

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

PVDRON

“SOLUCIONES INTEGRALES DE MANTENIMIENTO PARA
INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS”

Madrid, 1 de julio de 2019

Luis Francisco Babiano Píriz
David de la Calzada Lorenzo
Agustín Fernández Faraone
Jesús Manuel Martí de la Varga

ÍNDICE

ÍNDICE	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	5
1 Introducción	6
1.1 Situación actual de la energía solar fotovoltaica	6
1.2 Importancia del mantenimiento en una instalación solar fotovoltaica.....	6
1.3 Análisis del sector: previsión de crecimiento del sector fotovoltaico	8
2 Propuesta de valor: sistema integral de gestión de mantenimiento de PVdron.....	9
2.1 Valor diferencial: inspección termográfica apoyada en IA mediante drones	12
2.1.1 ¿Qué es Inteligencia Artificial (IA)?.....	13
2.1.2 ¿Qué es Machine Learning (ML)?	13
2.1.3 ¿Qué es Deep Learning (DL)?.....	14
2.1.4 ¿Qué son las “Artificial Neuronal Network” (ANN)?.....	15
2.1.5 ¿Y cómo pone esto en práctica PVdron?	16
3 Plan de operaciones	18
3.1.1 Estimaciones salariales	19
3.1.2 Estimación de crecimiento	20
3.1.3 Necesidades de personal	21
3.1.4 Equipos necesarios	22
3.1.4.1 Vehículo	22
3.1.4.2 Drones	22
3.1.4.3 Herramientas.....	23
3.1.4.4 EPI	23
3.1.4.5 Telefonía	23
3.1.5 Curso de formación de piloto de drones	23
4 Plan de marketing.....	24
4.1 Imagen corporativa	24
5 Plan financiero.....	25
5.1 Introducción	25
5.2 Ingresos 2020 - 2023	26
5.3 Inversiones 2020 - 2023	26

5.4	Gastos 2020 - 2023.....	27
5.5	Cuenta de Resultados.....	28
5.6	Plan de Tesorería.....	29
5.7	Balance de situación	30
5.8	Plan de Financiación.....	30
5.8.1	Financiación propia.....	31
5.8.2	Financiación ajena	31
5.9	Conclusiones	31
6	PVdron es un valor seguro	31
	LISTAS DE REFERENCIAS.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 - Sistema integral de gestión de mantenimiento ofertado por PVdron	9
Tabla 3.1 - Estimación salarial de un técnico de mantenimiento. Fuente [13].....	19
Tabla 3.2 - Estimación salarial de un Asset Manager. Fuente [13].....	19
Tabla 3.3 - Estimación salarial de un Business Development. Fuente [13].....	19
Tabla 3.4 - Evolución de los contratos obtenidos.....	20
Tabla 3.5 - Necesidades de personal (línea base neutra).....	21
Tabla 3.6 - Necesidades de personal (línea base pesimista)	21
Tabla 3.7 - Necesidades de personal (línea base optimista)	21
Tabla 3.8 - Vehículos necesarios.....	22
Tabla 3.9 - Drones necesarios.....	22
Tabla 5.1 - Ventas anuales	26
Tabla 5.2 - Inversión inicial	26
Tabla 5.3 - Inversiones anuales.....	26
Tabla 5.4 - Amotizaciones.....	27
Tabla 5.5 - Gastos 4 primeros años de PVdron.....	27
Tabla 5.6 - Resultado del ejercicio.....	28
Tabla 5.7 - Plan de tesorería	29
Tabla 5.8 - Balance de situación	30
Tabla 5.9 - Distribución financiera	31

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1 - Precios medios mensuales del módulo fotovoltaico europeo según su tecnología y país de fabricación, marzo de 2010 - mayo de 2018 (arriba) y precios medios anuales de los módulos por mercado en 2013 y 2018 (abajo). Fuente [1].....	6
Ilustración 1.2 - Sistema integral de gestión de mantenimiento	7
Ilustración 2.1 - Mapa de la potencia fotovoltaica instalada en España. Adaptado [6].....	8
Ilustración 2.2 - IA/ML/DL.....	12
Ilustración 2.3 - Machine Learning	13
Ilustración 2.4 - Clasificación	14
Ilustración 2.5 - Clustering	14
Ilustración 2.6 - Regresión	14
Ilustración 2.7 - Machine Learning vs Deep Learning. Fuente [8]	15
Ilustración 2.8 - Estructura de las redes neuronales	15
Ilustración 2.9 - Estructura Convolutiva Neuronal Network. Fuente [11]	17
Ilustración 2.10 - Convolutiva Neuronal Network. Fuente [11].....	17
Ilustración 3.1 - Diagrama de flujo de las operaciones de PVdron.....	18
Ilustración 3.2 - Dron Matrice 600 Pro	22
Ilustración 3.3 - Espacio aero-restringido. Fuente [14]	23
Ilustración 4.1 - Logo de PVdron.....	24
Ilustración 5.1 - Progresión de ingresos y gastos (2020 - 2023).....	28
Ilustración 5.2 - Progresión de ventas con EDITDA (2020 - 2023).....	29

1 Introducción

1.1 Situación actual de la energía solar fotovoltaica

La tecnología solar fotovoltaica está teniendo grandes avances en la última década: incremento del rendimiento y de la capacidad de producción de energía, decrecimiento en el precio por vatio instalado de los módulos fotovoltaicos (como se puede observar en el gráfico de la ilustración 1.1), detección de defectos en los módulos para poder subsanarlos y aumentar la vida útil de la instalación, mejora de los conexionados para minimizar pérdidas, etc.

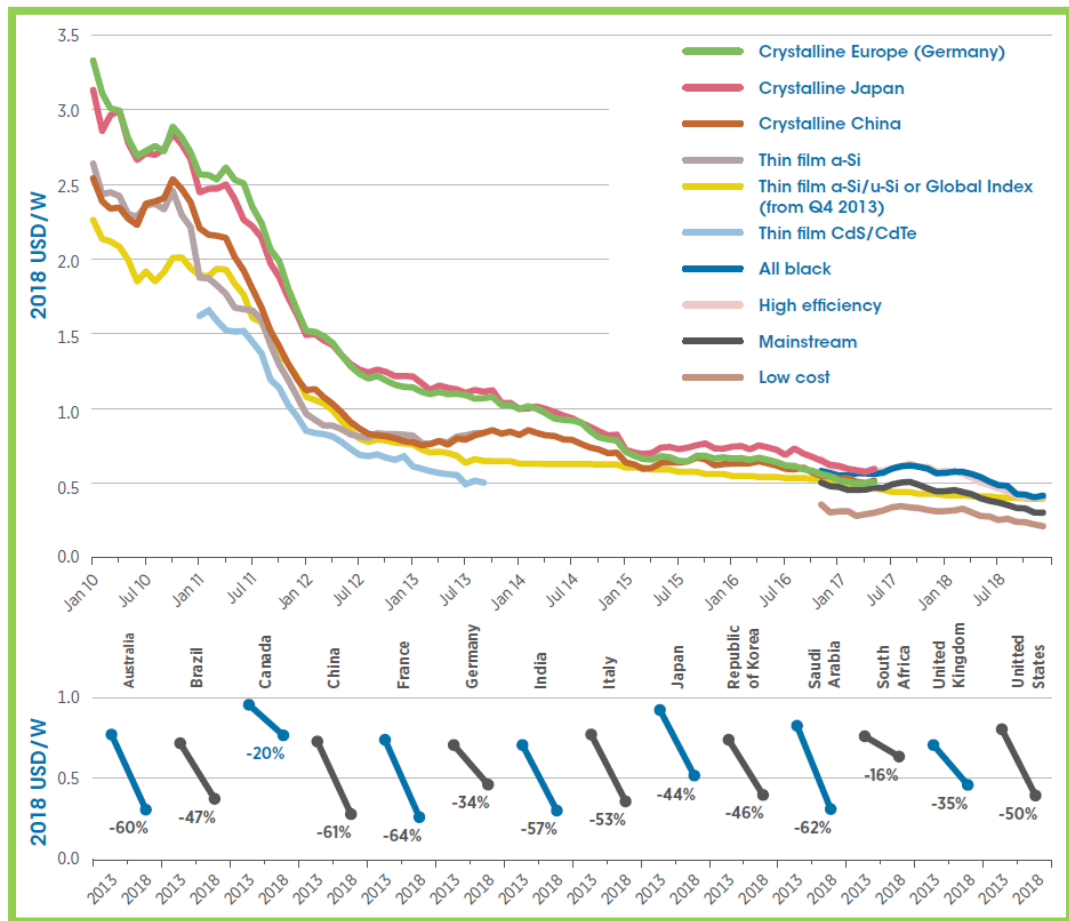


Ilustración 1.1 - Precios medios mensuales del módulo fotovoltaico europeo según su tecnología y país de fabricación, marzo de 2010 - mayo de 2018 (arriba) y precios medios anuales de los módulos por mercado en 2013 y 2018 (abajo). Fuente [1]

1.2 Importancia del mantenimiento en una instalación solar fotovoltaica

Tradicionalmente, los costes de Operación y Mantenimiento (O&M) en instalaciones de generación fotovoltaica no se consideraban un gran desafío para la economía de éstas. Sin embargo, tras varias investigaciones, se comprobó que la potencia instalada reduce su rendimiento significativamente en un corto espacio de tiempo. Por este motivo, la proporción de costes de O&M, en el coste nivelado de la energía o "Levelized Cost of Energy" (LCOE) de la energía solar fotovoltaica, comenzó a incrementarse en el mercado global.

