivarlas y gestionarlas, junto con el servidor.
- Web para la descarga directa del software.
- Sistema de soporte, a través de sistema de tickets para gestionar consultas y problemas con los usuarios.
- El equipo de servicio al cliente.

7. Actividades Clave:

La acción común más importante para ambos modelos de negocio es el marketing y las ventas, con las que se busca la promoción del producto (b) y servicio (a), con la

estrategia de marketing definida, y la captación de nuevos clientes. El primer año que el negocio esté operativo, también serán de vital importancia las sesiones de formación ofrecidas a cada equipo técnico (equipo de ingenieros (a) y equipo de servicio al cliente (b)).

Individualmente, existen otras acciones importantes:

(a) Plataforma SaaS:

- El correcto diseño individual de cada proyecto, haciendo uso de las soluciones proporcionadas por la herramienta.
- Una logística de distribución de proyectos óptima entre el equipo de ingenieros, que sea eficiente en tiempos sin descuidar la calidad y profundidad de los diseños.
- Diseño de la interfaz con el usuario y la arquitectura del software, incluyendo front-end y back-end. En definitiva, la construcción y mantenimiento de la plataforma SaaS.
- Antes de estar operativos se deben de realizar las pruebas pertinentes (pruebas unitarias, integradas, de usabilidad y de seguridad)

(b) Venta de licencias:

Para este modelo de negocio es primordial:

- Ofrecer un servicio al cliente que sea eficiente, con soluciones rápidas a la diversidad de problemas planteadas por los clientes.
- Cursos de formación, tal y como se ha comentado, en los que no solamente se traten temas técnicos, sino habilidades sociales para comunicar de forma clara los mensajes al cliente, empatizar con él y entender su posible frustración, así como practicar la paciencia y ser correcto en todo momento, ya que cualquier desviación de esta forma de actuar puede derivar en mala publicidad para el negocio y pérdida de clientes.
- Una logística de reparto de clientes, tickets y llamadas al servicio que sea óptima y eficiente, pudiendo dar respuesta a la totalidad de preguntas, en el mínimo tiempo y con el mínimo tiempo de espera posible.

8. Socios Clave:

Los socios clave comunes para ambos modelos de negocio son:

- Los organizadores de conferencias, a través de las cuales poder dar a conocer ambos modelos de negocio.
- Editoriales de revistas científicas y del sector de la energía, en las cuales poder publicar artículos técnicos sobre las soluciones que ofrecen nuestros modelos de negocio.
- Portales, blogs y páginas web relevantes en el sector, con los que estar en contacto con un fin publicitario.
- Organizadores de eventos del sector, con los que contactar para intentar conseguir “stands” en las ferias y convenciones organizadas.
- Empresas de ingeniería especializadas en el diseño y construcción de plantas fotovoltaicas, así como grandes empresas constructoras, con las que poder colaborar al inicio para enseñar nuestro producto y hacerlo conocido en el sector.
- Consultoras en Energía Renovable: además de ser un segmento de clientes, se podría tener un partnership para que recomienden nuestra herramienta a sus clientes.
- Un proveedor de tecnologías de autenticación, como Auth0, y de control de acceso.
- Un proveedor de tecnologías de pago (Stripe o Paypal).
- Proveedor de un sistema de gestión de relación con los clientes (Ejemplo: Salesforce).

Otros socios clave individuales de cada modelo de negocio son:

(a) Plataforma SaaS:

- Diseñadores de plataformas SaaS a los que subcontratar para la creación de la plataforma.
- Proveedor de una base de datos (Ejemplo: SQL).
- Un proveedor de infraestructura y apoyo de plataformas en la nube, como AWS.

(b) Venta de licencias:

- Relación con cursos de habilidades personales para el servicio al cliente

- Diseñadores de páginas web, a los que contratar, con capacidad de descarga de softwares, así como para la integración del servidor de licencias, el sistema de control de acceso, y el sistema de soporte.
- Proveedor de un sistema de gestión de licencias.
- Proveedor de un sistema de soporte para los problemas con los usuarios.

9. Estructura de Costes:

La estructura de costes de ambos modelos de negocio, al igual que para otros aspectos del modelo Canvas, tiene características comunes para ambos y otras que son individuales.

Costes comunes para (a) y (b):

- Costes de marketing y publicidad
- Costes de personal: equipo de marketing.
- Costes operativos, como son los dispositivos de trabajo como ordenadores, el servicio a internet, el alquiler de las oficinas, la factura de la luz...
- Costes de training el primer año, para formar a los distintos equipos de ingenieros (a) y servicio al cliente (b).

Los costes individuales para cada modelo de negocio son:

(a) Plataforma SaaS:

- Se debe de sumar al coste de personal el coste del equipo de ingenieros.
- Coste de diseño de la plataforma SaaS.
- Costes operativos asociados a la plataforma SaaS: el servicio contratado de base de datos, la infraestructura en la nube, la tecnología de autenticación, el sistema de pago y el sistema de gestión de relación con los clientes.

(b) Venta de licencias:

- Se debe de sumar al coste de personal el del equipo de servicio al cliente.
- Coste de diseño de la página web de descarga.
- Costes operativos de la plataforma de descarga y uso de las licencias, que incluye el coste del sistema de gestión de licencias, el sistema de control de acceso, y el sistema de soporte para los problemas con los usuarios.

Para poder tener un análisis del modelo Canvas más conciso y visual, se incluye la plantilla del Canvas para este caso de uso en el Anexo A.

3.2 Estudio de la competencia de softwares de diseño de plantas fotovoltaicas

Tal y como se ha anticipado, en esta parte del capítulo se pretende identificar a los principales competidores de PVGRAdTM, definiendo el qué vende cada uno de ellos (software o servicio), su metodología de ingresos (cuota mensual, anual, por proyectos...), su precio, el tamaño de la plantilla, su financiación, sus ingresos y licencias vendidas, la propuesta de valor y características de su producto o servicio... En definitiva, se presenta toda la información pública que esté disponible.

Como se ha determinado en el modelo Canvas anterior, la propuesta de valor de PVGRAdTM, tanto en el modelo de negocio de la plataforma SaaS como en el de la venta de licencias, es proporcionar a los desarrolladores de proyectos, empresas EPECistas, empresas de consultoría e ingeniería y entidades financieras:

- Los análisis y resultados de optimización del movimiento de tierras
- Los modelos digitales de la planta con tolerancias de construcción, superficies 3D y listados de coordenadas para la instalación de pilotes de seguimiento
- El estudio de los seguidores a utilizar, el LCOE resultante y el impacto ambiental
- El diseño de acero optimizado y estimación de costes

Resultado de las soluciones ofrecidas por el software.

De esta forma, toda solución software que ofrezca a estos segmentos de clientes soluciones parecidas en la etapa de diseño y construcción de las plantas fotovoltaicas serán competencia de nuestros modelos de negocio, tanto para la plataforma SaaS como para la venta de licencias.

Entre los principales competidores directos, destacan: PVcase, PVComplete, RatedPower y SUNDat. Los cuales se analizan a continuación.

- PVcase:

Tal y como explican en su página web⁴², se trata de un software de diseño eléctrico y trazados solares automatizados, con el cual también se ofrece a sus clientes la

⁴² (PVcase, n.d.)

optimización de problemas de sombreado, el análisis de pendiente, es decir, la identificación del ángulo de inclinación óptimo para las placas en terrenos irregulares, así como las estimaciones de coste (CAPEX) del proyecto, y el análisis de pilotaje, colisión y clasificación, aunque éste es muy rudimentario. A su vez, sus soluciones ofrecen el cableado topográfico automatizado en 3D y el análisis automático de secciones transversales. Cabe destacar que es compatible con AutoCAD y Civil 3D, y no incluye un análisis estructural.

El método de ingresos utilizado es la suscripción mensual de los usuarios, con un coste anual de 12.999\$/año ($\approx 1.083\$/mes$)⁴³, con la cual tienen acceso a la herramienta de software.

Cabe destacar que PVcase adquirió la empresa AndersonOptimization⁴⁴, la cual es una plataforma SIG para la localización, análisis y selección de emplazamientos, estudio de inyección y análisis de terreno, y se han encargado de llevar esta tecnología a España, Alemania y UK, además de USA, donde ya operaban. Esta adquisición supone una gran ventaja competitiva para PVcase, dado que, a través de AndersonOptimization, posee información de los emplazamientos que desee sin tener que subcontratar estudios cartográficos, incluyendo entre sus datos todas las características del terreno seleccionado, como por ejemplo si se trata de un terreno protegido y otras implicaciones legales, a través de los cuales se acota rápidamente el diseño de las plantas y su viabilidad.

A su vez, algunos datos relevantes de PVcase como empresa es que cuenta con 281 empleados y una financiación total de cerca de 125M\$⁴⁵.

- PVComplete:

Tal y como se definen en su página web⁴⁶, se trata de un software intuitivo para el desarrollo e ingeniería fotovoltaica a escala residencial, comercial y de servicios públicos, que ofrece a sus clientes trazados solares automatizados y el diseño eléctrico, la posibilidad de determinar el ángulo de los bloques de seguimiento óptimo, y el análisis topográfico a través de datos USGS, de Google Earth o personales,

⁴³ (Autodesk, n.d.)

⁴⁴ (Anderson Optimization, n.d.)

⁴⁵ (PitchBook, n.d.)

⁴⁶ (PVComplete, n.d.)

identificando así las zonas no aprovechables y estudiando la viabilidad del emplazamiento antes de la construcción de la planta. A su vez, ofrece un modelo de rendimiento energético PVWATTS (NREL) con datos de producción horaria, y comparaciones en paralelo en función de los rendimientos estimados para la planta fotovoltaica. Esta herramienta es compatible con la plataforma AutoCAD Plug-In y PVSyst, pero carece de análisis de nivelación de terrenos y análisis estructural.

PVComplete ofrece una variada gama de productos, cada uno de los cuales especializados en mayor o menor medida en las soluciones comentadas, los cuales tiene también distintos precios, y son⁴⁷:

- PVSketch Mega: Se trata de una solución web con un precio de 300\$/mes (3600\$/año).
- PVCAD Mega: Se necesita una licencia de AutoCAD para su uso y tiene un precio de 245\$/mes (2940\$/año).
- PVCAD Mega + AutoCAD: incluye la licencia de AutoCAD en el plan de pago, con un precio de 330\$/mes (3960\$/año).

A su vez, algunos datos relevantes de PVComplete como empresa es que cuentan con 14 empleados (Datos de 2023 Q3), una financiación total de cerca de 2,4M\$, y unos ingresos anuales de cerca de 3.610.000\$ (Datos de 2023 Q3)⁴⁸.

- RatedPower:

El software ofrecido por RatedPower, tal y como explican en su página web⁴⁹, ofrece a sus clientes un diseño automatizado y optimizado de plantas fotovoltaicas en todas sus fases, incluido el movimiento de tierras necesario. Entre sus propuestas de valor incluye también un modelo energético de planificación solar muy bien valorado, el cual tiene en cuenta el uso de baterías, un análisis de rendimiento energético y de LCOE, y el diseño automático de subestaciones. Cabe mencionar que no incluye un análisis de clasificación ni un análisis estructural, y que los servicios del software se ofrecen a través de una aplicación web.

⁴⁷ (PVComplete, n.d.)

⁴⁸ (Kona Equity, n.d.)

⁴⁹ (Rated Power, n.d.)

En cuanto al input de datos, utiliza Google Earth para la topografía, NASA SSE y PVGIS 5 para los datos meteorológicos y de horizonte, y MODIS para perfiles de albedo.

RatedPower ofrece tres diferentes planes de uso⁵⁰:

- El esencial: Que incluye el análisis de 10 proyectos completos, diseños ilimitados, soporte por email y usuarios ilimitados.
- El profesional: Incluye el análisis de 50 proyectos completos, diseños ilimitados, usuarios ilimitados, soporte básico y una sesión de incorporación (“training”).
- El de empresa: Incluye el análisis de proyectos completos ilimitados, diseños ilimitados, soporte prioritario, una sesión de incorporación (“training”), la asignación de un responsable de cliente, y acceso a SAML con la identidad corporativa.

Es relevante comentar que la compañía RatedPower ha sido comprada recientemente por Enverus, empresa estadounidense, por un valor de 60M€⁵¹. Se conoce también que el número de empleados de RatedPower es de alrededor de 130⁵².

- SUNDat:

Se trata de un software que ofrece sus servicios a través de una aplicación web. Entre sus propuestas de valor, explicadas en su página web⁵³, destaca la disposición automatizada de módulos, el análisis del terreno, marcando aquellas zonas que deben de ser niveladas o que superan cierta tolerancia, ajustando el trazado en función de dichas limitaciones, y buscando la maximización del uso del espacio, colocando de forma automática caminos y pasillos. El software SUNDat también incluye la modelización energética, proporcionando estimaciones de producción, rendimiento y resultados económicos. Las características del software hacen posible incorporar fácilmente seguidores solares de FTC (empresa propietaria del software SUNDat) al diseño.

En cuanto al modelo de ingresos de este software, hay dos planes posibles⁵⁴:

⁵⁰ (Rated Power, n.d.)

⁵¹ (El Referente, 2023)

⁵² (PitchBook, n.d.)

⁵³ (FTC Solar, n.d.)

⁵⁴ (FTC Solar, n.d.)

- Plan gratuito: El cual ofrece un número limitado de simulaciones, documentos y proyectos.
- Plan premium: Puede ser por tarifa mensual de 200\$/mes o tarifa anual de 2000\$/año, y ofrece simulaciones, documentos y proyectos ilimitados.

Las características conjuntas de PVGRAd™ y sus principales competidores se muestran en la siguiente tabla:

Propuestas de Valor	Softwares				
	PVGRAd™	PVcase	PVComplete	RatedPower	SUNDat
Análisis de movimiento de tierras	✓	X	X	✓	✓
Optimización del trazado de las plantas	✓	✓	✓	✓	✓
Análisis de seguidores	✓	✓	X	X	✓
LCOE resultante	✓	✓	✓	✓	✓
Análisis de impacto ambiental	✓	X	X	X	X
Diseño de acero optimizado	✓	✓	X	X	X
Estimación de costes y CAPEX	✓	✓	X	X	✓
Tabla de aprovisionamiento de pilotes	✓	✓	X	X	X
Georreferencia de pilotes	✓	✓	X	X	X
Optimización problemas de sombreado	X	✓	✓	✓	X
Optimización del ángulo de inclinación	✓	✓	✓	✓	X
Modelo digital de la planta y 3D	✓	✓	X	X	X
Compatibilidad con AutoCAD / Civil 3D	X	✓	✓	X	X
Incorporación de plataforma SIG	X	✓	✓	X	X
Diseño a nivel residencial	X	X	✓	X	X
Modelo de rendimiento energético con datos horarios	X	X	✓	✓	✓
Incluye en su modelo de rendimiento energético el uso de baterías, planificador solar y diseño de subestaciones	X	X	X	✓	X

Tabla 8: Propuestas de valor de cada Software de diseño de plantas fotovoltaicas. Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Análisis DAFO

En este pequeño apartado, tras haber estudiado a la competencia existente en el mercado, analizaremos brevemente las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades tanto del software en sí como de los modelos de negocio.