El LCOE permite comparar los costes unitarios embebidos en cada unidad de energía producida durante la vida útil de diferentes tecnologías de generación, tal y como muestra la expresión (1.1). Por tanto, es un indicador fiable de la eficiencia de la tecnología de generación.

$$LCOE = \frac{\text{Coste total vida útil}}{\text{Generación total de energía}} \left[\frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right] \quad (1.1)$$

Los costes de O&M en algunos mercados de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), como Alemania y el Reino Unido, se estiman en un 20% - 25% del LCOE [2].

Desglosando los costes de O&M en el Reino Unido durante el año 2014, según “*The Solar Trade Association*”, podemos observar que:

- El 45 % de los costes de O&M son exclusivamente de mantenimiento.
- El 18 % de los costes de O&M son alquileres de tierras.
- El 15 % de los costes de O&M son tasas o impuestos locales.
- El 7 % de los costes de O&M son derivados de los seguros.
- El 4 % de los costes de O&M se generan por la seguridad privada.
- El 4 % de los costes de O&M son costes de administración.
- El 2 % de los costes de O&M incluyen la electricidad comprada.

Los costes de O&M en instalaciones fotovoltaicas de Estados Unidos en 2016, son en torno a 18 USD / kW_{AC} por año [3].

Dado que dentro de los costes de O&M, el mantenimiento supone casi la mitad de éstos, intuimos que debe ser un punto fuerte en cualquier instalación fotovoltaica, si no, podría incrementarse el LCOE particular de la instalación.

La estrategia de mantenimiento que se adopte en las instalaciones fotovoltaicas a partir de estas consideraciones, viene derivada de estrategias que se han probado durante años en instalaciones convencionales de generación eléctrica. Ésta debe adaptarse para poder cubrir las necesidades eléctricas y mecánicas de la propia instalación, el mantenimiento de los terrenos, la seguridad, los impuestos, los sistemas de comunicación, etc.

Independientemente de la estrategia de mantenimiento, PVdron debe plasmar un buen modelo operacional de la planta, con unos pilares fundamentales de trabajo basados en inspecciones periódicas, supervisiones y monitorizaciones del sistema, reparaciones de la instalación, y un mantenimiento programado, entre otros.

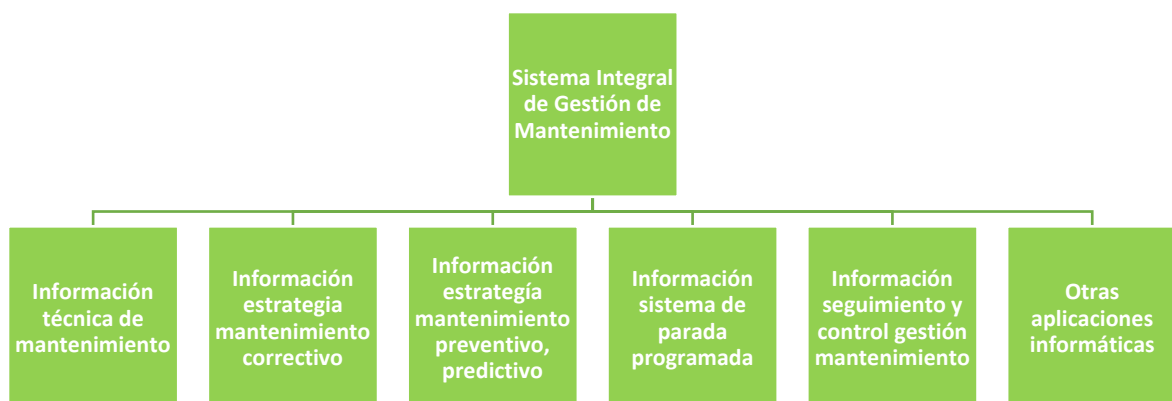


Ilustración 1.2 - Sistema integral de gestión de mantenimiento

En esta línea de trabajo, resulta imprescindible mejorar ciertas técnicas aplicadas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo. Todas estas técnicas están incluidas en

un sistema integral de gestión de mantenimiento de cualquier instalación, como se puede observar en la ilustración 1.2.

Hoy en día hay numerosos avances en este campo, por ejemplo: la empresa TrinaSolar, ha lanzado la herramienta TrinaPro capaz de reducir significativamente el LCOE. TrinaPro prevé mejorar entre el 10% y el 30% el aprovechamiento de la energía en la instalación gracias a una interpretación inteligente de los costes de O&M [4].

1.3 Análisis del sector: previsión de crecimiento del sector fotovoltaico

Tenemos que diferenciar dos mercados:

- Mercado de grandes centros de generación de energía fotovoltaica → 1 - 50 MW.
- Mercado de autoconsumo → < 100 kW.

En España, la potencia total instalada es de 98.955,5 MW frente a los 6.864,3 MW de potencia fotovoltaica instalada, lo que representa un 6,94 % del total [5].

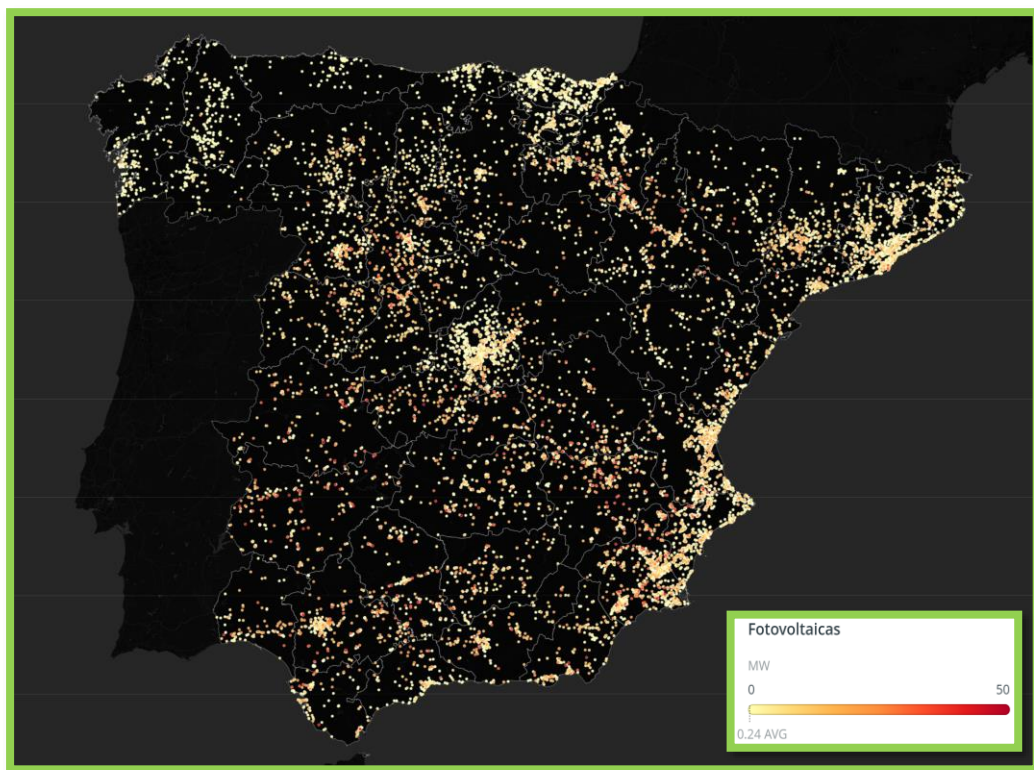


Ilustración 2.1 - Mapa de la potencia fotovoltaica instalada en España. Adaptado [6]

PVdron se centrará principalmente en el mercado de grandes centros de generación de energía fotovoltaica, puesto que el Gobierno de España ha adjudicado en el 2017, 4000 MW adicionales a la potencial ya instalada, y, además, tiene previsto crear 3000 MW por año a corto plazo.