Modelo de Negocio de la Plataforma SaaS:

- Fortalezas: El modelo SaaS ofrece ingresos recurrentes en función de las plantas fotovoltaicas que se llevan a cabo en España, lo cual es una buena noticia al ser una fuente de energía que está al alza y aumentando considerablemente en el mix energético del país. Otra fortaleza es que, llevando a cabo este modelo de negocio, la propiedad intelectual del software se queda dentro de la empresa, además de ser muy fácilmente escalable, un mayor número de clientes se traduciría simplemente en mayores propuestas de proyectos y más horas de trabajo, pero no requiere ninguna inversión técnica adicional.
- Debilidades: Las principales debilidades detectadas para este modelo de negocio son el coste de la infraestructura, debido a la inversión en servidores, almacenamiento en la nube, medidas de seguridad, desarrollo de la plataforma... A su vez, es necesario un mantenimiento continuo de la plataforma, asegurando su disponibilidad y seguridad.
- Oportunidades: El modelo SaaS tiende a fidelizar a los clientes, ya que les resulta más fácil continuar usando el servicio que migrar a otra solución, es fácilmente escalable a nivel global, ya que los inputs necesarios para diseñar plantas en otros países son los mismos, es decir, datos cartográficos. Además, otro punto positivo es que las mejoras se pueden realizar de manera interna, sin que el cliente tenga que gestionarlas
- Amenazas: Posibles ataques cibernéticos, lo cual conllevaría tener la plataforma inoperativa y cesar temporalmente la actividad, por lo que no se debe de escatimar en la inversión seguridad. A su vez, este modelo de negocio implica una dependencia continua del proveedor del servicio en la nube, por lo que cualquier problema que tengan, que se escapen a nuestro control, también afectaría. Por último, algunos clientes pueden preferir software tradicional, resistiéndose a adoptar un modelo SaaS.

Modelo de Negocio de venta de licencias:

- Fortalezas: Algunos aspectos positivos de este modelo de negocio son que proporciona un flujo de ingresos inmediato y predecible por cada venta realizada, al ser la venta de un producto, aunque luego se tenga que gestionar y ofrecer una cobertura de ayuda a los usuarios, es fácil de implementar al ser los clientes los que instalan el software en sus propios sistemas, reduciendo la carga

de infraestructura de la empresa, además, el hecho de que la venta de licencias sea un modelo de negocio bien entendido y aceptado en la industria es de gran ayuda.

- Debilidades: Necesidad de proporcionar actualizaciones regulares y soporte técnico, aumentando los costes y complejidad del modelo de negocio. Una gran debilidad, muy común en productos tecnológicos, es el riesgo de que el software sea pirateado, lo cual implicaría una drástica disminución del número de clientes si el plagio es conocido y no se para a tiempo. A su vez, la venta de licencias es totalmente dependiente de la capacidad técnica del cliente para implementarlo y mantenerlo, por lo que el público objetivo es verdaderamente un nicho de mercado.
- Oportunidades: Este modelo de negocio también es fácilmente escalable, y si se hace suficientemente conocido y utilizado en el sector, no debería de tener grandes barreras de entrada en otros países. Además, se podría estudiar el desarrollo de versiones premium para ampliar la gama de clientes y generar mayores ingresos, así como establecer alianzas con otras empresas para integrar el software en sus servicios o productos, tales como empresas de servicios GIS, que nos puedan facilitar de manera inmediata información cartográfica.
- Amenazas: Una gran competencia en el mercado, la posibilidad de que el software se quede obsoleto si no se actualiza con nuevas tecnologías y se sigue desarrollando, y la alta volatilidad de los ingresos en función de las alternativas que encuentra el cliente, con las que hay pocas diferencias.

3.3 Modelo de estimación del mercado objetivo

El objetivo de este apartado es estimar el número de proyectos fotovoltaicos, plantas solares en suelo, que se van a diseñar anualmente desde el año en curso (2024) hasta 2030. De esta forma, se obtendrá directamente el mercado objetivo al que opta el modelo de negocio de la plataforma SaaS, al ser su modelo de ingreso un precio por proyecto diseñado y analizado con PVGRAdTM.

Para obtener el mercado objetivo total del modelo de negocio de venta de licencias se debe de hacer un análisis adicional, y correlacionar el número de nuevas plantas a diseñar con el número de nuevas licencias que se van a vender.

Los pasos a seguir para realizar estas estimaciones son:

- Estimar el número de GWs que se van a instalar a la red desde 2024 hasta 2030, haciendo uso de las previsiones del PNIEC de 2023.
- Estimar el número de plantas fotovoltaicas que se van a construir para poder incluir en el mix de generación los GWs estimados anualmente por el PNIEC, a este número plantas a construir se le sumará un porcentaje de plantas que son diseñadas anualmente pero que finalmente no salen adelante, teniendo así una estimación del total de plantas solares diseñadas cada año.
- Pronosticar el número de licencias a vender anualmente, según el número de empresas que participan en cada proyecto.

3.3.1 Estimación de GWs a instalar anualmente en España hasta 2030

Tal y como se ha comentado, esta estimación se va a basar en el pronóstico de GWs acumulados instalados en España hasta 2030. El cuál es el siguiente:

Parque de generación del Escenario PNIEC 2023-2030. Potencia bruta (MW)				
Años	2019	2020	2025	2030
Eólica	25.583	26.754	42.144	62.044
Solar fotovoltaica	8.306	11.004	56.737	76.387
Solar termoelectrica	2.300	2.300	2.300	4.800
Hidráulica	14.006	14.011	14.261	14.511
Biogás	203	210	240	440
Otras renovables	0	0	25	80
Biomasa	413	609	1.009	1.409
Carbón	10.159	10.159	0	0
Ciclo combinado	26.612	26.612	26.612	26.612
Cogeneración	5.446	5.276	4.068	3.784
Fuel y Fuel/Gas (Territorios No Peninsulares)	3.660	3.660	2.847	1.830
Residuos y otros	600	609	470	342
Nuclear	7.399	7.399	7.399	3.181
Almacenamiento*	6.413	6.413	8.828	18.543
Total	111.100	115.015	166.939	213.963

*Incluyendo el almacenamiento de solar termoelectrica llega a 22 GW.

Ilustración 14: Parque de generación estimada en el PNIEC 2023-2030. Fuente: PNIEC 2023-2030.

Tal y como se ha comentado anteriormente en el Capítulo de Introducción, los 76.387MW de generación solar fotovoltaica en el año 2030 es una estimación que incluye los 19 GW de autoconsumo que se van a ir instalando en paralelo a lo largo de estos años. De esta forma, sustrayendo esta potencia al total, se estima que la potencia acumulada solar centralizada será de alrededor de 57,4 GW en 2030.

Comparando los datos de potencia solar fotovoltaica en España ofrecidos por UNEF y por REE, aclaramos que los datos proporcionados por REE hacen referencia a la potencia de grandes plantas, sin incluir el autoconsumo. Tal y como se observa en las siguientes imágenes.

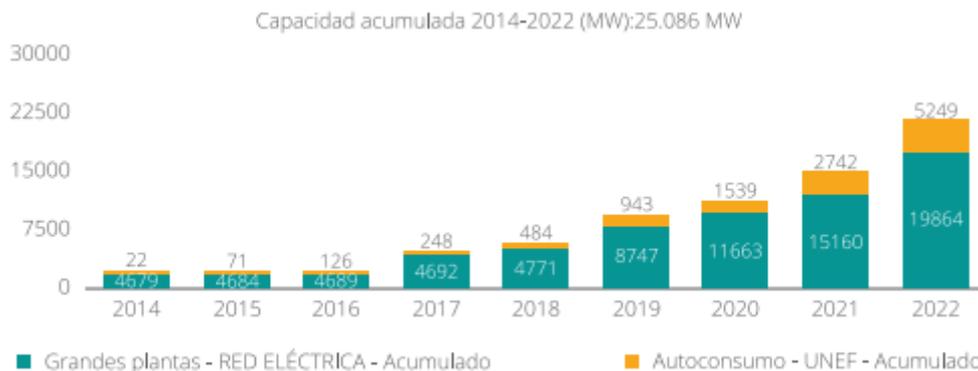
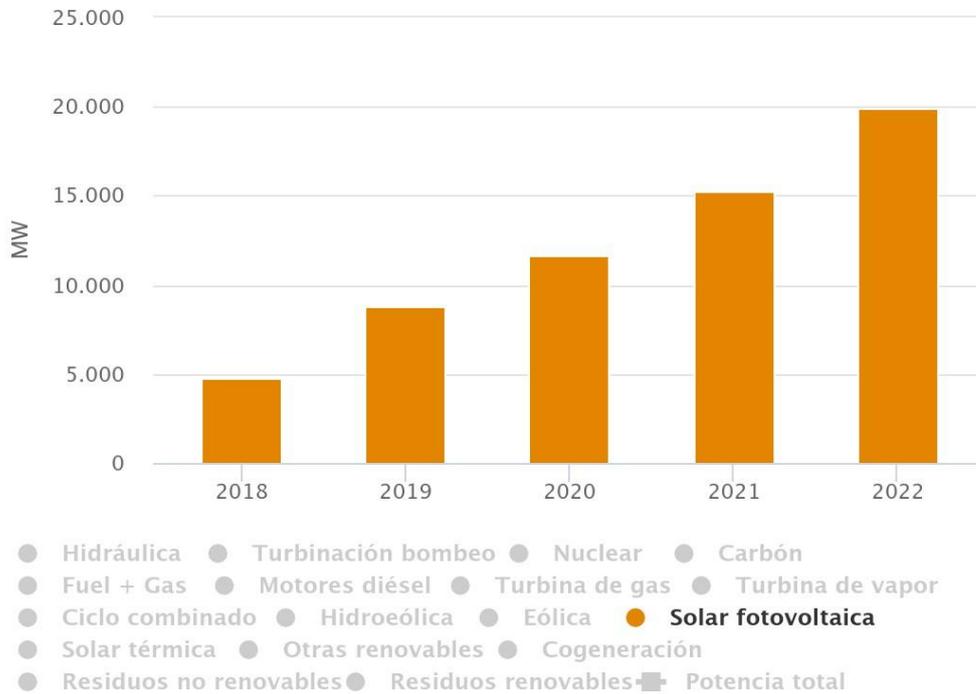


Ilustración 15: Evolución de la potencia solar fotovoltaica en España. Fuente: Informe Anual de UNEF 2023⁵⁵



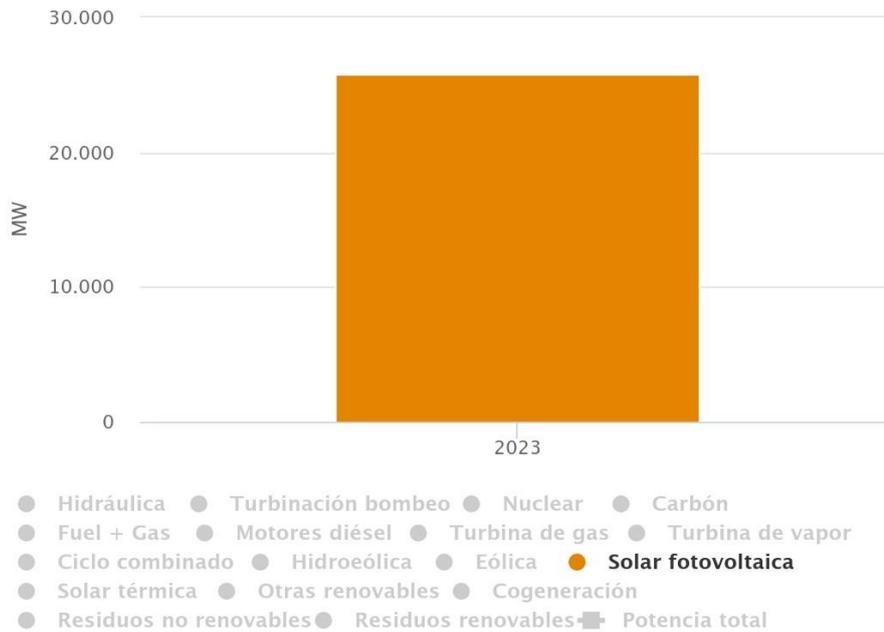
Fuente: www.ree.es

Ilustración 16: Potencia fotovoltaica acumulada en España. Fuente: REE⁵⁶.

Teniendo esto en cuenta, se consulta en REE la potencia fotovoltaica acumulada instalada en grandes plantas en 2023, la cual es de 25.818 MW.

⁵⁵ (UNEF, 2023)

⁵⁶ (Red Eléctrica de España, n.d.)



Fuente: www.ree.es

Ilustración 17: Potencia fotovoltaica centralizada acumulada instalada en España en 2023. Fuente: REE

Sabiendo que la potencia acumulada en 2030 será de 57,4 GW y en 2023 ha sido de 25,8 GW, entre 2024 y 2030 se van a incorporar a la red 31,6 GW (la diferencia) en plantas solares. Para estimar los GW a instalar anualmente, se ha decidido realizar una simple interpolación lineal, de tal forma que se instalarán anualmente la misma potencia en los 7 años que separan 2024 y 2030 (inclusive ambos), la cual será:

$$\frac{31,6 \text{ GW}}{7 \text{ años}} = 4,51 \frac{\text{GW}}{\text{año}}$$

Ecuación 1: nuevos GWs de fotovoltaica a instalar anualmente en plantas solares entre 2024 y 2030. Fuente: Elaboración Propia.

Dado que en 2023 la potencia solar fotovoltaica instalada ha sido de 5,85 GW, calculada como la resta de la potencia en 2022 y 2023 ofrecidas por REE, se trata de un objetivo realista y alcanzable.

En este proyecto, se ha decidido estudiar tres escenarios distintos:

- El escenario objetivo: Definido ahora y usando como base los datos ofrecidos por el PNIEC.
- El escenario pesimista
- El escenario optimista

Como el dato de 2023 supone un récord histórico en nuestro país, tal y como expresaba REE en su comunicado a principios de año⁵⁷, pero implica que también es alcanzable, se ha decidido utilizar 5,85 GW/año como escenario optimista. Esta diferencia entre el escenario objetivo y el optimista supone un 29,6% de crecimiento entre ambos, mismo porcentaje de variación que se utiliza para determinar el escenario pesimista, que supone un 29,6% menos de GWs/año instalados respecto al escenario objetivo, es decir, 3,18 GW/año.

$$4,51 \frac{GW}{año} * (1 - 0,296) = 3,18 \frac{GW}{año}$$

Ecuación 2: Cálculo de GWs para el escenario pesimista. Fuente: Elaboración Propia.

Escenario Objetivo							
Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
GWs	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51	4,51

Escenario Optimista							
Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
GWs	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85	5,85

Escenario Pesimista							
Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
GWs	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18

Tabla 9: GWs estimados a instalar anualmente en los escenarios Objetivo, Optimista y Pesimista desde 2024 a 2030. Fuente: Elaboración Propia.

3.3.2 Estimación del número de plantas fotovoltaicas diseñadas entre 2024 y 2030

Tal y como se ha comentado, el primer paso para realizar esta estimación es pronosticar el número de plantas solares (proyectos) que se van a construir anualmente.

Para ello, se hace uso de los datos recogidos por Energía Estratégica España durante los primeros 8 meses de 2023⁵⁸, que incluyen todos los proyectos renovables que recibieron

⁵⁷ (Red Eléctrica de España, 2024)

⁵⁸ (Energía Estratégica, 2024)

una valoración por parte del MITECO en su tramitación ambiental en ese periodo de tiempo, incluyendo en su recogida de datos la potencia de cada uno (MW), su promotor, la tecnología renovable a la que pertenece, su ubicación, el estado de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), la fecha de resolución de la DIA, el estado de la Autorización Administrativa Previa (AAP), la fecha de resolución de la AAP, el estado de la Autorización Administrativa de Construcción (AAC), y la fecha de resolución de la AAC.

Se creen relevantes estos datos debido a que, independientemente del estado de la DIA, de la AAP y de la AAC de cada proyecto, previamente a estas tramitaciones se ha realizado el ejercicio de diseño de las plantas, su cálculo de costes, incluido el asociado al movimiento de tierras y al acero de los pilotes, y la optimización de los mismos; ya que es necesario para tramitaciones anteriores, como es la oferta en el sistema de subastas. De esta forma, los proyectos recogidos en este análisis de Estrategia Energética España suponen una muestra muy representativa de las plantas solares que se diseñan anualmente en España, pudiendo llegar a conclusiones respecto a la distribución de los tamaños de las plantas y el ratio de número de proyectos por GW.

Filtrando los datos para hacer uso únicamente de aquellos relativos a plantas fotovoltaicas, y a través de funciones y tablas dinámicas, se ha conseguido clasificar los proyectos en 5 grupos según su potencia:

- Proyectos entre 0 MW y 5 MW
- Proyectos entre 5 MW (incluido) y 50 MW
- Proyectos entre 50 MW (incluido) y 100 MW
- Proyectos entre 100 MW (incluido) y 200 MW
- Proyectos de 200 MW o más

Para cada uno de esos grupos, además, se ha calculado la potencia acumulada de los proyectos en el mismo rango y el número de proyectos que crean cada grupo:

MWs de cada proyecto	Total MWs en tramitación en ese rango	Nº Proyectos
>0 <5	0	0
>=5 <50	2910,221	71
>=50 <100	11693,794	167
>=100 <200	13905,73	105

>=200	10174,482	34
TOTAL	38684,227	377

Tabla 10: Número de proyectos y MWs por cada rango de potencia en tramitación. Fuente: Elaboración Propia.

Seguidamente, se ha calculado la distribución del tamaño de las plantas, obteniendo el porcentaje de ellas que hay en cada rango de potencia. Los resultados obtenidos son:

MWs de cada proyecto	% Proyectos anuales en cada rango
>0 <5	0,00%
>=5 <50	18,83%
>=50 <100	44,30%
>=100 <200	27,85%
>=200	9,02%

Tabla 11: Porcentaje de proyectos en cada rango de potencia. Fuente: Elaboración Propia

A través del total de MWs a tramitar y el número de proyectos, se obtiene la media de MW por proyecto (102,61 MW/planta) y la media de proyectos en trámite por GW (9,75 proyectos/GW) que es la inversa de la anterior. Los resultados obtenidos nos parecen bastante acertados, según los conocimientos del sector.

$$\frac{38.684,227 \text{ MW}}{377 \text{ plantas}} = 102,61 \frac{\text{MW}}{\text{planta}}$$

Ecuación 3: Cálculo de los MWs por planta promedios. Fuente: Elaboración propia.

Comparando estos resultados con los obtenidos a través de los datos de proyectos en fase de construcción en 2024, ofrecidos también por Estrategia Energética España⁵⁹, se observa que la distribución de proyectos en los rangos definidos también sigue las mismas tendencias.

MWs de cada proyecto	% Proyectos anuales en cada rango
>0 <5	0,52%
>=5 <50	27,65%
>=50 <100	41,09%

⁵⁹ (Energía Estratégica, 2024)

>=100 <200	23,26%
>=200	7,49%

Tabla 12: Distribución de los proyectos en fase de ACC en 2024. Fuente: Elaboración Propia.

Dado que estos datos son de plantas fotovoltaicas en proceso de construcción que han sido tramitadas en años muy variados (de 2020 a 2024), los datos utilizados a lo largo del trabajo seguirán siendo los del análisis de 2023, anteriormente expuestos, al ser más cercanos al número de plantas fotovoltaicas diseñadas en un año.

Tal y como se ha explicado anteriormente al describir el proceso de subastas, los proyectos que están en proceso de tramitación son aquellos que han sido adjudicados, por lo que muchos otros proyectos que participan y ofertan en las subastas son denegados, los cuales, aún así, realizan estudios de viabilidad y de optimización de costes, por lo que los promotores y EPECistas involucrados en dichos proyectos también forman parte del público objetivo y se tienen que tener en cuenta como potenciales clientes. Para ello, se ha decidido hacer uso de un multiplicador, es decir, un parámetro que relacione de forma proporcional el número de proyectos en tramitación con el número total de proyectos que participan en las subastas, y que, por tanto, tomaremos como el número total de proyectos que se diseñan anualmente en España.

Para poder determinar este parámetro, y darle valor, nos hemos basado en los datos de la última subasta, de la cual, se comenta lo siguiente en el artículo del periódico digital “CincoDías”⁶⁰: “...la subasta de renovables celebrada este martes por el ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en la que han sido asignados un total de 3.034 MW: 2.036 fotovoltaicos y 998 eólicos... Según ha informado el departamento que dirige Teresa Ribera, han participado 84 agentes con una oferta de 9.700 MW, más de tres veces la potencia subastada”. De esta forma, vemos conveniente utilizar como base el triple de proyectos que participan en las subastas en relación con los que son anualmente adjudicados, siendo así el valor del multiplicador comentado igual a 3.

Cabe mencionar que este multiplicador será clave a la hora de realizar el estudio de elasticidad, en el cual identificaremos el multiplicador mínimo necesario para obtener beneficios. Dado que ya hemos definido un escenario objetivo, pesimista y optimista, se

⁶⁰ (Cinco Días, 2021)

ha decidido utilizar el multiplicador de 3 para todos los casos, siendo un parámetro fijo, y solamente se modificará en el estudio de elasticidad.

De esta forma, el número total de plantas fotovoltaicas diseñadas en España entre 2024 y 2030 para cada escenario, por rango de potencia, se calcula multiplicando la estimación de GWs de cada escenario por la media de proyectos en trámite (9,75 proyectos en trámite/GW), el resultado multiplicado por el porcentaje de proyectos en cada rango de potencia (Tabla 9) y por el multiplicador comentado. Los resultados redondeados son:

Número de proyectos por rango de potencia en el Escenario Objetivo							
MW	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
>0 <5	0	0	0	0	0	0	0
>=5 <50	25	25	25	25	25	25	25
>=50 <100	58	58	58	58	58	58	58
>=100 <200	37	37	37	37	37	37	37
>=200	12	12	12	12	12	12	12

Número de proyectos por rango de potencia en el Escenario Optimista							
MW	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
>0 <5	0	0	0	0	0	0	0
>=5 <50	32	32	32	32	32	32	32
>=50 <100	76	76	76	76	76	76	76
>=100 <200	48	48	48	48	48	48	48
>=200	15	15	15	15	15	15	15

Número de proyectos por rango de potencia en el Escenario Pesimista							
MW	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
>0 <5	0	0	0	0	0	0	0
>=5 <50	17	17	17	17	17	17	17
>=50 <100	41	41	41	41	41	41	41
>=100 <200	26	26	26	26	26	26	26
>=200	8	8	8	8	8	8	8

Tabla 13: Número de plantas fotovoltaicas diseñadas anualmente en los escenarios Objetivo, Optimista y Pesimista desde 2024 a 2030. Fuente: Elaboración Propia.

Este número de proyectos representa la totalidad del mercado objetivo para cada escenario.

3.4 Cuenta de Resultados de la Plataforma SaaS

A lo largo de este apartado se calculará la cuenta de resultados obtenida para el modelo de negocio de la Plataforma SaaS, estudiando cómo afecta la inversión en marketing y el precio de venta, además de calcular el Valor Actual Neto para todas las combinaciones posibles, determinando así los valores óptimos que ofrezcan el mayor retorno posible.

3.4.1 Inversión en Marketing, alcance en el público objetivo y “market share” obtenido

Para modelar la inversión en marketing, primero se han definido los canales de difusión y el coste unitario de cada uno de ellos, basados en el conocimiento del mercado y la información ofrecida en internet, recogidos en la siguiente tabla.

	Frecuencia Anual	Coste unitario	Coste Total
Webinars⁶¹	1	5.000,00 €	5.000,00 €
Comunicados de Prensa	2	3.000,00 €	6.000,00 €
Eventos de la Industria⁶²	1	10.000,00 €	10.000,00 €
Conferencias⁶³	3	3.333,33 €	10.000,00 €
RRSS	NA	- €	- €
Marketing por email	NA	- €	- €
	Total		31.000,00 €

Tabla 14: Canales de marketing, frecuencia anual, coste unitario y coste total. Fuente: Elaboración propia

Tal y como se muestra, se ha decidido que los canales de difusión sean a través de Webinars, comunicados de prensa, eventos de la industria (InterSolar Europe), conferencias (GENERA, Solar Forum de UNEF, CITE - Congreso de Innovación Tecnológica en Energía...), redes sociales (LinkedIn, Twitter, Facebook, YouTube, Instagram, Reddit, Pinterest...) y marketing por email.

Con la frecuencia expuesta para cada uno de ellos se ha estimado que el alcance al público objetivo sería casi completo (se llegaría a ser conocido por el 95% del público objetivo). De esta forma, sabiendo que sin inversión en marketing el alcance al público objetivo es del 0%, con 31.000 € se alcanza al 95% y que la relación entre la inversión

⁶¹ (eWebinar, n.d.)

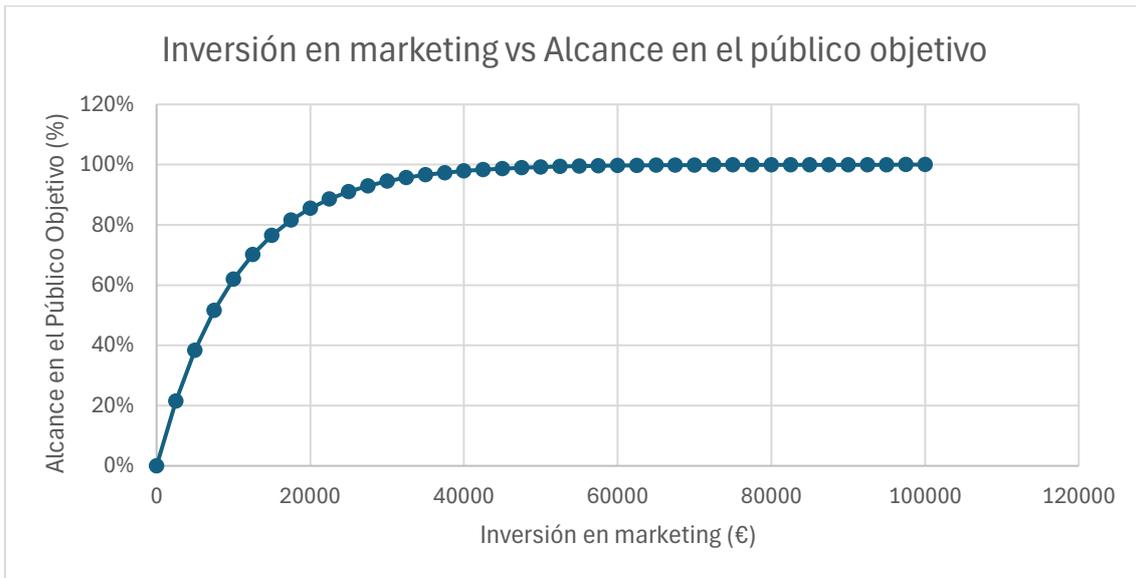
⁶² (The Smarter E, n.d.)

⁶³ (Enertic, n.d.)

en marketing y el alcance es logarítmica dado que existe un límite en el 100%, se consigue representar el alcance en el público objetivo con la inversión en marketing a través de la siguiente ecuación, tal y como se muestra en la gráfica contigua.

$$\text{Alcance (\%)} = 1 - e^{-\left(\frac{\text{Ln}(1-0,95)}{-31000}\right) * \text{Inv. Marketing (\€)}}$$

Ecuación 4: Alcance en el público objetivo según la inversión en marketing. Fuente: Elaboración Propia.



Gráfica 2: Alcance en el público objetivo según la inversión en marketing. Fuente: Elaboración Propia.

Este alcance al público objetivo indica el porcentaje de los potenciales clientes que van a conocer nuestro servicio según la inversión en marketing realizada, pero no el porcentaje que se va a convertir en actuales clientes (market share), este market share depende también del precio al que se vende el servicio, el cual lo vamos a representar para la plataforma SaaS como el precio de venta horario al que se ofrecen los servicios de nuestros ingenieros al diseñar y optimizar las plantas fotovoltaicas con PVGRAd™.

Para poder modelar el market share, primero se debe determinar un precio tope limitante. Para ello, durante las prácticas en AZTEC, llevamos a cabo una pequeña encuesta con los diseñadores e ingenieros, en la que les pedíamos estimar el tiempo necesario para llevar a cabo todos los pasos para diseñar las plantas fotovoltaicas en función de su tamaño (MW de capacidad instalada). Los resultados posteriormente se discutieron en grupo para establecer una predicción lo más exacta posible, recogidos en la siguiente tabla.

Steps	Project capacity				
	5 MW	25 MW	75 MW	150 MW	200 MW
	Time Required (Hours)				
Normalize ground grid size to 20x20ft	1	1	2	4	4
Prepare input DXF file with skewed blocks	1	2	4	6	8
Prepare input DXF file with non-skewed blocks	1	2	2	4	6
Run the simulation	2	3	4	6	8
Verify hydrology and touching-up grading	3	6	8	12	14
Evaluate results (Quality control)	2	4	6	8	8
Assemble result report with PDF-3D	4	4	6	8	8
LandXML surface export and assembly	3	4	6	8	10
Evaluate geotechnical parameters	4	4	4	6	6
Pile loads	4	4	4	4	4
Pile point list	2	2	2	4	4
Totals (Hours)	27	36	48	70	80

Tabla 15: Horas necesarias para diseñar las plantas fotovoltaicas en función de su potencia (MW). Fuente: Elaboración Propia.

Sabiendo que las horas estimadas para un proyecto de 200 MW es de 80 horas y estableciendo que el máximo precio de venta del diseño de una planta fotovoltaica de este tamaño es de 8.000 €, información ofrecida por el conocimiento del mercado por parte de los profesionales de AZTEC, se determina que el precio de venta máximo es de 100 €/h. Para este precio de venta límite, debido a la irrupción en un nuevo mercado en el que existe competencia con larga trayectoria y muy asentados en el mercado, tal y como se ha expuesto en capítulos anteriores, se ha decidido que el market share obtenido sea del 0%, argumentando que en el caso de que la competencia ofreciera sus servicios al mismo precio, por antigüedad y conocimiento del público, los potenciales clientes elegirían los servicios de la competencia. Esta decisión, aunque algo extrema, dado que seguramente algún cliente se podría obtener, nos parece adecuada al ser conservadora, siendo así el punto de corte de la curva de demanda con el eje X este precio de venta (100 €/h).

A su vez, el otro punto necesario para poder representar la curva de demanda se trata del punto de corte con el eje Y. Para un precio de venta de 0 €/h, es decir, que el servicio se ofrece de forma gratuita, se estima que todos aquellos conocedores del servicio lo consumirán, siendo el alcance al público objetivo igual que el market share obtenido. Tomando que la relación entre el precio de venta y el market share obtenido es lineal, la ecuación es:

$$y = z * \left(1 - \frac{1}{100}\right) * x$$

Ecuación 5: Market share obtenido en función del alcance en el público objetivo y el precio de venta. Fuente: Elaboración Propia.