Dentro de la potencia ya instalada, podemos diferenciar tres grandes núcleos de creación de líneas de negocio para PVdron [5]:

- Plantas de 1 - 5 MW de potencia instalada → 209 plantas con 485 MW instalados.
- Plantas de 5 - 10 MW de potencia instalada → 77 plantas con 624 MW instalados.
- Plantas de 10 - 50 MW de potencia instalada → 18 plantas con 524 MW instalados.

Por último, aunque no sea la línea principal de negocio, hay una oportunidad dentro del sector del autoconsumo que no se puede descartar. A día de hoy es difícil prever su futuro, puesto que el Real Decreto 244/2019 aun deja cabos sueltos, sobre todo, en instalaciones

de titularidad compartida. No obstante, ofrece un buen punto de partida y un escenario favorable para que se desarrolle esta oportunidad de negocio.

2 Propuesta de valor: sistema integral de gestión de mantenimiento de PVdron

La propuesta de valor de PVdron se ha diseñado gracias al asesoramiento de diferentes profesionales dentro de empresas u organismos punteros:

- **Nobesol** → Empresa especializada en el campo de la energía solar fotovoltaica.
 - Visión general del Mantenimiento de las plantas fotovoltaicas y posibles soluciones a errores comunes.
- **Drone by drone** → Operadora y escuela de pilotos de drones.
 - Legislación y buenas prácticas en el control de los drones. Asesoramiento de modelos de drones y cámaras térmicas.
- **Enertis** → Empresa especializada en ensayos de módulos fotovoltaicos.
 - Asesoramiento en técnicas de electroluminiscencia.
- **Clean Energy Associates** → Empresa especializada en ensayos de módulos fotovoltaicos.
 - Asesoramiento en técnicas de electroluminiscencia.
- **Axpo** → Empresa energética.
 - Asesoramiento sobre ESIOS.
- **Universidad de León** → Grupo de investigación Energy Resources' Smart Management, especialista en energías renovables.
 - Asesoramiento en la detección de defectos en módulos fotovoltaicos.
- **Duro Felguera** → Empresa energética.
 - Asesoramiento con temas de autoconsumo fotovoltaico.
- **Vela Energy** → Empresa especializada en el campo de las energías renovables.
 - Asesoramiento en la creación de un sistema integral de mantenimiento.
- **Arbro Consulting** → Consultoría energética.
 - Asesoramiento sobre costes de Operación y Mantenimiento por MW instalado.
- **Ingeteam** → Empresa especializada en inversores fotovoltaicos.
 - Asesoramiento en la parametrización de datos de inversores.
- **Drotium** → Fabricantes de movilidad.
 - Validación de la idea de los drones termográficos.

Tabla 2.1 - Sistema integral de gestión de mantenimiento ofertado por PVdron

		FRECUENCIA	ALCANCE
A	ACTIVIDAD GENERALES		
A.1	Informe sobre el análisis del rendimiento de la instalación	Mensual	-
A.2	Informe sobre mantenimiento correctivo y estado de la instalación	Mensual	-
A.3	Monitorización de parámetros	Diario	-
A.4	Comprobación de cámaras de seguridad	Diario	-
A.5	Limpieza de módulos	Semanal	-

A.6	Inspección del stock de recambios	Mensual	-
A.7	Reunión de seguimiento OM	Trimestral	-
A.8	Reunión de seguimiento AM	Semestral	-
B	REVISIONES DE ENTIDADES CERTIFICADAS		
B.1	Inspección de instalaciones de BT por OCA	Quinquenal	-
B.2	Inspección de instalaciones de MT/AT por OCA	Trianual	-
B.3	Inspección de líneas de MT/AT por OCA	Trianual	-
B.4	Revisión de sistemas extinción de incendios por OCA	Anual	-
B.5	Revisión de certificación de huecos de tensión	Quinquenal	-
B.6	Verificaciones e inspecciones de puntos de medida por REE	Quinquenal	-
B.7	Medidas de seguimiento de la DIA/Calificación ambiental	Anual	-
B.8	Calibración de sensores de la estación meteorológica	Anual	-
B.9	Revisión de las líneas de vida	Anual	-
1	ESTRUCTURA DE SOPORTE Y CIMENTACIONES		
1.1	Comprobación visual de la estructura soporte	Semestral	100%
1.2	Comprobación del par de apriete uniones atornilladas	Anual	100%
1.3	Inspección del estado físico de la estructura: fisuras, deformaciones y protección galvánica	Semestral	100%
1.4	Inspección del estado cimentaciones	Semestral	100%
1.5	Medición de la resistencia de la puesta a tierra de la estructura	Anual	100%
2	SEGUIDORES (en el caso de que la instalación los tenga)		
2.1	Comprobación del seguimiento y ajuste posición	Trimestral	100%
2.2	Mantenimiento según especificaciones del fabricante	Semestral	100%
2.3	Inspección del estado físico: fisuras, deformaciones y protección galvánica	Semestral	100%
2.4	Medición de la resistencia de la puesta a tierra del seguidor	Anual	100%
3	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS		
3.1	Inspección visual de módulos fotovoltaicos para detección de posibles defectos	Anual	100%
3.2	Inspección de las cajas de conexiones y uniones multicontacto	Anual	100%
3.3	Análisis con drones termográficos para detección de puntos calientes	Anual	100%
3.4	Medición de curvas I-V	Anual	5%
3.5	Control del "Potential Induced Degradation" con drones termográficos	Anual	100%

3.6	Ensayo en laboratorio (externalizado)	Anual	Muestra
4	INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT/CC		
4.1	Inspección y limpieza cuadros de concentración	Semestral	100%
4.2	Medición de Icc y Voc	Semestral	100%
4.3	Comprobación del estado descargadores de sobretensión	Semestral	100%
4.4	Medición de la resistencia de puesta a tierra	Anual	100%
4.5	Análisis con drones termográficos	Semestral	100%
5	INVERSORES		
5.1	Revisión visual del estado de los componentes: cableado y conexiones	Semestral	100%
5.2	Revisión de variables eléctricas instantáneas	Semestral	100%
5.3	Mantenimiento según especificaciones del fabricante	Semestral	100%
5.4	Comprobación de la función de la ventilación y los termostatos	Semestral	100%
5.5	Limpieza de los inversores	Semestral	100%
5.6	Análisis con drones termográficos	Semestral	100%
5.7	Reapriete de los terminales de entrada CC y CA	Anual	100%
5.8	Medición de la resistencia de puesta a tierra de los inversores	Anual	100%
6	INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT/CA		
6.1	Inspección y limpieza de cuadros de BT	Semestral	100%
6.2	Análisis con drones termográficos	Semestral	100%
6.3	Comprobación de la actuación de protecciones diferenciales	Semestral	100%
6.4	Comprobación del estado descargadores de sobretensión	Semestral	100%
6.5	Medición de resistencia de puesta a tierra	Anual	100%
7	ARMARIOS DE MEDIDA		
7.1	Revisión del estado y funcionamiento de equipos contadores y transformadores de medida	Mensual	100%
8	SERVICIOS AUXILIARES		
8.1	Inspección de la instalación de SSAA	Anual	100%
9	INSTALACIÓN ELÉCTRICA MT (CENTROS)		
9.1	Mantenimiento según especificaciones del reglamento	Anual	100%
10	INSTALACIÓN ELÉCTRICA MT (SET)		
10.1	Mantenimiento según especificaciones del reglamento	Anual	100%
11	ESTACIÓN METEOROLÓGICA		
11.1	Revisión de la estación meteorológica	Semestral	100%

11.2	Comprobación del estado y funcionamiento de los sensores	Diario	100%
12	SISTEMA DE COMUNICACIONES Y MONITORIZACIÓN		
12.1	Inspección del hardware del SCADA	Anual	100%
12.2	Mantenimiento del sistema de comunicaciones	Anual	100%
13	SISTEMA DE SEGURIDAD		
13.1	Mantenimiento del sistema de seguridad	Trimestral	100%
14	OBRA CIVIL Y GENERAL PARCELA		
14.1	Revisión de edificios	Anual	100%
14.2	Inspección visual de canalizaciones, arquetas y caminos	Anual	100%
14.3	Inspección general del cerramiento y puertas de acceso	Anual	100%
14.4	Control de la vegetación y desbroces	Semestral	100%

Cada cliente podrá configurar su propio plan de mantenimiento ajustado a las necesidades de la instalación.

2.1 Valor diferencial: inspección termográfica apoyada en IA mediante drones

Antes de proceder a la explicación de la metodología utilizada por PVdron, vemos conveniente realizar una aclaración conceptual introductoria de terminologías clave tales como Inteligencia Artificial, Machine Learning o Deep Learning.

La manera más sencilla de relacionar estos tres conceptos, es visualizarlos conformando círculos concéntricos, de tal modo, que de fuera hacia dentro queden situados en el siguiente orden: Inteligencia Artificial, Machine Learning y Deep Learning.

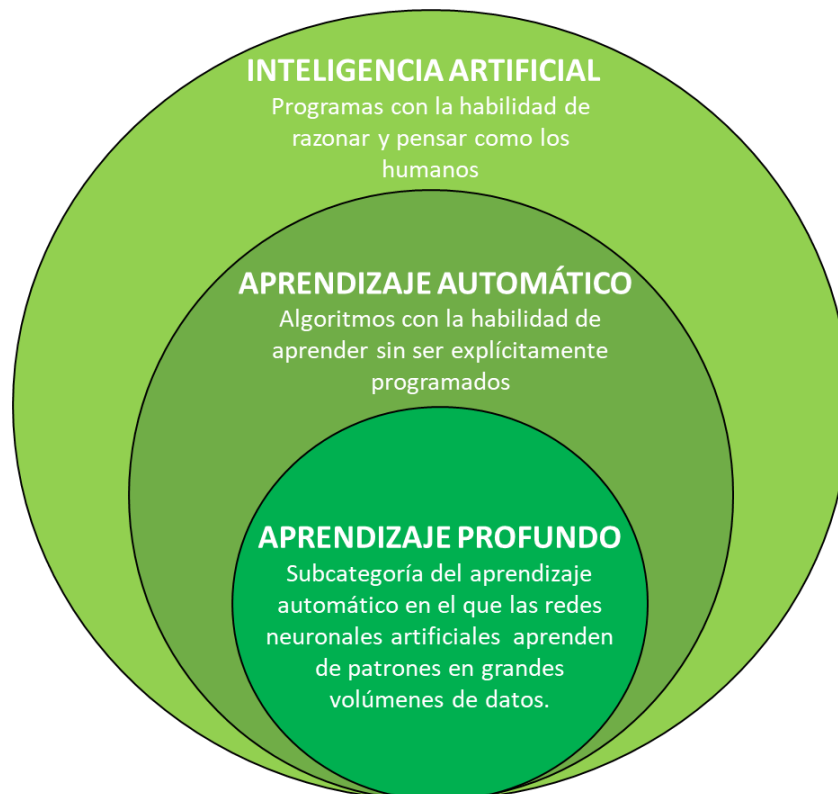


Ilustración 2.2 - IA/ML/DL

En el año 1956, surge una idea que postulaba que las máquinas eran capaces de ejecutar tareas de un modo más eficiente del que era capaz el ser humano y a partir de esta percepción, se asientan las bases de la actualidad, que dictaminan que las máquinas basándose en el análisis de patrones de grandes volúmenes de datos, pueden aprender y realizar predicciones.

La Visión Artificial “*Artificial Vision*”, utiliza técnicas innovadoras como Deep Learning para realizar el análisis de imágenes. Estas técnicas, son las utilizadas en PVdron para tratar las imágenes captadas por los drones y conseguir la mayor eficiencia posible en el procesamiento de datos y por ende un mejor mantenimiento. Se consigue con ello automatizar el proceso de mantenimiento.

2.1.1 ¿Qué es Inteligencia Artificial (IA)?

La inteligencia artificial (IA) hace posible que las máquinas aprendan de la experiencia, se ajusten a nuevos retos y realicen tareas con la capacidad de razonar como los humanos. La manera de interactuar es a través del lenguaje natural, con el fin de que las máquinas sean capaces de resolver problemas de manera más rápida y eficiente que nosotros.

2.1.2 ¿Qué es Machine Learning (ML)?

Es la capacidad de aprendizaje que tienen las máquinas utilizando algoritmos complejos sin tener que ser explícitamente programadas. Éstas, analizan el conjunto de datos de muestra e identifican patrones a través de los cuales son capaces de realizar predicciones.

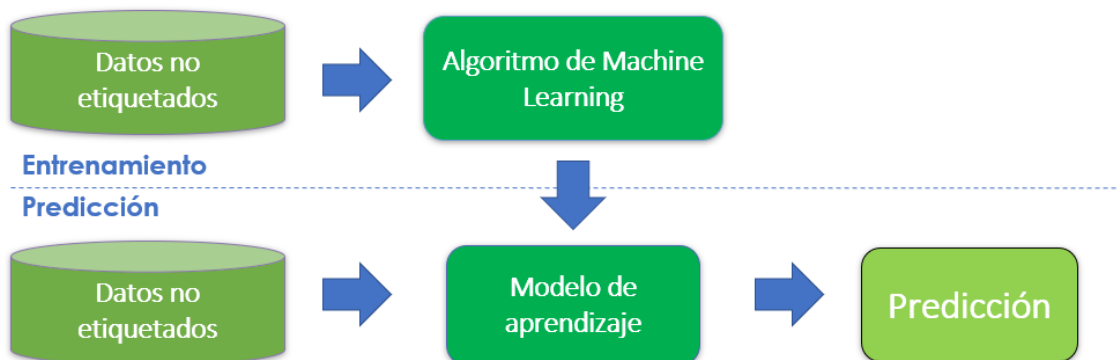


Ilustración 2.3 - Machine Learning

Dentro del Machine Learning podemos encontrar tres tipos diferenciados de aprendizaje:

1º) Aprendizaje supervisado: En los algoritmos de aprendizaje supervisado se genera un modelo predictivo, basado en datos de entrada y de salida. La palabra clave “supervisado” viene de la idea de tener un conjunto de datos previamente etiquetado y clasificado, es decir, tener un conjunto de muestra, del que ya se sabe a qué grupo, valor o categoría pertenecen los ejemplos. Con este grupo de datos, denominados datos de entrenamiento “*training*”, se realiza el ajuste al modelo inicial planteado. De esta, forma es como el algoritmo va “aprendiendo” a clasificar las muestras de entrada, comparando el resultado del modelo y la etiqueta real de la muestra, realizando las compensaciones respectivas al modelo de acuerdo a cada error, en la estimación del resultado [7].

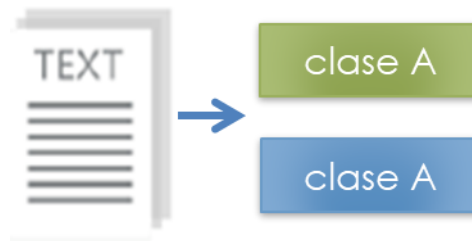


Ilustración 2.4 - Clasificación

2º) Aprendizaje no supervisado: A diferencia del supervisado, los datos de entrada no están clasificados ni etiquetados, y no son necesarias estas características para entrenar el modelo. Dentro de este tipo de algoritmos, el agrupamiento “*clustering*”, es el más utilizado, ya que particiona los datos en grupos que posean características similares entre sí [7].

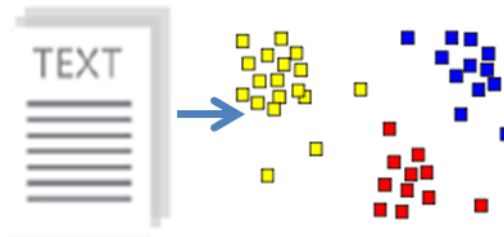


Ilustración 2.5 - Clustering

3º) Aprendizaje por refuerzo: La idea básica del aprendizaje por refuerzo es probar a realizar movimientos y observar el refuerzo que proporcionan. Los algoritmos de aprendizaje por refuerzo definen modelos y funciones enfocadas a maximizar una medida de recompensas, basados en acciones y al ambiente en el que el agente inteligente se desempeñará [7].