Siendo:

- y : Market share (%) obtenido
- z : Alcance en el público objetivo (%)
- x : Precio de venta (€/h)

Incluyendo la inversión en marketing dentro de la ecuación, obtenemos una ecuación de doble grado que es:

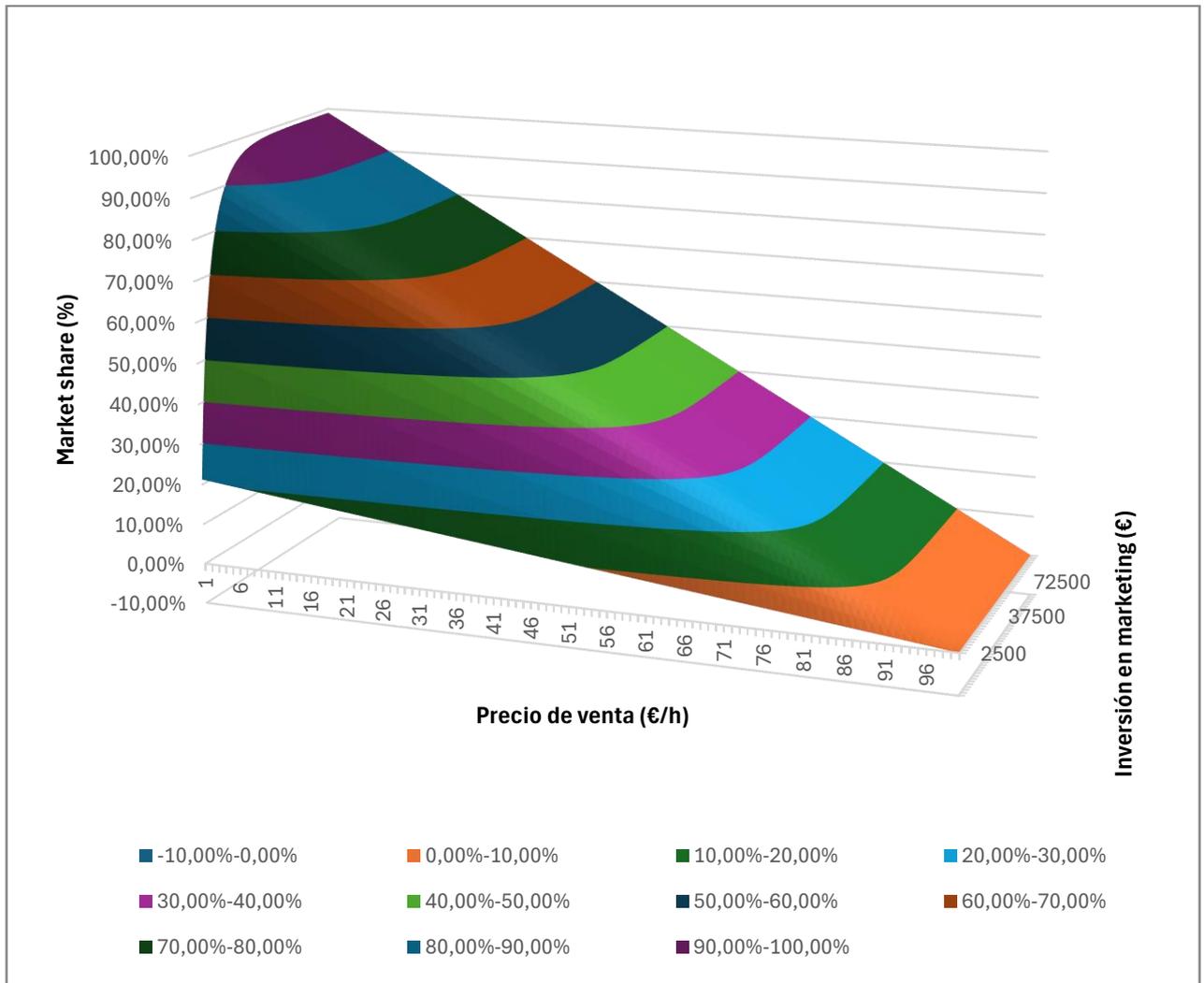
$$y = \left(1 - e^{-\left(\frac{\ln(1-0,95)}{-31000}\right)*g}\right) * \left(1 - \frac{1}{100} * x\right)$$

Ecuación 6: Market share obtenido en función de la inversión en marketing y el precio de venta. Fuente: Elaboración Propia.

Siendo:

- y : Market share (%) obtenido
- g : Inversión en marketing (€)
- x : Precio de venta (€/h)

La representación gráfica de esta ecuación de doble grado se presenta a continuación:



Gráfica 3: Maket share en función del precio de venta e inversión en marketing. Fuente: Elaboración Propia.

La inversión en marketing del primer año (2024) será el doble que la del año 2030, reduciendo de forma lineal anualmente esta inversión, pero se ha decidido que el market share obtenido anualmente sea el mismo, el dado como resultado del modelo planteado con la inversión del año 2024, ya que se ha estimado que los primeros años se debe de invertir una mayor cantidad para ser conocidos por el público objetivo y que a medida que pasan los años, con menores inversiones se consigue el mismo alcance y market share.

3.4.2 Ingresos y costes de la plataforma SaaS

En este apartado comentaremos cómo se ha modelado el cálculo de los ingresos de la plataforma SaaS y sus costes.

- Ingresos:

Comenzando con los ingresos, tal y como se ha comentado, el market share obtenido anualmente será el mismo desde 2024 hasta 2030 y vendrá dado por la inversión en marketing del primer año, la cual se verá reducida anualmente de forma lineal hasta la mitad para el año 2030. De esta forma, los ingresos anuales de este modelo de negocio vienen dados por el número de proyectos estimados que se van a realizar (Tabla 11) por el market share obtenido en función del precio de venta e inversión en marketing de 2024, obteniendo así el número de proyectos obtenidos en cada escenario por tamaño de planta (MW de capacidad instalada). Conociendo el número de proyectos, se multiplica cada uno por las horas estimadas en la Tabla 13, dando lugar al número total de horas trabajadas asignadas a proyectos, y dichos valores se multiplican por el precio de venta (€/h), resultando en los ingresos totales obtenidos anualmente.

$$\text{Ingresos}_{\text{Año } i} = \text{Horas}_{\text{Año } i} * \text{precio de venta}$$

Ecuación 7: Cálculo de ingresos anuales para la plataforma SaaS. Fuente: Elaboración Propia.

Respecto a los costes, se diferencian los costes fijos y los costes variables.

- Costes fijos:

En cuanto a los costes fijos, existe una primera inversión inicial para desarrollar la plataforma SaaS, para la cual se debe de diseñar el backend, el cual incluye el desarrollo de la base de datos, APIs, integración de servicios de almacenamiento en la nube (como AWS, Azure), la gestión de la seguridad, y la creación de funcionalidades para la subida, procesamiento y descarga de datos topográficos; así como el frontend, el cual es la parte de la plataforma que interactúa directamente con el usuario. Esta inversión, basándonos en proyectos similares en los que he trabajado para Accenture, conociendo los costes y habiendo participado en el cálculo de presupuestos y propuestas ofertadas a clientes, se ha estimado en 50.000 €.

A su vez, otro coste fijo necesario el primer año de operación es el de realizar sesiones de entrenamiento para el equipo de ingenieros encargados de diseñar las plantas. Estas sesiones se realizarán por parte de un ingeniero ya cualificado, sumando un total de 40 horas de entrenamiento. Siendo el salario de un ingeniero

30.000 €, dividiéndolo por las 2080 horas de media anuales de trabajo, obtenemos que el coste horario de estas sesiones será de 14,42 €/h, dado que este ingeniero dejará de trabajar para poder impartirlas, siendo el coste total de 577€.

- Costes variables:

Los principales costes variables que existen son el coste de personal y el coste de marketing.

Respecto al coste de personal, hay dos tipos de empleados: Los ingenieros dedicados a diseñar las plantas fotovoltaicas y los encargados del marketing.

Por parte de los ingenieros, el salario base utilizado ha sido de 30.000 € anuales (dado que se trata de una start-up e inicialmente intentará atraer a talento joven y “juniors”), pero como su trabajo dependerá de las horas a las que esté asignado a proyectos, es decir, serán ingenieros cobrando por horas y no a tiempo completo, implica que el coste horario de los ingenieros es de 14,42 €/h, obtenido de dividir su salario anual por las 2080 horas base de un año laboral. De esta forma, el coste salarial de los ingenieros viene dado por los 14,42 €/h multiplicados por las horas totales estimadas anualmente dedicadas a proyectos, que son las mismas usadas para calcular los ingresos.

En cuanto al coste de los encargados del marketing de la empresa, se ha decidido que una persona a media jornada es suficiente para cubrir la totalidad de publicaciones en redes social, artículos de prensa, organización de los eventos de la industria, conferencias y Webinars. Dado que el salario anual estimado también se ha fijado en 30.000 € anuales, el coste directo de este trabajador será de 15.000 € anuales.

Tal y como se ha comentado, estos costes hacen referencia a los costes directos de los salarios, pero para que dichos trabajadores hagan de forma correcta su trabajo, se les debe de proporcionar con los equipos necesarios como ordenadores, acceso a internet, electricidad, pago del alquiler de las oficinas, el pago de la seguridad social asociado a cada uno de ellos, el pago anual de las bases de datos y mantenimiento de la plataforma SaaS, etc... que también forman parte de los costes operativos. En el sector de la ingeniería, un multiplicador de 2,15 en el coste del personal es una

buena estimación para tener en cuenta todos los demás costes necesarios para operar de forma adecuada, además de adecuar los salarios a las condiciones del mercado.

Además, cabe destacar que las horas estimadas para diseñar los distintos tamaños de planta ya tienen en cuenta la productividad de un ingeniero medio, por lo que no se requiere añadir un ratio de productividad a su coste.

De esta forma, el coste total del personal es:

$$\begin{aligned} & \text{Coste personal (€)} \\ &= \text{Coste ingenieros (€)} + \text{Coste profesional marketing (€)} \\ \text{Coste personal (€)} &= \left(\text{Horas totales (h)} * \frac{30000 \text{ €}}{2080 \text{ h}} + 15000 \text{ €} \right) * 2,15 \end{aligned}$$

Ecuación 8: Coste total del personal. Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto al coste del marketing, tal y como se ha explicado anteriormente, se ha decidido que la inversión se reduzca anualmente, dado que se intuye que no es necesario invertir siempre la misma cantidad para mantener la cuota de mercado obtenida el primer año. De esta forma, se ha fijado que esta inversión disminuya linealmente hasta alcanzar el último año (2030) la mitad de la inversión dedicada en 2024, tal y como muestra la siguiente ecuación:

$$\text{Coste Marketing}_{\text{Año } i} = \text{Inversión Marketing}_{2024} * \left(1 - \left(1 - \frac{1}{2} \right) * \frac{i - 2024}{6} \right)$$

Ecuación 9: Inversión en marketing anual. Fuente: Elaboración propia.

Siendo $i \in [2024, 2030]$.

Sumando los costes fijos y variables obtendremos los costes totales anuales, los cuales restamos a los ingresos de cada año para obtener el EBITDA anual.

$$\begin{aligned} \text{EBITDA}_{\text{Año } i} &= \text{Ingresos}_{\text{Año } i} - \text{Costes fijos}_{\text{Año } i} - \text{Costes variables}_{\text{Año } i} \\ &= \text{Ingresos}_{\text{Año } i} - \text{Costes Totales}_{\text{Año } i} \end{aligned}$$

Ecuación 10: Cálculo del EBITDA anual. Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3 Optimización del Valor Actual Neto (VAN) y determinación de la Inversión en marketing y precio de venta (€/h)

Para poder determinar el mejor resultado posible para el modelo de negocio de la plataforma SaaS, se ha decidido representar el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto. El VAN es utilizado para comparar la inversión realizada en la actualidad con los flujos de caja futuros estimados, dado que el valor del capital futuro es distinto que en el presente, indicando si el proyecto es verdaderamente rentable ($VAN > 0$), indiferente ($VAN = 0$), o supone pérdidas ($VAN < 0$).

El cálculo del VAN supone descontar los flujos de caja netos futuros, es decir, cada uno de los EBITDAs calculados desde 2024 hasta 2030, haciendo uso de una tasa de descuento (r), tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \left(\frac{EBITDA_t}{(1+r)^t} \right)$$

Ecuación 11: Cálculo del VAN de la plataforma SaaS.

Cabe destacar que la inversión inicial está incluida dentro del EBITDA de 2024, y por ello no se incluye como término independiente en la ecuación anterior.

Para determinar la tasa de descuento utilizada, se debe de decidir si los recursos financieros destinados al proyecto son propios, ajenos o una combinación de ambos, dado que dicha tasa hace referencia al coste de los recursos financieros utilizados para ejecutar dicha inversión, es decir, al coste de oportunidad o rendimiento económico que se podría haber obtenido realizando otras inversiones⁶⁴. En el caso del capital propio se suele comparar a la rentabilidad que se obtendría invirtiendo en inversiones de la misma duración, como depósitos bancarios, bonos del estado... Y para el caso del capital ajeno, la tasa de descuento será el coste del préstamo, es decir, el tipo de interés más los gastos bancarios (TAE). Si la inversión se realiza con fondos de ambos tipos (ajenos y propios), se calcula el coste medio ponderado de cada uno de ellos, comúnmente conocido como WACC.

La tasa de descuento, además de la rentabilidad mínima exigida calculada según se ha comentado, incluye otro término denominado prima de riesgo, la cual incluye la incertidumbre de los flujos de caja estimados. La prima de riesgo utilizada para una inversión viene definida por la prima de riesgo de la economía del país en el que se

⁶⁴ (Yirepa, n.d.)

invierte, que, a su vez, es una medida o comparación por puntos básicos, o puntos porcentuales, de dicha economía con otra de referencia (Alemania para la eurozona), determinando así la solvencia de un país y el riesgo de sus activos.⁶⁵

De esta forma, la tasa de descuento viene dada por la ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Tasa de descuento} &= \text{Rentabilidad mínima exigida} + \text{prima de riesgo} \\ &= \text{Tasa libre de riesgo} + \text{prima de riesgo} \end{aligned}$$

Ecuación 12: Ecuación de tasa de descuento. Fuente: Yirepa economía y finanzas.

Esta ecuación hace referencia a la tasa de descuento real, ya que no se ha tenido en cuenta el efecto de la inflación esperada en los flujos de caja y por tanto tampoco debe de incorporarse en el cálculo de la tasa de descuento.

Para este proyecto se ha decidido utilizar el 100% de capital propio y, dado que se está estudiando el retorno a 6 años (2024 – 2030) del proyecto, creemos conveniente utilizar como base la rentabilidad de un Bono del Estado de España a 5 años, el cual, a 2 de enero de 2024 ofrecía una rentabilidad del 2,65% si los inversores los mantenían hasta su vencimiento⁶⁶. Respecto a la prima de riesgo en España, el mismo 2 de enero de 2024, era de 96 puntos básicos, o lo que es lo mismo, del 0,96 %⁶⁷.

Por tanto, con todos estos datos y estimaciones, podemos determinar que la tasa de descuento a utilizar para calcular el VAN es:

$$r = 2,65\% + 0,96\% = 3,61\%$$

Ecuación 13: Tasa de descuento a utilizar para el cálculo del VAN de la plataforma SaaS. Fuente: Elaboración propia.