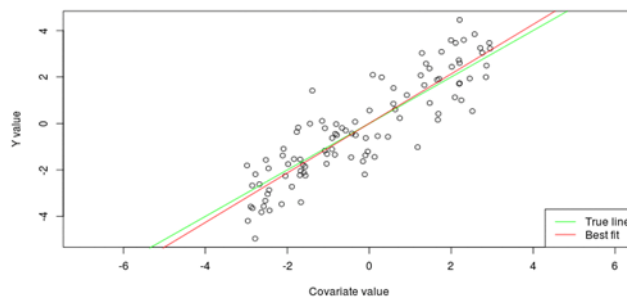


Ilustración 2.6 - Regresión

2.1.3 ¿Qué es Deep Learning (DL)?

Finalmente, dentro del Machine Learning, encontramos el Deep Learning. En este caso se usan estructuras lógicas que se asemejan a la organización del sistema neuronal de los seres humanos, teniendo capas de unidades de proceso (neuronas artificiales), que se especializan en detectar determinadas características existentes en los objetos percibidos con el objetivo de clasificarlos. El Deep Learning es el aprendizaje mediante un conjunto más amplio de métodos basados en asimilar representaciones de datos. La visión artificial es una de las áreas donde el Deep Learning proporciona una mejora considerable en comparación con algoritmos más tradicionales.

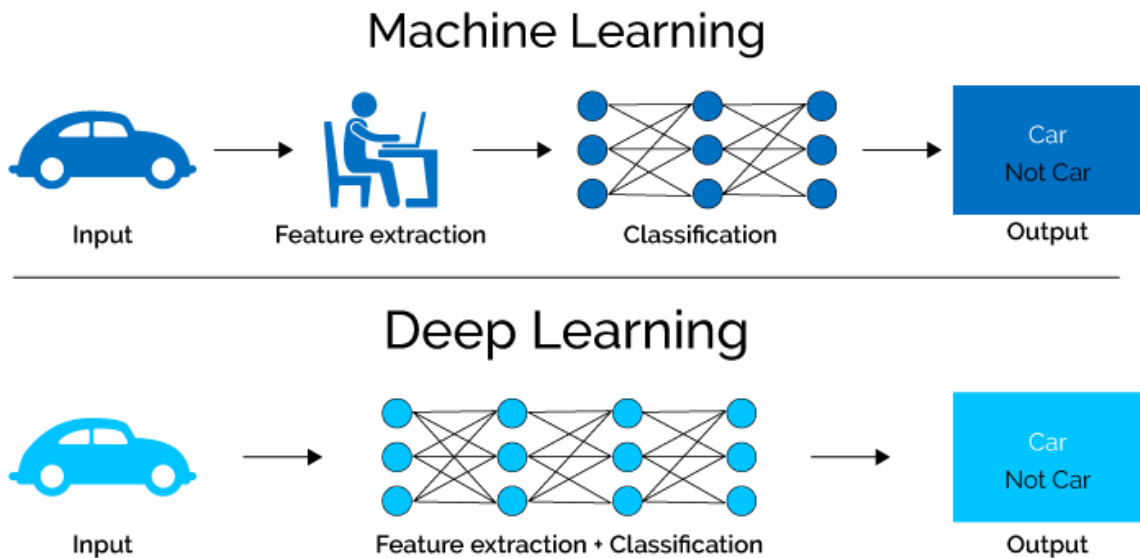


Ilustración 2.7 - Machine Learning vs Deep Learning. Fuente [8]

Una vez desglosados estos conceptos y debido a que en la actualidad tienen un gran protagonismo, explicaremos que son las redes neuronales. Además, en PVdron es el modelo, dentro de Deep Learning, que utilizamos para obtener los mejores resultados en el tratamiento de nuestras imágenes.

2.1.4 ¿Qué son las “Artificial Neuronal Network” (ANN)?

Es un conjunto de nodos interconectados que, en este caso, se denominan neuronas. La principal función de una red neuronal es recibir un conjunto de entradas, realizar cálculos cada vez más complejos y hacer uso de los resultados para resolver un problema.

Las redes neuronales se utilizan en una gran variedad de aplicaciones, aunque entre las más relevantes se encuentren los problemas de clasificación. Aunque suene obvio explicarlo, la clasificación es la categorización de varios objetos basándose en sus propiedades. En Deep Learning, un clasificador produce una puntuación “score”. En el caso de utilizar las redes neuronales como clasificador, el objeto puede pertenecer a una o dos categorías diferentes.

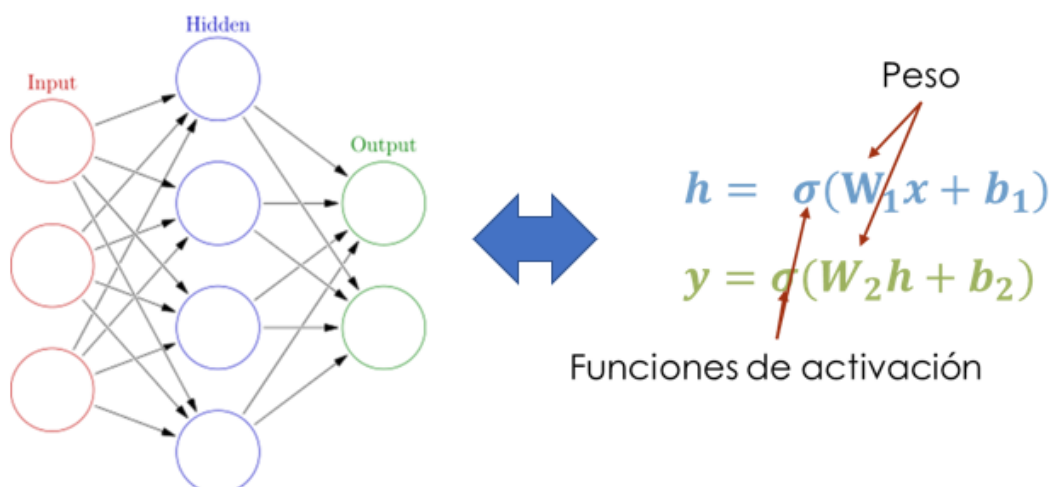


Ilustración 2.8 - Estructura de las redes neuronales

Una red neuronal es una red estructurada en capas, siendo la primera la de entrada y la última la de salida. El resto se conocen como capas ocultas; cada nodo de estas capas

cuenta con un clasificador, por ello una red neural puede ser vista como el resultado de la combinación de clasificadores. El score generado por cada nodo se transfiere al siguiente, donde se producen nuevas activaciones hasta llegar a la capa de salida. Este proceso se conoce como *“forward propagation”*, la manera que tienen las redes neuronales de clasificar un conjunto de entradas.

Las primeras redes neuronales nacieron de la necesidad de hacer frente a las imprecisiones de los clasificadores previamente existentes. La clasificación de cada nodo no se activa de manera aleatoria, ya que si esto llegase a suceder podrían repetirse alguno de los resultados. La razón por la que cada clasificador de cada nodo da un resultado distinto es porque a cada entrada se le asocia un peso *“weight”* único y un sesgo *“bias”* único, lo que significa que cada combinación utilizada para cada activación también es única. El peso aumenta la inclinación de la función de activación, esto significa que el peso decide cómo de rápido se activará la función de activación, mientras que el sesgo se utiliza para retrasar la activación de la función de activación.

La precisión de las predicciones de una red neuronal depende de sus pesos y sesgos, cuanto más elevado sea el resultado *“score”* mejor será la predicción. El proceso de mejora de la precisión se denomina aprendizaje *“training”*, esto consiste en comparar la salida de la red con la salida que se sabe a priori que es correcta, el resultado de la salida generada menos la salida esperada se conoce como el coste *“cost”*. Como es de esperar, el objetivo del *training* es el de reducir el coste tanto como sea posible. Para ello, la red altera los pesos y sesgos hasta que el resultado sea lo más cercano a la salida que se considere la correcta.

2.1.5 ¿Y cómo pone esto en práctica PVdron?

Como ya hemos explicado previamente, el uso y análisis de imágenes está a la orden del día. En PVdron hemos pensado en aprovechar estos avances en un sector tan relevante como es el energético, y más en concreto el fotovoltaico. Nuestra tarea es la de mantener en el punto óptimo los módulos fotovoltaicos de nuestros clientes. Para ello, analizamos minuciosamente, con técnicas de visión artificial, las imágenes térmicas de los módulos fotovoltaicos que obtenemos por medio de nuestra flota de drones equipados con cámaras térmográficas de última generación. Nuestro objetivo es el de detectar los errores que puedan perjudicar la absorción de energía o el mal funcionamiento de los módulos fotovoltaicos, denominados puntos calientes o *“hot spots”*.

Mediante un método práctico, hemos tenido en cuenta todos los cambios en la luz solar y hemos podido diseñar un modelo óptimo por cada localización y emplazamiento de los módulos fotovoltaicos. Asimismo, hemos realizado análisis precisos y sólidos de comportamiento, incluyendo detecciones de cruce de líneas, intrusiones, áreas de entrada y salida.

Por otra parte, nuestros drones son capaces de desarrollar una función de análisis del entorno y detectar anomalías de forma independiente. Se requiere un ambiente conocido a través del cual se trazan unas rutas para la navegación de los drones, equipados con controladores de vuelo y un sistema de comunicaciones, (unidad central de inteligencia encargada del procesamiento y la estabilización de la aeronave) en favor de su autonomía. Por medio de estos sistemas, y el software equipado, se les permite interactuar con el exterior, recibiendo datos, interpretándolos y ejecutando alguna acción necesaria.

Para el correcto funcionamiento se introducen en el programa las dimensiones de la superficie a escanear (coordenadas GPS), para después dividirla en diferentes zonas y así facilitar la tarea a las aeronaves. La incorporación de receptores GPS en los drones permite la navegación por lo puntos marcados en un circuito determinado, teniendo en cuenta el

tiempo de vuelo [9]. Esta autonomía viene dada con el fin de que el controlador de drones pueda centrar su atención en la cámara termográfica y los resultados de las capturas.

En PVdron utilizamos un tipo de redes neuronales artificiales, en concreto la red neuronal convolucional “*Convolutional Neuronal Network-CNN*”. Es un tipo de red neuronal artificial donde las neuronas corresponden a campos receptivos de una manera muy similar a las neuronas en la corteza visual primaria de un cerebro humano. Este tipo de red es una variación de un perceptrón multicapa, sin embargo, debido a que su aplicación es realizada en matrices bidimensionales, son muy efectivas para tareas de visión artificial, como en la clasificación y segmentación de imágenes, entre otras aplicaciones [10].

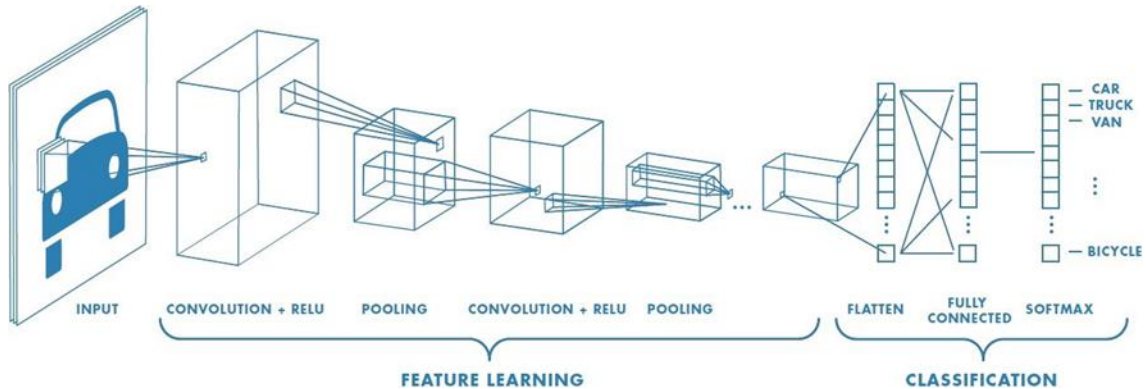


Ilustración 2.9 - Estructura Convolutional Neuronal Network. Fuente [11]

Gracias a las capturas, tomadas por los drones y al uso de estas tecnologías, pueden analizarse y clasificarse las imágenes. Esto se consigue con la extracción de las características más notorias, como por ejemplo, los bordes de la imagen o los objetos que la conforman. Primero se crea una matriz por capa con una función concreta, esta matriz pequeña recorre la matriz de la imagen clasificándola por apartados. En nuestro caso, una matriz deberá recorrer las imágenes captando las diferencias térmicas por la tonalidad y eliminando las porciones de la imagen que no sean de utilidad. El objetivo es que el sistema aprenda a diferenciar por clasificación los módulos fotovoltaicos que funcionen de manera correcta y, por el contrario, las unidades que estén fallando, para finalmente obtener los puntos de mayor y menor absorción.

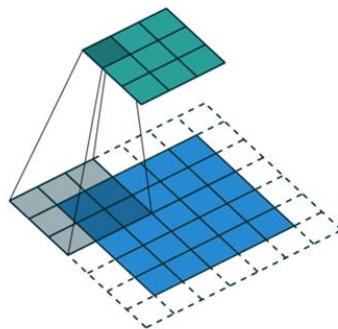


Ilustración 2.10 - Convolutional Neuronal Network. Fuente [11]

Además, pueden monitorizarse anomalías mediante la observación continua de diferentes espacios, generando una alerta en caso de que se produzca algún imprevisto en el entorno. Al mismo tiempo, estas aplicaciones hacen que sea posible una prevención y predicción de fallos en los módulos fotovoltaicos de nuestros clientes [12].

Igualmente, con esta tecnología, y mediante soluciones de captura, se pueden monitorizar de forma automática zonas difíciles de inspeccionar, o que presenten peligros y riesgos para las personas, y garantizar de esta forma la seguridad del personal involucrado.

3 Plan de operaciones

Debido a la reducción de márgenes en los proyectos, la necesidad de minimizar las pérdidas en la generación eléctrica, se hace vital para conseguir ingresos suficientes para recuperar las inversiones realizadas en la construcción de las plantas. PVdron satisface esta necesidad mediante un sistema integral de mantenimiento, focalizado en un mantenimiento predictivo de la mano del Deep Learning y la utilización de drones para la inspección, de forma que se reduzcan los tiempos de trabajo y se aumente la precisión en las mediciones y la frecuencia de las inspecciones. Tanto el Deep Learning como la utilización de drones, son nuestros procesos estratégicos.