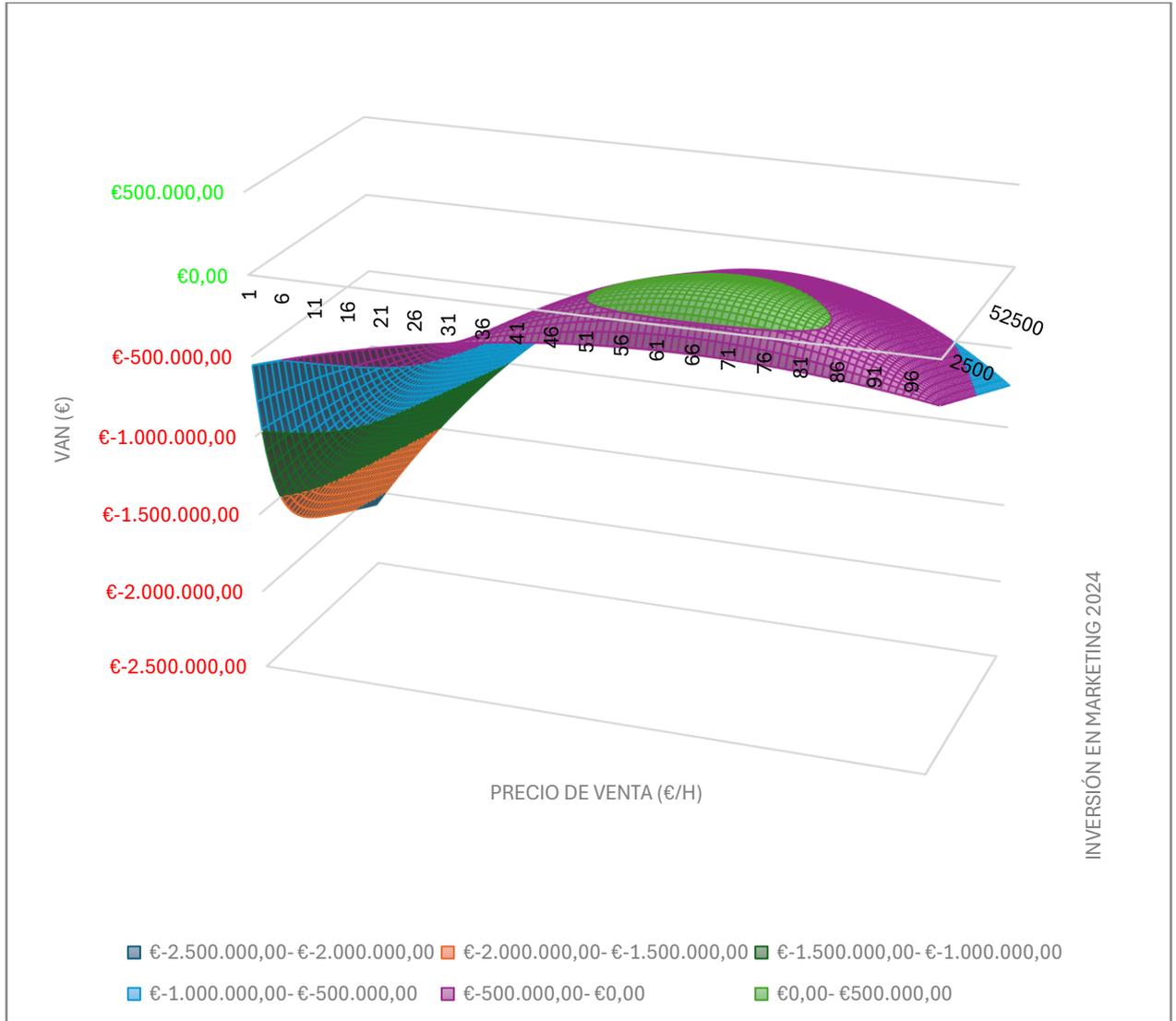
Haciendo uso de todas las ecuaciones ofrecidas en el capítulo, se puede observar que el resultado del VAN viene determinado por dos variables independientes: la inversión en marketing (€) base en 2024 y el precio de venta (€/h) al que se oferta el trabajo de los ingenieros, que a su vez marca el precio de venta de cada tipo de proyecto según su tamaño. Esto implica que la ecuación del VAN es una ecuación de doble grado y, para poder optimizarla y llegar al Valor Actual Neto más alto, debemos de interpolar y realizar combinaciones de inversiones y precios.

⁶⁵ (Raisin, n.d.)

⁶⁶ (YCharts, n.d.)

⁶⁷ (Datosmacro, n.d.)

Con este fin, se ha realizado un modelo en Excel en el que se modificaba la inversión en marketing desde los 2.500 € hasta los 100.000 €, con intervalos de 2.500 € entre cada uno de ellos, y el precio de venta desde 1 €/h hasta los 100 €/h, con intervalos de 1 €/h entre cada uno de ellos. El resultado ha sido una tabla de 40 x 100, en la que se ha recogido el valor del VAN para cada una de estas combinaciones, que posteriormente se ha representado en la siguiente gráfica.



Gráfica 4: Representación del VAN en función del precio de venta (€/h) y de la inversión en marketing en 2024.
 Fuente: Elaboración Propia.

El resultado óptimo obtenido, calculado sobre el Escenario Objetivo, viene dado por una inversión en marketing en 2024 de 25.000 € y por un precio de venta de 66 €/h, los cuales dan como retorno un VAN de 119.294,01 € para el Escenario Objetivo.

El desglose de la cuenta de pérdidas y ganancias (P&L), así como de los demás resultados obtenidos, para este precio de venta e inversión en marketing, y para los tres escenarios, se presentan en el siguiente apartado.

3.4.4 Resultados de los tres Escenarios para el modelo de negocio de la plataforma SaaS

Tal y como se ha mencionado en el apartado anterior, el mayor VAN obtenido en el Escenario Objetivo viene dado por un precio de venta de 66 €/h y una inversión en marketing en 2024 de 25.000 €.

Los resultados obtenidos para estos valores y desglosados para los tres escenarios se presentan a lo largo de este apartado.

El alcance obtenido en el público objetivo para esta inversión en marketing de 25.000 € será del 91,07% que, junto con el precio de venta decidido de 66 €/h, dan como resultado una cuota de mercado de 30,96% para los tres Escenarios, haciendo uso de las ecuaciones 4 y 5.

Los precios ofrecidos para los distintos tamaños de proyectos son:

Capacidad de la planta (MW)	5	25	75	150	200
Horas de trabajo necesarias	27	36	48	70	80
Precio por proyecto	1.782,00 €	2.376,00 €	3.168,00 €	4.620,00 €	5.280,00 €

Tabla 16: Capacidad instalada en cada planta, horas de trabajo necesarias para diseñarlas y precio total ofrecido.
Fuente: Elaboración propia.

El número de proyectos conseguidos para cada escenario, obtenidos tras la multiplicación del número de proyectos estimados que se van a diseñar en España anualmente hasta 2030 por la cuota de mercado obtenida, son los siguientes:

MW	Número de proyectos conseguidos en el Escenario Objetivo						
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
>0 <5	0	0	0	0	0	0	0
>=5 <50	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69
>=50 <100	18,09	18,09	18,09	18,09	18,09	18,09	18,09

>=100 <200	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37
>=200	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68
TOTAL	40,83						

Número de proyectos conseguidos en el Escenario Optimista							
MW	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
>0 <5	0	0	0	0	0	0	0
>=5 <50	9,97	9,97	9,97	9,97	9,97	9,97	9,97
>=50 <100	23,46	23,46	23,46	23,46	23,46	23,46	23,46
>=100 <200	14,75	14,75	14,75	14,75	14,75	14,75	14,75
>=200	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78
TOTAL	52,96						

Número de proyectos conseguidos en el Escenario Pesimista							
MW	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
>0 <5	0	0	0	0	0	0	0
>=5 <50	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
>=50 <100	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71
>=100 <200	7,99	7,99	7,99	7,99	7,99	7,99	7,99
>=200	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59
TOTAL	28,70						

Tabla 17: número de proyectos conseguidos para cada escenario. Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, el desglose de la cuenta de resultados para cada escenario y el VAN obtenido para cada uno de ellos se muestran en las siguientes tablas.

	Escenario Objetivo Plataforma SaaS						
MW of plants	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
>=5 <50	277	277	277	277	277	277	277
>=50 <100	868	868	868	868	868	868	868
>=100 <200	796	796	796	796	796	796	796
>=200	295	295	295	295	295	295	295
TOTAL HORAS	2235	2235	2235	2235	2235	2235	2235
Full time employees (Engineering)	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Full time Marketing	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Coste personal	\$101.570	\$101.570	\$101.570	\$101.570	\$101.570	\$101.570	\$101.570
Costes de desarrollo de la plataforma	\$ 50.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes de Training	\$ 577	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes Marketing	\$ 25.000	\$ 22.917	\$ 20.833	\$ 18.750	\$ 16.667	\$ 14.583	\$ 12.500
Coste total	\$177.147	\$124.487	\$122.403	\$120.320	\$118.237	\$116.153	\$114.070
Ingresos	\$147.539	\$147.539	\$147.539	\$147.539	\$147.539	\$147.539	\$147.539
EBITDA	\$ -29.608	\$ 23.052	\$ 25.136	\$ 27.219	\$ 29.302	\$ 31.386	\$ 33.469
VAN	\$						119.294,01

	Escenario Optimista Plataforma SaaS						
MW of plants	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
>=5 <50	359	359	359	359	359	359	359
>=50 <100	1126	1126	1126	1126	1126	1126	1126
>=100 <200	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033
>=200	382	382	382	382	382	382	382
TOTAL HORAS	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900
Full time employees (Engineering)	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
Full time Marketing	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Coste personal	\$122.169	\$122.169	\$122.169	\$122.169	\$122.169	\$122.169	\$122.169
Costes de desarrollo de la plataforma	\$ 50.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes de Training	\$ 577	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes Marketing	\$ 25.000	\$ 22.917	\$ 20.833	\$ 18.750	\$ 16.667	\$ 14.583	\$ 12.500
Coste total	\$197.746	\$145.086	\$143.003	\$140.919	\$138.836	\$136.753	\$134.669
Ingresos	\$191.381	\$191.381	\$191.381	\$191.381	\$191.381	\$191.381	\$191.381
EBITDA	\$ -6.365	\$ 46.296	\$ 48.379	\$ 50.462	\$ 52.546	\$ 54.629	\$ 56.712
VAN	\$						265.944,93

	Escenario Optimista Plataforma SaaS						
MW of plants	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
>=5 <50	195	195	195	195	195	195	195
>=50 <100	610	610	610	610	610	610	610
>=100 <200	559	559	559	559	559	559	559
>=200	207	207	207	207	207	207	207
TOTAL HORAS	1571	1571	1571	1571	1571	1571	1571
Full time employees (Engineering)	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Full time Marketing	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Coste personal	\$ 80.971	\$ 80.971	\$ 80.971	\$ 80.971	\$ 80.971	\$ 80.971	\$ 80.971
Costes de desarrollo de la plataforma	\$ 50.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes de Training	\$ 577	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes Marketing	\$ 25.000	\$ 22.917	\$ 20.833	\$ 18.750	\$ 16.667	\$ 14.583	\$ 12.500
Coste total	\$156.548	\$103.888	\$101.804	\$ 99.721	\$ 97.638	\$ 95.554	\$ 93.471
Ingresos	\$103.697	\$103.697	\$103.697	\$103.697	\$103.697	\$103.697	\$103.697
EBITDA	\$ -52.851	\$ -191	\$ 1.892	\$ 3.975	\$ 6.059	\$ 8.142	\$ 10.225
VAN	\$						-27.356,91

Tabla 18: Cuentas de resultado desglosadas y VAN obtenido para cada Escenario. Fuente: Elaboración propia.

3.5 Cuenta de Resultados de la Venta de Licencias

Al igual que en el apartado anterior, en este apartado se calculará la cuenta de resultados obtenida para el modelo de negocio de la venta de licencias del software PVGRAD™, estudiando cómo afecta la inversión en marketing y el precio de venta, además de calcular el Valor Actual Neto para todas las combinaciones posibles, determinando así los valores óptimos que ofrezcan el mayor retorno posible.

3.5.1 Inversión en Marketing, alcance en el público objetivo y “market share” obtenido

Los canales de difusión elegidos para hacer visible este modelo de negocio son los mismos que los expuestos para la plataforma SaaS, recogidos en la Tabla 12, y, de la misma forma, se ha estimado que el alcance al público objetivo se modele igual, siguiendo la Ecuación 4.

Para modelar el market share en la venta de licencias, también se diseña una variable dependiente del alcance al público objetivo y al precio de venta del software, y se determina un precio tope limitante. Este precio tope se ha fijado según los conocimientos del sector y los precios observados ofrecidos por la competencia, llegando a la conclusión de que ofreciendo el software a un precio de 12.000 €, debido a ser nuevos en el mercado y tener que competir con empresas ya asentadas y con recorrido, la cuota de mercado obtenida sería del 0%, siendo el tope fijado. De nuevo, al igual que para el modelo de negocio de la plataforma SaaS, esta asunción es conservadora, dado que seguramente se podría vender alguna licencia a este precio.

La ecuación que modela la cuota de mercado obtenida para el modelo de negocio de la venta de licencias queda como una ecuación de doble grado, que es:

$$y = \left(1 - e^{-\left(\frac{\ln(1-0,95)}{-31.000}\right) * g} \right) * \left(1 - \frac{1}{12.000} * x \right)$$

Ecuación 14: Market share obtenido en función de la inversión en marketing y el precio de venta. Fuente: Elaboración Propia.

Siendo:

- y: Market share (%) obtenido
- g: Inversión en marketing (€)

- x : Precio de venta (€)

En cuanto a la inversión en marketing del primer año (2024), al igual que para el modelo de negocio anterior, será el doble que la del año 2030, reduciendo de forma lineal anualmente esta inversión, pero se ha decidido que el market share obtenido anualmente sea el mismo, el dado como resultado del modelo planteado con la inversión del año 2024, ya que se ha estimado que los primeros años se debe de invertir una mayor cantidad para ser conocidos por el público objetivo y que a medida que pasan los años, con menores inversiones se consigue el mismo alcance y market share.

3.5.2 Ingresos y costes de la venta de licencias

En este apartado comentaremos cómo se ha modelado el cálculo de los ingresos de la venta de licencias y sus costes.

- Ingresos:

Para el cálculo de los ingresos, primero es necesario determinar el número de licencias que anualmente se van a vender en España. Para ello, dado que no ha sido posible encontrar datos relevantes y específicos del mercado español, hacemos uso de la información ofrecida por “Solar Power World”⁶⁸, donde se puede encontrar información sobre los principales EPECistas de EE. UU, tal y como el número de empleados de cada empresa, los KW instalados en los que ha participado desde su fundación y en los que ha participado en 2021, último año del que se tiene información. Las conclusiones obtenidas a través de la información de EE. UU es trasladada al mercado español, dado que se trata de ratios, con los que poder estimar este modelo de negocio.

A través del número de empresas que han participado en la instalación de más de 50 MW en 2021 en USA, límite de capacidad que se ha decidido imponer debido a que compañías que participan en menores instalaciones no estarían interesadas en invertir en este tipo de softwares, las cuales son 27 empresas, y el número total de

⁶⁸ (Solar Power World, 2022)

GWs instalados en los que han participado en dicho año, los cuales son 16,81 GWs, se obtiene que, de media, intervienen en la instalación de cada GW 1,61 empresas.

A su vez, debido al gran tamaño de las empresas estudiadas, se ha decidido que se le asigne una licencia al 0,2% de los empleados, dado que muy pocos profesionales están especializados y se dedican al diseño y optimización de las plantas fotovoltaicas en estas grandes corporaciones. Este número de licencias se ha limitado a un máximo de 6 por empresa, dado que, por muy grande que sea la empresa, es improbable que se paguen más de 6 licencias de manera anual; y a un mínimo de 1 licencia por empresa. Sumando el número total de licencias, se estima un total de 78 licencias de softwares de diseño de plantas entre las 27 empresas para diseñar los 16,81 GWs en total. A través del número total de licencias necesarias y los GWs instalados, se obtiene que se necesitan una media de 4,64 licencias/GW instalado, dato que podemos trasladar al mercado español, dado que las herramientas para el diseño de plantas fotovoltaicas en ambos mercados son las mismas y el conocimiento y preparación de los profesionales de ambas regiones es totalmente comparable.

2022 Top Solar Contractors List that annually install >= 50 MW in the USA						
Ranking Nacional	Compañía	Nº empleados	Servicio ofrecido	Total de KW instalados desde la fundación	KW instalados en 2021	Número de licencias
1	SOLV Energy	703	EPC	10.357.240,00	1.943.200,00	2,00
2	Blattner Company	5130	EPC	7.080.000,00	1.633.230,00	6,00
3	Moss	1027	EPC	5.247.360,00	1.518.060,00	3,00
4	Signal Energy	552	EPC	6.893.000,00	1.472.740,00	2,00
5	Rosendin Electric	7500	EPC	5.983.012,00	1.429.430,00	6,00
7	McCarthy Building Companies	5013	EPC	9.500.000,00	1.223.000,00	6,00
10	Blue Ridge Power	738	EPC	7.291.217,00	1.011.587,88	2,00
13	Longroad Energy	150	Developer	1.858.000,00	823.800,00	1,00
14	Primoris Renewable Energy	1200	EPC	2.453.200,00	708.290,00	3,00
16	Lightsource bp	700	Developer	1.640.500,00	616.000,00	2,00
17	Mortenson	5000	EPC	7.662.600,00	602.700,00	6,00
18	RES (Renewable Energy Systems)	2000	EPC	1.848.458,00	588.000,00	4,00
19	IEA	5000	EPC	2.070.900,00	523.000,00	6,00
20	Silicon Ranch	138	Developer	2.290.900,00	519.660,00	1,00
25	Qcells USA	95	EPC	1.202.400,00	330.000,00	1,00
26	Black & Veatch	9200	EPC	4.197.337,00	329.051,16	6,00

27	Wood	45000	EPC	2.299.724,00	321.214,00	6,00
28	Borrego	380	EPC	1.150.000,00	315.309,00	1,00
32	Pure Power Contractors	68	EPC	1.300.000,00	238.059,06	1,00
36	CS Energy	190	EPC	1.433.570,00	135.180,00	1,00
40	Green Development	90	Developer	156.730,00	94.714,00	1,00
42	EV Solar	50	EPC	180.000,00	86.835,14	1,00
43	Carolina Solar Energy	5	Developer	797.770,00	85.000,00	1,00
48	Mill Creek Renewables	40	EPC	78.433,00	78.433,31	1,00
56	Burns & McDonnell	10000	EPC	2.712.000,00	67.300,00	6,00
58	Telamon Energy	8	Developer	120.000,00	57.232,00	1,00
60	Brandt Construction	50	EPC	221.869,00	56.365,00	1,00
Número de compañías	27				GWs Instalados en 2021	Total Licencias en 2021
					16,81	78,00

Tabla 19: Información de las principales empresas EPECistas de Estados Unidos. Fuente: Solar Power World

De esta forma, conociendo la estimación de GWs a instalar anualmente (Tabla 7), el multiplicador de 3 mencionado anteriormente, con el que se tiene en cuenta los GWs que han sido diseñados pero que no han llegado a ser instalados por falta de inversión, no adjudicación o cualquier otra razón, y el ratio de 4,64 licencias/GW instalado, se obtiene el total de licencias necesarias anualmente.

$$N^{\circ} \text{ licencias Totales} = GWs_{\text{estimados}} * 3 * 4,64 \frac{\text{licencias}}{GW}$$

Ecuación 15: Número total de licencias vendidas anualmente en España. Fuente: Elaboración propia.

Los ingresos anuales se calculan como:

$$\begin{aligned} \text{Ingresos}_{\text{Año } i} &= \text{Licencias totales}_{\text{Año } i} * \text{Market share} (\%) * \text{precio venta} (\text{€}) \\ &= \text{Licencias vendidas}_{\text{Año } i} * \text{precio venta} (\text{€}) \end{aligned}$$

Ecuación 16: Cálculo de ingresos anuales para la venta de licencias. Fuente: Elaboración Propia

Respecto a los costes, al igual que para el modelo de negocio de la plataforma SaaS, se diferencian los costes fijos y los costes variables.

- Costes fijos:

En cuanto a los costes fijos, existe una primera inversión inicial para desarrollar el repositorio desde el cual los clientes sean capaces de instalarse el software, para el cual se debe de desarrollar la plataforma donde los usuarios puedan registrarse,

comprar las licencias y descargar el software, a su vez, para poder esto de forma efectiva se debe de integrar un sistema de pago y obtener licencias de softwares de terceros para la gestión de la plataforma y de la relación con los clientes, como es Salesforce, a su vez, para poder gestionar las licencias correctamente se debe de desarrollar una API y un sistema adicional de gestión de licencias. El coste aproximado de todo ello es de 35.000 €.

A su vez, otro coste fijo necesario el primer año de operación es el de realizar sesiones de entrenamiento para el equipo de Servicio al Cliente, encargado de resolver las dudas necesarias de los usuarios, guiarles en la comprensión del software, llevar a cabo los Webinars pertinentes, gestionar las licencias y hacer frente a los posibles problemas diarios... Estas sesiones se realizarán por parte de un ingeniero ya cualificado, sumando un total de 40 horas de entrenamiento. Siendo el salario de un ingeniero 30.000 €, dividiéndolo por las 2080 horas de media anuales de trabajo, obtenemos que el coste horario de estas sesiones será de 14,42 €/h, dado que este ingeniero dejará de trabajar para poder impartirlas, siendo el coste total de 577€.

- Costes variables:

Los principales costes variables que existen son el coste de personal y el coste de marketing.

Respecto al coste de personal, hay dos tipos de empleados: El equipo de servicio al cliente y los encargados del marketing.

Por parte del equipo de soporte y servicio al cliente, el cual debe de conocer perfectamente el funcionamiento del software y estar debidamente certificado e instruido, a cada uno de los integrantes del equipo se le asigna estar encargado de 50 licencias, las cuales implicarían que este trabajador está dedicado a tiempo completo a realizar esta tarea. En el caso de que el número de licencias vendidas sea menor a 50, el salario que se asignará a este negocio será menor al del salario anual, concretamente el porcentaje dado por: $\frac{N^{\circ} \text{ licencias vendidas}}{50} * 100$. Además, el salario base utilizado para el equipo de servicio al cliente ha sido de 30.000 € anuales.

En cuanto al coste de los encargados del marketing de la empresa, al igual que en el caso de la plataforma SaaS, se ha decidido que una persona a media jornada es suficiente para cubrir la totalidad de publicaciones en redes social, artículos de prensa, organización de los eventos de la industria, conferencias y Webinars. Dado que el salario anual estimado también se ha fijado en 30.000 € anuales, el coste directo de este trabajador será de 15.000 € anuales.

Tal y como se ha comentado, estos costes hacen referencia a los costes directos de los salarios, pero para que dichos trabajadores hagan de forma correcta su trabajo, se les debe de proporcionar con los equipos necesarios como ordenadores, acceso a internet, electricidad, pago del alquiler de las oficinas, el pago de la seguridad social asociado a cada uno de ellos, el pago anual de las bases de datos, servidores, alojamiento web, certificados de seguridad, y el mantenimiento y actualización de la plataforma, que también forman parte de los costes operativos. En el sector de la ingeniería, un multiplicador de 2,15 en el coste del personal es una buena estimación para tener en cuenta todos los demás costes necesarios para operar de forma adecuada.

De esta forma, el coste total del personal es:

$$\text{Coste personal (€)} = \left(\frac{N^{\circ} \text{ licencias vendidas}}{50} * 30000 \text{ €} + 15000 \text{ €} \right) * 2,15$$

Ecuación 17: Coste total del personal de venta de licencias. Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto al coste del marketing, tal y como se ha explicado anteriormente, se ha decidido que la inversión se reduzca anualmente, dado que se intuye que no es necesario invertir siempre la misma cantidad para mantener la cuota de mercado obtenida el primer año. De esta forma, se ha fijado que esta inversión disminuya linealmente hasta alcanzar el último año (2030) la mitad de la inversión dedicada en 2024, tal y como muestra la Ecuación 9, también usada en el modelo de negocio de la plataforma SaaS.

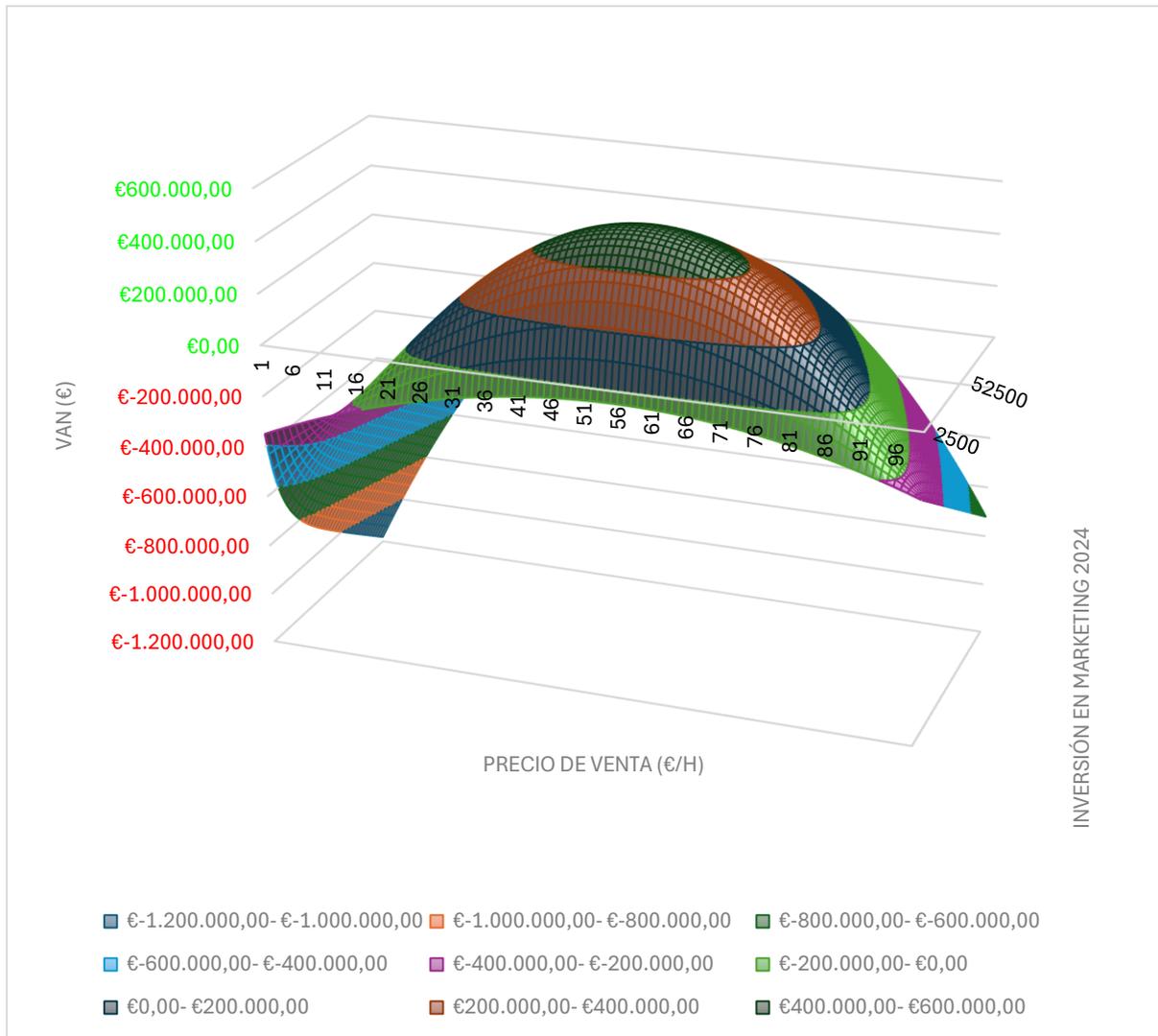
Sumando los costes fijos y variables obtendremos los costes totales anuales, los cuales restamos a los ingresos de cada año para obtener el EBITDA anual, tal y como muestra la Ecuación 10.

3.5.3 Optimización del Valor Actual Neto (VAN) y determinación de la Inversión en marketing y precio de venta (€/licencia anual)

Para poder determinar el mejor resultado posible para el modelo de negocio de la plataforma SaaS, se ha decidido representar el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto.

Al igual que para el modelo de negocio anterior, optimizaremos la ecuación del VAN (Ecuación 11), la cual es una ecuación de doble grado, dependiente de las variables de la inversión en marketing en 2024 y del precio de venta por licencia. A su vez, la tasa de descuento utilizada, al igual que para el capítulo anterior, es del 3.61%.

Dado que la ecuación del VAN es una ecuación de doble grado, para poder optimizarla y llegar al Valor Actual Neto más alto, debemos de interpolar y realizar combinaciones de inversiones en marketing y precios de venta. Con este fin, se ha realizado un modelo en Excel en el que se modificaba la inversión en marketing desde los 2.500 € hasta los 100.000 €, con intervalos de 2.500 € entre cada uno de ellos, y el precio de venta desde 120 €/licencia hasta los 12.000 €/licencia, con intervalos de 120 €/licencia entre cada uno de ellos. El resultado ha sido una tabla de 40 x 100, en la que se ha recogido el valor del VAN para cada una de estas combinaciones, que posteriormente se ha representado en la siguiente gráfica.



Gráfica 5: Representación del VAN en función del precio de venta (€/licencia) y de la inversión en marketing en 2024. Fuente: Elaboración Propia.

El resultado óptimo obtenido, calculado sobre el Escenario Objetivo, viene dado por una inversión en marketing en 2024 de 30.000 € y por un precio de venta de 6.600 €/licencia, los cuales dan como retorno un VAN de 514.243,01 € para el Escenario Objetivo.

El desglose de la cuenta de pérdidas y ganancias (P&L), así como de los demás resultados obtenidos, para este precio de venta e inversión en marketing, y para los tres escenarios, se presentan en el siguiente apartado.

3.5.4 Resultados de los tres Escenarios para el modelo de negocio de venta de licencias

Tal y como se ha mencionado en el apartado anterior, el mayor VAN obtenido en el Escenario Objetivo viene dado por un precio de venta de 6.600 €/licencia y una inversión en marketing en 2024 de 30.000 €.

Los resultados obtenidos para estos valores y desglosados para los tres escenarios se presentan a lo largo de este apartado.

El alcance obtenido en el público objetivo para esta inversión en marketing de 30.000 € será del 94,49 % que, junto con el precio de venta decidido de 6.600 €/licencia, dan como resultado una cuota de mercado de 42,52 % para los tres Escenarios, haciendo uso de las ecuaciones 4 y 14.

Haciendo uso de la Ecuación 15, el número de licencias totales necesarias en España para poder diseñar todos los nuevos GWs a instalar, incluyendo con el multiplicador de 3 los que no se vayan a materializar, para cada Escenario Objetivo son:

Número de licencias Totales para el Escenario Objetivo							
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Número de licencias totales	63	63	63	63	63	63	63

Número de licencias Totales para el Escenario Optimista							
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Número de licencias totales	81	81	81	81	81	81	81

Número de licencias Totales para el Escenario Pesimista							
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Número de licencias totales	44	44	44	44	44	44	44

Tabla 20: Número de licencias totales necesarias en España para cada Escenario Objetivo. Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, haciendo uso de las demás ecuaciones presentadas, para una inversión de marketing en 2024 de 30.000 € y un precio de venta de 6.600 €/licencia, el desglose de la cuenta de resultados para cada escenario y el VAN obtenido para cada uno de ellos se muestran en las siguientes tablas.

	Escenario Objetivo Venta de Licencias						
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Número de Licencias vendidas	27	27	27	27	27	27	27
Empleados Servicio al Cliente	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Empleados de Marketing	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Coste personal	\$ 66.807	\$ 66.807	\$ 66.807	\$ 66.807	\$ 66.807	\$ 66.807	\$ 66.807
Costes de desarrollo del repositorio	\$ 35.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes de Training	\$ 577	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes Marketing	\$ 30.000	\$ 27.500	\$ 25.000	\$ 22.500	\$ 20.000	\$ 17.500	\$ 15.000
Coste total	\$ 132.384	\$ 94.307	\$ 91.807	\$ 89.307	\$ 86.807	\$ 84.307	\$ 81.807
Ingresos	\$ 176.805	\$ 176.805	\$ 176.805	\$ 176.805	\$ 176.805	\$ 176.805	\$ 176.805
EBITDA	\$ 44.421	\$ 82.498	\$ 84.998	\$ 87.498	\$ 89.998	\$ 92.498	\$ 94.998
VAN	\$						514.243,01

	Escenario Optimista Venta de Licencias						
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Número de Licencias vendidas	34	34	34	34	34	34	34
Empleados Servicio al Cliente	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Empleados de Marketing	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Coste personal	\$ 76.681	\$ 76.681	\$ 76.681	\$ 76.681	\$ 76.681	\$ 76.681	\$ 76.681
Costes de desarrollo del repositorio	\$ 35.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes de Training	\$ 577	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes Marketing	\$ 30.000	\$ 27.500	\$ 25.000	\$ 22.500	\$ 20.000	\$ 17.500	\$ 15.000
Coste total	\$ 142.258	\$ 104.181	\$ 101.681	\$ 99.181	\$ 96.681	\$ 94.181	\$ 91.681
Ingresos	\$ 227.321	\$ 227.321	\$ 227.321	\$ 227.321	\$ 227.321	\$ 227.321	\$ 227.321
EBITDA	\$ 85.063	\$ 123.140	\$ 125.640	\$ 128.140	\$ 130.640	\$ 133.140	\$ 135.640
VAN	\$						770.669

	Escenario Pesimista Venta de Licencias						
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Número de Licencias vendidas	19	19	19	19	19	19	19
Empleados Servicio al Cliente	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Empleados de Marketing	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Coste personal	\$ 56.385	\$ 56.385	\$ 56.385	\$ 56.385	\$ 56.385	\$ 56.385	\$ 56.385
Costes de desarrollo del repositorio	\$ 35.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes de Training	\$ 577	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costes Marketing	\$ 30.000	\$ 27.500	\$ 25.000	\$ 22.500	\$ 20.000	\$ 17.500	\$ 15.000
Coste total	\$ 121.962	\$ 83.885	\$ 81.385	\$ 78.885	\$ 76.385	\$ 73.885	\$ 71.385
Ingresos	\$ 123.483	\$ 123.483	\$ 123.483	\$ 123.483	\$ 123.483	\$ 123.483	\$ 123.483
EBITDA	\$ 1.521	\$ 39.598	\$ 42.098	\$ 44.598	\$ 47.098	\$ 49.598	\$ 52.098
VAN	\$						243.571

Tabla 21: Cuentas de resultado desglosadas y VAN obtenido para cada Escenario. Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4: Análisis de Resultados y Conclusiones

A lo largo de este capítulo analizaremos los resultados obtenidos para ambos modelos de negocio, creación de una plataforma SaaS para ofrecer los servicios del software PVGRAd™ o la venta de licencias del software en sí, detectando cuál es la mejor opción posible y comentando sus puntos a favor y en contra, además de realizar un estudio de elasticidad de estos resultados y comentar posibles actuaciones futuras.