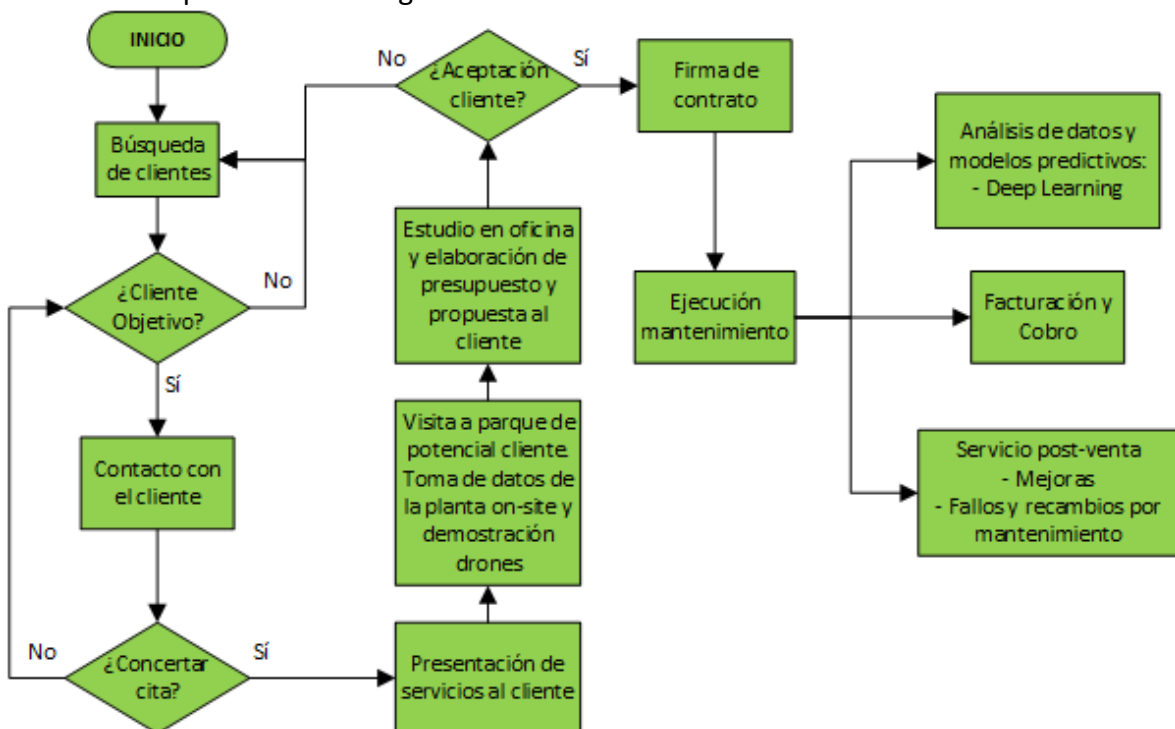


Ilustración 3.1 - Diagrama de flujo de las operaciones de PVdron

En la ilustración 3.1 se presenta el flujo de operaciones. Dado que la empresa no cuenta con una actividad de fabricación propiamente dicha, aquí se describe el proceso mediante el cual se pasa de la percepción de una necesidad de un cliente determinado, a la satisfacción de dicha necesidad por nuestra empresa. Se contemplará en el proceso tanto las acciones y flujos de información por parte de personas o departamentos y otros provenientes del entorno de la empresa.

Como puede verse en el diagrama anterior, el proceso empieza con la detección por parte del departamento comercial del interés del cliente por la mejora del mantenimiento de su parque fotovoltaico ya construido, o bien por una instalación de nueva construcción en la que hay que contratar un servicio de mantenimiento.

Una vez se detecta el interés, se realiza, con los datos aportados por el departamento comercial, una toma de datos donde se hace un estudio sobre el estado y condiciones de la instalación. PVdron ofrece una demostración de la inspección de módulos mediante drones ya que se trata de uno de los procesos estratégicos con los que la empresa pretende

ofrecer un valor añadido al cliente, mediante una inspección más exhaustiva de la instalación, ya que los estándares de las empresas de mantenimiento realizan, de media inspecciones al 33% de los módulos anualmente. PVdron realiza inspección al 100% de los módulos y una más rápida detección de posibles fallos al poder realizar una inspección termográfica desde el aire que permita focalizar el punto preciso donde la anomalía se presenta.

En la oficina se estudiarán los datos tomados y se elaborará junto al Asset Manager un plan de mantenimiento para el cliente, así como presupuestos para presentar a otros posibles clientes.

En caso de que el cliente aceptase la oferta, se procederá a la firma del contrato en el cual se detallarán importes y alcances incluidos en el mismo. PVdron cuenta con un servicio de postventa en el cual, a petición del cliente, se propondrán mejoras y un servicio de recambios en caso de fallos o averías ajenas al mantenimiento contratado.

Adicionalmente, si el cliente desea contar con ello, PVdron dispone de un sistema de mejora continua, basado en Deep Learning.

La facturación y cobro se realizará en base a lo acordado con el cliente.

3.1.1 Estimaciones salariales

Tabla 3.1 - Estimación salarial de un técnico de mantenimiento. Fuente [13]

Experiencia	Barcelona	Var.	Madrid	Var.	Bilbao	Var.	Sevilla	Var.	Valencia	Var.
2-5 años	32.500 €	n/a	33.000 €	10%	30.500 €	n/a	27.000 €	n/a	29.500 €	n/a
5-10 años	38.000 €	n/a	37.000 €	10%	35.000 €	n/a	33.000 €	n/a	35.000€	n/a
>10 años	42.000 €	n/a	40.000 €	10%	40.000 €	n/a	40.000 €	n/a	40.000 €	n/a

Estimamos que un Asset Manager, será capaz de llevar el control de la producción y mantenimiento de más de 5 parques fotovoltaicos a la vez. Otra de las tareas que realizará será la elaboración de presupuestos, en función de los datos que los potenciales clientes y que un técnico de mantenimiento le entregará cuando realice la visita para estudiar la planta en detalle.

Tabla 3.2 - Estimación salarial de un Asset Manager. Fuente [13]

Experiencia	Barcelona	Var.	Madrid	Var.	Bilbao	Var.	Sevilla	Var.	Valencia	Var.
2-5 años	38.500 €	10%	40.000 €	10%	35.000 €	10%	36.000 €	10%	36.500 €	10%
5-10 años	51.000 €	10%	50.000 €	10%	45.000 €	10%	45.000 €	10%	45.000€	10%
>10 años	58.750 €	10%	57.500 €	10%	50.000 €	10%	52.500 €	10%	52.500 €	10%

Tabla 3.3 - Estimación salarial de un Business Development. Fuente [13]

Experiencia	Barcelona	Var.	Madrid	Var.	Bilbao	Var.	Sevilla	Var.	Valencia	Var.
2-5 años	40.000 €	20%	42.000 €	20%	36.500 €	20%	32.000 €	20%	33.000 €	20%

PVdron contará con la presencia de becarios que den soporte al Asset Manager por 1.000 €/mes en períodos donde se considere que se tenga que reforzar la plantilla.

Tomando como referencia los datos de sueldos medios para las ciudades más grandes de España, y los años de experiencia, estimamos los costes fijos relacionados con los salarios del personal de PVdron y cómo evolucionarán en función del crecimiento de la empresa.

3.1.2 Estimación de crecimiento

En España hay instaladas 282 plantas fotovoltaicas [5].

Hemos tomado como objetivo para el primer año conseguir el mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas por un valor de 5 MW. El elemento clave será conseguir que las instalaciones estén ubicadas relativamente cerca entre sí, de forma que el técnico pueda desplazarse entre ellas sin tener la necesidad de estar ubicado en la oficina y desplazarse hasta ellas de una en una. En caso de no ser posible, se tendrá que contar con una mayor partida económica destinada a transporte (combustible).

Para los sucesivos años, y de acuerdo con los objetivos marcados por Europa en materia de generación renovable, en el año 2030 España ha de contar con un 35% de energía final renovable. Esto significa que en 10 años han de instalarse 50.000 MW. De los cuales se estiman que un 30% serán solares fotovoltaicos.

Para ello y de forma anual, se prevén subastas de 5000 MW, de los cuales, 1.500 deben ser fotovoltaicos si se quiere cumplir con los objetivos marcados por Europa. El objetivo marcado por el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) aprobado por el gobierno, marca un 42 % de Energía final renovable. Observando el panorama político, en materia de energía renovable se observa un relativo consenso al menos para los próximos 4 años.

La evolución que contemplamos para los próximos 4 años se muestra en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 - Evolución de los contratos obtenidos

Contratos (MWe)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Optimista	10	30	60	120
Pesimista	2	5	10	20
Neutro	5	15	30	60

Para el año 1, nuestra línea base y objetivo es conseguir el contrato de mantenimiento de 5 MW con un límite de tolerancia inferior de 2 MW y uno superior de 10 MW (hipótesis optimista).

Para el año 2, utilizando como referencias el año 1 y las subastas de Renovables que se deberían de realizar para conseguir los objetivos anteriormente comentados, el propósito marcado es conseguir 15 MW adicionales.

El año 3 duplicaríamos nuestros objetivos en las subastas y trataríamos de alcanzar contratos de mantenimiento por un valor de 30 MW.

El año 4 consideramos que si seguimos la línea base neutra que hemos estimado, podríamos tener mayor visibilidad y conseguir mayor confianza por parte de los adjudicatarios en las subastas. Nos vemos capaces de llegar a otros 60 MW adicionales.

La hipótesis pesimista es la línea mínima que nos permitiría sobrevivir como empresa y crecer con enorme trabajo, gracias a que la tendencia de los próximos años es la de instalar una enorme cantidad de energía fotovoltaica.

La hipótesis optimista es la que consideramos que no se debe superar si no queremos que el crecimiento sea excesivo y se corra el riesgo de “morir de éxito”.

Hay que añadir que se pueden instalar plantas fotovoltaicas fuera de subasta siempre que tengan menos de 1 MW de potencia instalada. Por lo que no necesariamente hay que recurrir a subastas. Es necesario indicar que esta tecnología no necesita de primas para su instalación por lo que es viable que haya particulares que se atrevieran a dar el paso. Para ello se ha pensado en el departamento de marketing y desarrollo de negocio.