4.1 Elección del modelo de negocio a llevar a cabo

Analizando los resultados óptimos obtenidos para ambos modelos de negocio, ofrecidos en las Tablas 16 y 19, se observa que, para cualquier escenario, el modelo de venta de licencias ofrece mayores valores actuales netos, y la diferencia es tal que incluso el retorno del Escenario Pesimista de la venta de licencias (243.571 €) se acerca al del Escenario Optimista de la plataforma SaaS (265.945 €). De esta forma, es obvio que, a simple vista, el modelo de negocio más recomendable de llevar a cabo es la venta de licencias del software PVGRAd™.

Aún así, cabe mencionar que la venta de licencias de este software tiene un lado negativo para la empresa TYPSA, que es el hecho de que la competencia o cualquier integrante del mercado tenga a su disposición esta herramienta, lo cual implica entregar el conocimiento y ventaja competitiva, haciendo posible que ellos ofrezcan el mismo servicio de consultoría a lo largo de toda la cadena de valor del diseño y construcción de una planta fotovoltaica, quitándoles clientes a TYPSA en su negocio principal, o Core, por obtener beneficios a través de una línea de negocio secundaria, como sería esta venta de licencias.

De esta forma, dado que el modelo de negocio de la plataforma SaaS es totalmente complementario al negocio principal de TYPSA, sin existir canibalización entre los clientes de ambas líneas de negocio, para verdaderamente determinar cuál sería el modelo de negocio (plataforma SaaS o venta de licencias) más recomendable y beneficioso para TYPSA, lo que habría que obtener es el Valor Actual Neto de los flujos de caja de los negocios secundarios y del negocio principal de TYPSA a la vez, para observar cómo afecta al número de clientes e ingresos del negocio Core una mayor

competencia en el mercado, y, seguidamente, compararlos para detectar cual ofrece un mayor VAN.

Además, el hecho de ser poseedor único de un software que ofrece la solución óptima de costes demostrada matemáticamente, y patentada, como lo es PVGRAd™, implica tener una posición estratégica muy beneficiosa en otros aspectos del negocio, como en el marketing, por lo que esta decisión es mucho más compleja de lo que se intuye a primera vista. Aún así, con los datos que se tienen, solamente podemos tomar una decisión fijándonos en la rentabilidad individual de cada modelo de negocio diseñado, de los cuales, indudablemente, el más rentable y el que se elegiría llevar a cabo es el de la venta de licencias de PVGRAd™; y, dados los resultados obtenidos, concretamente se llevaría a cabo invirtiendo inicialmente 30.000 € en marketing y ofertando las licencias a 6.600 € anuales.

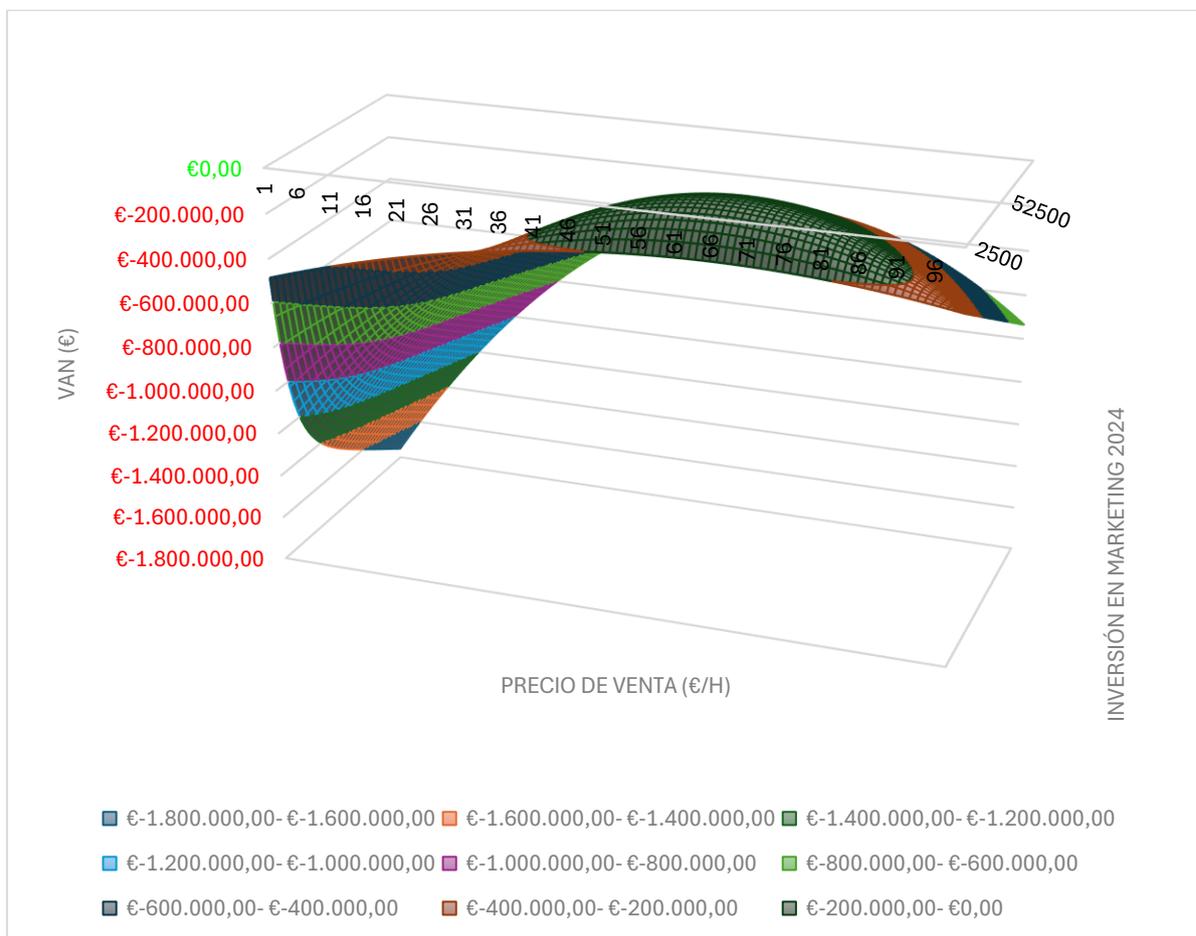
Por último, otros puntos positivos del modelo de negocio de la venta de licencias es que el coste total de 2024 es menor que para el modelo de la plataforma SaaS y que, para todos los Escenarios, resulta en ganancias desde el primer año.

4.2 Estudio de elasticidad de los resultados

En este apartado nos centraremos en realizar un estudio de la elasticidad de los resultados, para el cual, tal y como hemos anticipado anteriormente, se analizarán los resultados obtenidos tras la modificación del multiplicador de proyectos.

De esta forma, en este estudio se presentará para qué multiplicador se obtiene el “break even” de cada modelo de negocio, es decir, el VAN = 0.

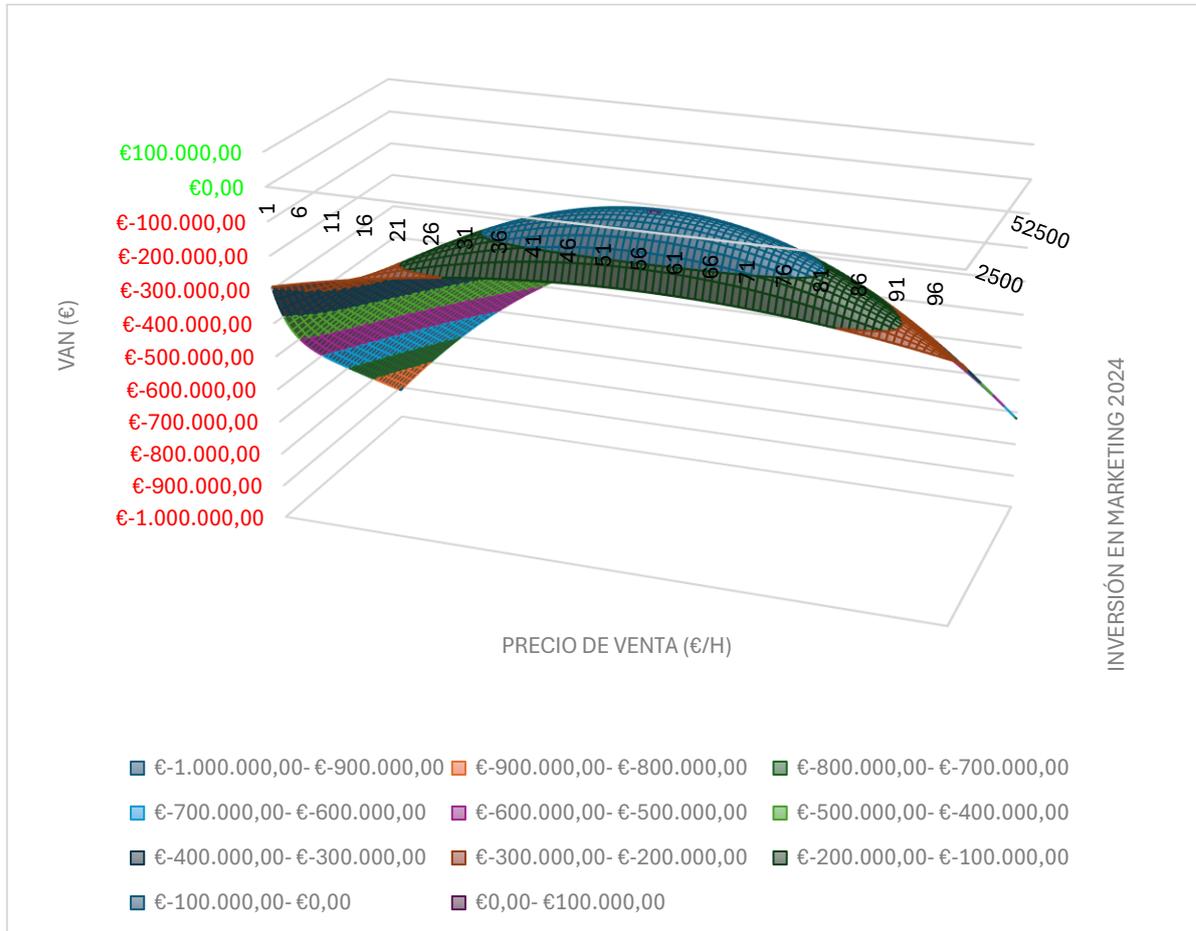
Respecto al “break even” de cada modelo de negocio, se observa que para la plataforma SaaS es necesario un multiplicador de 2,26 junto con una inversión en marketing de 22.500 € y un precio de venta de 66 €/h.



Gráfica 6: "Break even" de la plataforma SaaS. Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto al modelo de negocio de la venta de licencias, el VAN = 0 exacto no se ha podido encontrar con la combinación de inversiones en marketing (de 2.500 € hasta los 100.000 € con diferencias de 2.500 €) y precios de venta ofertados (desde los 120 €

hasta los 12.000 € con diferencias de 120 €), pero, haciendo uso de la fórmula “buscar objetivo” de Excel, se ha podido encontrar el punto crítico más cercano al VAN = 0, el cual ofrece un VAN = 218,43 € para un multiplicador de 1,22, una inversión en marketing en 2024 de 22.500 € y un precio de venta de 6.600 €.



Gráfica 7: "Break even" de la venta de licencias. Fuente: Elaboración Propia.

De esta forma se observa que, para el modelo de la venta de licencias, se necesita simplemente un 22% más de GWs en tramitación de los que finalmente son adjudicados para poder obtener un retorno que haga que el proyecto sea indiferente (VAN = 0), mientras que, para el modelo de negocio de la plataforma SaaS, el número de proyectos debe de incrementar en un 126%, haciendo que el riesgo asociado al modelo de negocio de la venta de licencias sea mucho menor.

4.3 Actuaciones futuras

Como posibles pasos futuros, se recomienda poner en práctica el plan de negocio de la venta de licencias e ir monitorizando los resultados obtenidos, en especial aquellos que han sido estimados y suponen una gran variación en la viabilidad del proyecto:

- El número de GWs que se instalan verdaderamente de manera anual en España
- El multiplicador real para obtener el número de plantas diseñadas anualmente en España
- El alcance al público objetivo de las estrategias de marketing seleccionadas
- El número de clientes reales que se está consiguiendo obtener, pudiendo calcular así el market share real

De esta forma, se podrá corregir el modelo inicial, el cual era de estimación, por un modelo con datos reales, lo cual ayudará a mejorar los resultados futuros y la toma de decisiones. Durante esta monitorización, se debe también ir corrigiendo el modelo realizado para la plataforma SaaS, dado que, una vez incorporados los datos reales del mercado, podría llegar a ser más rentable que la venta de licencias.

A su vez, se recomendaría realizar un estudio del mercado exhaustivo, con el que poder detectar las estrategias de marketing más efectivas y rentables, así como las tendencias del mercado para ofrecer mejores servicios y precios competitivos.

Por último, una vez creado el modelo de estimación de beneficios futuros en base a los datos reales, también se aconseja realizar análisis de estrategia, estudiando si sería posible y rentable expandirse a otros países y, en caso afirmativo, con qué modelo de negocio.

Capítulo 5: Bibliografía

- [1] **Aztec.** (n.d.). *About Us*. Aztec. <https://www.aztec.us/about-us/>
- [2] **Typsa.** (n.d.). *Misión, visión y valores*. Typsa. <https://www.typsa.com/mision-vision-y-valores/>
- [3] **Typsa.** (2023). *Informe anual 2023*. Typsa. https://www.typsa.com/wp-content/uploads/InformeAnual_2023_ES.pdf
- [4] **PVGrad.** (2024). *Design optimization of large-scale solar plants with terrain-adapted trackers*. PVGrad. <https://www.pvgrad.com/wp-content/uploads/2024/02/Design-Optimization-of-Large-Scale-Solar-Plants-with-Terrain-Adapted-Trackers.pdf>
- [5] **PVGrad.** (n.d.-a). *PVGrad*. PVGrad. <https://www.pvgrad.com/>
- [6] **PVGrad.** (n.d.-b). *Characteristics*. PVGrad. <https://www.pvgrad.com/characteristics/>
- [7] y [8] **GrupoTYPESA.** (2021, octubre 7). *PVGRAd® - Innovación para Plantas Solares* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=iE2E04dNczA>
- [9] **PVGrad.** (2024). *Design optimization of large-scale solar plants with terrain-adapted trackers*. PVGrad. <https://www.pvgrad.com/wp-content/uploads/2024/02/Design-Optimization-of-Large-Scale-Solar-Plants-with-Terrain-Adapted-Trackers.pdf>
- [10] **PVGrad.** (2024). *Impact of grading intensity in the LCOE of single-axis tracker utility-scale solar photovoltaic power plants*. PVGrad. <https://www.pvgrad.com/wp-content/uploads/2024/02/Impact-of-Grading-Intensity-in-the-LCOE-of-Single-Axis-Tracker-Utility-Scale-Solar-Photovoltaic-Power-Plants.pdf>
- [11] **PVGrad.** (n.d.-c). *Who is PVGrad for?*. PVGrad. <https://www.pvgrad.com/who-is-pvgrad-for/>
- [12] **Comisión Europea.** (2022, diciembre 14). *La Comisión Europea presenta nuevas iniciativas para mejorar la protección de los consumidores*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_22_3131

- [13] **Comisión Europea.** (2023, julio 12). *La Comisión Europea propone nuevas normas para mejorar la regulación de los mercados digitales.*
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_23_4754
- [14] **Comisión Europea.** (2023). *Spain: Draft updated NECP 2021-2030.*
<https://commission.europa.eu/system/files/2023-06/SPAIN%20-%20DRAFT%20UPDATED%20NECP%202021-2030.pdf>
- [15] **UNEF.** (2023-a). *Informe anual 2023.* Unión Española Fotovoltaica.
<https://energiaestrategica.es/wp-content/uploads/2023/09/INFORME-ANUAL-23-UNEF.pdf>
- [16] **UNEF.** (2023-b). *En 2023 se instalaron en España 1706 MW de autoconsumo fotovoltaico.* Unión Española Fotovoltaica.
<https://www.unef.es/es/comunicacion/comunicacion-post/en-2023-se-instalaron-en-espana-1706-mw-de-autoconsumo-fotovoltaico>
- [17] **Comisión Europea.** (2023). *Spain: Draft updated NECP 2021-2030.*
<https://commission.europa.eu/system/files/2023-06/SPAIN%20-%20DRAFT%20UPDATED%20NECP%202021-2030.pdf>
- [18] **Gobierno de España.** (n.d.). *¿Cuáles son los objetivos del Plan de Recuperación y cómo se articulan?* Gobierno de España.
<https://planderecuperacion.gob.es/preguntas/cuales-son-los-objetivos-del-plan-de-recuperacion-y-como-se-articulan>
- [19] **Jefatura del Estado.** (2021). *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.* Boletín Oficial del Estado.
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2021-8447>
- [20] **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.** (n.d.-a). *Estrategia de Transición Justa.*
https://www.transicionjusta.gob.es/Documents/el_instituto/Convenios_transicion_justa/common/Estrategia_Transicion_Justa_Def.PDF
- [21] **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.** (n.d.-b). *Marco estratégico de energía y clima.* <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/marco-estrategico-energia-clima.html>

- [22] **EY.** (n.d.). *Régimen económico de energías renovables: Las nuevas subastas*. EY.
https://www.ey.com/es_es/alertas-fiscal-legal/regimen-economico-de-energias-renovables-las-nuevas-subastas
- [23] **Fundación Naturgy.** (2023). *Propuesta de actualización del PNIEC 2023-2030*.
<https://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2023/07/propuesta-actualizacion-PNIEC-2023-2030.pdf>
- [24] **Red Eléctrica de España.** (2024). *Informe del sistema eléctrico nacional 2023*.
https://www.ree.es/sites/default/files/paragraph/2024/03/file/2103_NP_ISE_Nacional.pdf
- [25] **Fundación Naturgy.** (2023). *Propuesta de actualización del PNIEC 2023-2030*.
<https://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2023/07/propuesta-actualizacion-PNIEC-2023-2030.pdf>
- [26] **Red Eléctrica de España.** (n.d.-a). *Potencia instalada*. Red Eléctrica de España.
<https://www.ree.es/es/datos/generacion/potencia-instalada>
- [27] **Red Eléctrica de España.** (2024, marzo). *España pone en servicio en 2023 la mayor cifra de potencia instalada solar fotovoltaica de su historia*.
<https://www.ree.es/es/sala-de-prensa/actualidad/nota-de-prensa/2024/03/espana-pone-en-servicio-en-2023-la-mayor-cifra-de-potencia-instalada-solar-fotovoltaica-de-su-historia>
- [28] **Fundación Naturgy.** (2023). *Propuesta de actualización del PNIEC 2023-2030*.
<https://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2023/07/propuesta-actualizacion-PNIEC-2023-2030.pdf>
- [29] **Fundación Naturgy.** (2023). *Propuesta de actualización del PNIEC 2023-2030*.
<https://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2023/07/propuesta-actualizacion-PNIEC-2023-2030.pdf>
- [30] **Trzaska, R., Sulich, A., Organa, M., Niemczyk, J., & Jasiński, B.** (2021). *Digitalization business strategies in energy sector: Solving problems with uncertainty under Industry 4.0 conditions*. *Energies*, 14(23), 7997.
<https://doi.org/10.3390/en14237997>

- [31] **Siuta-Tokarska, B., Kruk, S., Krzemiński, P., Thier, A., & Żmija, K.** (2022). *Digitalisation of enterprises in the energy sector: Drivers—Business models—Prospective directions of changes*. *Energies*, 15(23), 8962. <https://doi.org/10.3390/en15238962>
- [32] **Singh, M., Jiao, J., Klobasa, M., & Frietsch, R.** (2022). *Servitization of energy sector: Emerging service business models and startup's participation*. *Energies*, 15(7), 2705. <https://doi.org/10.3390/en15072705>
- [33] **Borowski, P. F.** (2021). *Digitization, digital twins, blockchain, and Industry 4.0 as elements of management process in enterprises in the energy sector*. *Energies*, 14(7), 1885. <https://doi.org/10.3390/en14071885>
- [34] **Küfeoğlu, S., Liu, G., Anaya, K., & Pollitt, M. G.** (2019). *Digitalisation and new business models in energy sector* (Cambridge Working Papers in Economics No. 1). University of Cambridge, Faculty of Economics. <http://www.jstor.org/stable/resrep30431> (Accedido el 16 de junio de 2024)
- [35] **Giehl, J., Göcke, H., Grosse, B., Kochems, J., & Müller-Kirchenbauer, J.** (2020). *Survey and classification of business models for the energy transformation*. *Energies*, 13(11), 2981. <https://doi.org/10.3390/en13112981>
- [36] **Rajala, R., Rossi, M & Tuunainen, v.** (n.d.). *A Framework for Analyzing Software Business Models*. CiteseerX. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=127329b4b6ff6072ef498df910741d66eae183d1>
- [37] **McHugh, P.** (1999). *Making it big in software: A guide to success for software vendors with growth ambitions*. Rubic Publishing.
- [38] **Strategyzer.** (n.d.). *The business model canvas*. Strategyzer. <https://www.strategyzer.com/library/the-business-model-canvas>
- [39] **The Power Education.** (n.d.). *Business model canvas*. The Power Education. <https://global.thepower.education/blog/business-model-canvas>
- [40] **Kovalenko, B., Kovalenko, E., Yakovleva1, T.** (2021) *Digital business models and company growth opportunities in the energy market*. En *E3S Web of Conferences* (Vol. 250, p. 06006). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126006>

- [41] **Mavink.** (n.d.). *Análisis FODA en español*. Mavink.
<https://mavink.com/explore/SWOT-analysis-Espanol>
- [42] **PVcase.** (n.d.). *Ground mount*. PVcase. <https://pvcase.com/ground-mount/>
- [43] **Autodesk.** (n.d.). *Autodesk app: [Nombre de la aplicación]*. Autodesk.
<https://apps.autodesk.com/ACD/en/Detail/Index?id=9082244923884454057&appLang=en&os=Win64>
- [44] **Anderson Optimization.** (n.d.). *Home*. Anderson Optimization.
<https://andersonoptimization.com/>
- [45] **PitchBook.** (n.d.). *Company overview: [Nombre de la empresa]*. PitchBook.
<https://pitchbook.com/profiles/company/233764-30#overview>
- [46] **PVComplete.** (n.d.). *Home*. PVComplete. <https://pvcomplete.com/>
- [47] **PVComplete.** (n.d.). *Pricing*. PVComplete. <https://pvcomplete.com/pricing/>
- [48] **Kona Equity.** (n.d.). *PVComplete, Inc.* Kona Equity.
<https://www.konaequity.com/company/pvcomplete-inc-4397980752/>
- [49] **Rated Power.** (n.d.). *PVDesign*. Rated Power. <https://ratedpower.com/pvdesign/>
- [50] **Rated Power.** (n.d.). *Pricing*. Rated Power. <https://ratedpower.com/pricing/>
- [51] **El Referente.** (2023, 13 de abril). *La SaaS española RatedPower adquirida por la empresa americana Enverus*. El Referente. <https://elreferente.es/actualidad/saas-espanola-ratedpower-adquirida-empresa-americana-enverus/>
- [52] **PitchBook.** (n.d.). *Company overview: [Nombre de la empresa]*. PitchBook.
<https://pitchbook.com/profiles/company/233420-41#overview>
- [53] **FTC Solar.** (n.d.). *SUNDAT*. FTC Solar. <https://www.ftcsolar.com/sundat/>
- [54] **FTC Solar.** (n.d.). *SUNDAT web pricing page two*. FTC Solar.
<https://www.ftcsolar.com/sundat/sundat-web-pricing-page-two/>
- [55] **UNEF.** (2023). *Informe anual 2023*. Unión Española Fotovoltaica.
<https://energiaestrategica.es/wp-content/uploads/2023/09/INFORME-ANUAL-23-UNEF.pdf>

- [56] **Red Eléctrica de España.** (n.d.). *Potencia instalada*. Red Eléctrica de España.
<https://www.ree.es/es/datos/generacion/potencia-instalada>
- [57] **Red Eléctrica de España.** (2024, 28 de marzo). *España pone en servicio en 2023 la mayor cifra de potencia instalada solar fotovoltaica de su historia*. Red Eléctrica de España. <https://www.ree.es/es/sala-de-prensa/actualidad/nota-de-prensa/2024/03/espana-pone-en-servicio-en-2023-la-mayor-cifra-de-potencia-instalada-solar-fotovoltaica-de-su-historia>
- [58] **Energía Estratégica.** (2024, 29 de marzo). *El Excel: todos los proyectos por más de 45 GW renovables que avanzan en España este año*. Energía Estratégica.
<https://energiaestrategica.es/el-excel-todos-los-proyectos-por-mas-de-45-gw-renovables-que-avanzan-en-espana-este-ano/>
- [59] **Energía Estratégica.** (2024, 30 de marzo). *35 GW fotovoltaicos en tramitación*. Energía Estratégica. <https://energiaestrategica.es/35-gw-fotovoltaicos-en-tramitacion/>
- [60] **Cinco Días.** (2021, 26 de enero). *[Capital Energy, X-Elio, Iberdrola y Naturgy, grandes adjudicatarias de la subasta de renovables]*. El País.
https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/01/26/companias/1611651437_110731.html#
- [61] **eWebinar.** (n.d.). *Coste de webinars*. eWebinar.
<https://es.ewebinar.com/blog/webinar-cost>
- [62] **The Smarter E.** (n.d.). *Request budget planner*. The Smarter E.
<https://cockpit.thesmartere.de/en/c/BoothRequest/requestBudgetPlanner>
- [63] **Enertic.** (n.d.). *Congreso*. Enertic. <https://enertic.org/congreso/>
- [64] **Yirepa.** (n.d.). *Determinar la tasa de descuento*. Yirepa.
<https://yirepa.es/determinar-tasa-descuento.html>
- [65] **Raisin.** (n.d.). *¿Qué es la prima de riesgo?* Raisin.
<https://www.raisin.es/educacion-financiera/que-es-la-prima-de-riesgo/>
- [66] **YCharts.** (n.d.). *Spain 5-year government bond yield*. YCharts.
https://ycharts.com/indicators/spain_5_year_government_bond_yield

[67] **Datosmacro.** (n.d.). *Prima de riesgo en España*. Expansión.

<https://datosmacro.expansion.com/prima-riesgo/espana>

[68] **Solar Power World.** (2022). *2022 top solar contractors*. Solar Power World.

<https://www.solarpowerworldonline.com/2022-top-solar-contractors/>

Capítulo 6: Anexos

ANEXO A: Modelo Canvas

<p>Soportes Clave</p> <p><u>Comunes:</u> Organizadores de conferencias, editoriales de revistas, páginas web relevantes en el sector, organizadores de eventos, empresas de ingeniería especializadas en construcción de plantas, grandes constructoras, consultoras de energía renovable, proveedores de tecnología de autenticación y seguridad, proveedor de tecnologías de pago y proveedor de un sistema de gestión de relación con clientes.</p> <p><u>Plataforma SaaS:</u> Diseñadores de plataformas SaaS, proveedores de bases de datos, infraestructura en la web.</p> <p><u>Venta de licencias:</u> Diseñadores de páginas web y repositorios de software, proveedores de servidores de licencias, sistemas de soporte, control de acceso y gestión de licencias.</p>	<p>Key Activities</p> <p><u>Comunes:</u> Marketing y Training</p> <p><u>Plataforma SaaS:</u> Diseño de plantas, logística de proyectos, diseño front-end y back-end</p> <p><u>Venta licencias:</u> Servicio al cliente, cursos de formación (<u>Webinars</u>), training técnico y de habilidades personales y profesionales, logística de reparto de gestión de licencias</p>	<p>Propuestas de Valor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrolladores de proyectos: Análisis de movimiento de tierras, optimización del trazado de plantas, análisis del tipo de seguidores, LCOE resultante, impacto ambiental y diseño de acero optimizado. - Empresas <u>EPFCistas:</u> Coste de construcción preliminar, modelos digitales de planta, tolerancias, superficies 3D y tablas de aprovisionamiento. - Empresas de consultoría e ingeniería: Diseños optimizados de las plantas como documentación y garantía. - Entidades financieras: Tareas de <u>Due Diligence</u> técnicas, estimación de viabilidad económica y CAPEX necesario. 	<p>Relaciones con Cliente</p> <p><u>Plataforma SaaS:</u> A través de la plataforma.</p> <p><u>Venta de licencias:</u> <u>Webinars</u> didácticos y servicio al cliente vía chat y teléfono.</p>	<p>Recursos Clave</p> <p><u>Comunes:</u> software <u>PVGRAD™</u>, equipo de marketing, dispositivos digitales y otros indispensables, tecnologías de pago y autenticación, sistema Salesforce.</p> <p><u>Plataforma SaaS:</u> Base de datos, tecnologías de diseño <u>front-end</u> y <u>back-end</u>, infraestructura en la nube, equipo de ingenieros.</p> <p><u>Venta de licencias:</u> Sistema de gestión de licencias, servidor web, tecnologías de diseño web, sistema de soporte y equipo de servicio al cliente.</p>
<p>Segmentos de Clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrolladores de proyectos - Empresas <u>EPFCistas</u> - Empresas de consultoría e ingeniería - Entidades financieras 	<p>Canales de Venta</p> <p><u>Webinars</u></p> <p>Artículos de prensa</p> <p>Eventos de la Industria</p> <p>Conferencias</p> <p>Redes Sociales</p> <p>Marketing por email</p>	<p>Fuentes de Ingresos</p> <p><u>Plataforma SaaS:</u> Pago individual por proyecto, ofertando el precio por horade ingeniería dedicada a él.</p> <p><u>Venta de Licencias:</u> Tarifa anual por licencia.</p>		
<p>Estructura de Costes</p> <p><u>Comunes:</u> Costes de marketing y publicidad, costes de personal, costes operativos y de training.</p> <p><u>Plataforma SaaS:</u> Coste de diseño de la plataforma SaaS, Coste del equipo de ingenieros, costes operativos de la plataforma SaaS.</p> <p><u>Venta de Licencias:</u> Coste de diseño de la página web de descarga (repositorio), costes del equipo de servicio al cliente, costes operativos de la venta de licencias.</p>				