Como se puede ver en las estimaciones contempladas, el porcentaje máximo que esperamos conseguir en las subastas es de un 4% en el caso más optimista. La línea de crecimiento neutra, estima poder conseguir entre un 1% y un 2% de toda la potencia a instalar.

3.1.3 Necesidades de personal

Tabla 3.5 - Necesidades de personal (línea base neutra)

Personal técnico vs contratos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Asset Manager	1	1	1	2
Técnico de Mantenimiento	1	3	5	8
Business Development	1	1	1	1
Becario	0	0	1	1

Tabla 3.6 - Necesidades de personal (línea base pesimista)

Personal técnico vs contratos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Asset Manager	1	1	1	1
Técnico de Mantenimiento	1	1	2	3
Business Development	1	1	1	1
Becario	0	0	0	1

Tabla 3.7 - Necesidades de personal (línea base optimista)

Personal técnico vs contratos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Asset Manager	1	1	2	3
Técnico de Mantenimiento	2	5	8	16
Business Development	1	1	1	2
Becario	0	1	1	2

Consideramos que un técnico de mantenimiento puede controlar 3 plantas fotovoltaicas si están dentro de la misma provincia, 2 si están en la misma Comunidad autónoma (varias provincias) y entre 1 y 2 si se encuentran en CCAAs diferentes, con este criterio estimamos la necesidad de Técnicos.

Cada Asset Manager tendrá entre 4 y 5 técnicos a su cargo, siendo éste el responsable de las plantas de los que dichos técnicos estarán al frente del mantenimiento.

Consideramos que un Business Developer que acuda a ferias, y realice las labores de contacto con posibles clientes será suficiente. En la hipótesis optimista se consideran 2 Business Developers debido al mayor crecimiento de la empresa.

PVdron considera necesario que los jóvenes talentos formados en escuelas como la EOI, se introduzcan en el mercado laboral, por lo que ofrece la posibilidad de formar futuros Asset Managers. La mentalidad de la empresa será contar con algún recién graduado como

becario con la idea de que forme parte del equipo de Asset Management si el crecimiento es el esperado. Así mismo, podrá contar con conocimientos en mantenimiento ya que trabajará con informes y datos de mantenimiento y con las tareas que pudieran ayudar a nuestro Business Developer.

3.1.4 Equipos necesarios

3.1.4.1 Vehículo

Tabla 3.8 - Vehículos necesarios

Contratos (MW)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Optimista	1	5	8	16
Pesimista	1	1	2	3
Neutro	1	3	5	8

La intención es que cada técnico cuente con un vehículo sencillo, valido para realizar mantenimiento a planta. Se buscará la modalidad de renting.

3.1.4.2 Drones

Tabla 3.9 - Drones necesarios

Contratos (MW)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Optimista	3	7	11	20
Pesimista	2	3	4	5
Neutro	2	5	8	12

El modelo de dron que utilizaremos tras consultar con varias empresas especialistas en drones será el dron Matrice 600 Pro.



Ilustración 3.2 - Dron Matrice 600 Pro

El paquete contiene 6 baterías que se pueden recargar al mismo tiempo, completando su carga en 90 minutos. Un controlador de vuelo A3 Pro que permite un control preciso de la aeronave ofreciendo datos precisos y un rendimiento de vuelo estable. El Dron M600 Pro, cuenta con un tiempo de vuelo extendido y un rango de transmisión de hasta 5 km. El sistema de administración de la batería supervisa cada batería durante el vuelo, asegurando un aterrizaje seguro en el caso de que una de las baterías falle. Adicionalmente este sistema de administración simplifica el mantenimiento y aumenta la seguridad. Sus sistemas de propulsión a prueba de polvo, ayudan también a simplificar el mantenimiento

y los motores con enfriamiento activo aseguran un funcionamiento fiable durante un extenso periodo de tiempo.

3.1.4.3 Herramientas

Cada técnico contará con el equipo necesario para el mantenimiento de la instalación.

3.1.4.4 EPI

Cada técnico contará con el equipo de protección individual y su correspondiente manual de utilización.

3.1.4.5 Telefonía

Cada técnico, Asset Manager y Business Developer contarán con un teléfono móvil de gama media-alta.

3.1.5 Curso de formación de piloto de drones

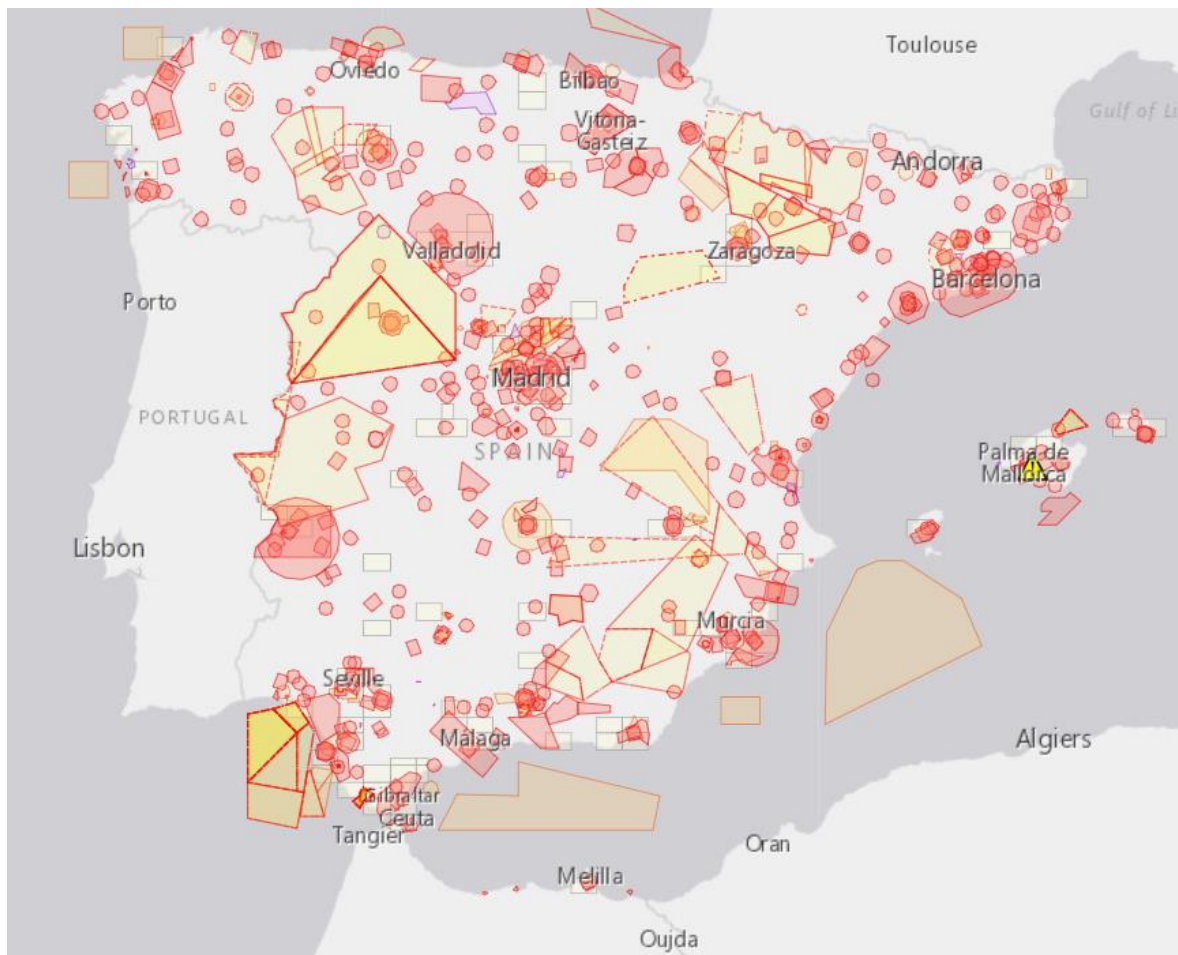


Ilustración 3.3 - Espacio aero-restringido. Fuente [14]

Para poder volar drones, se necesita un curso de certificación teórico - práctico, ya que se necesita de un piloto de drones a menos de una distancia regulada por la ley. El técnico de mantenimiento debe poseer esta licencia, que correrá a cargo de PVdron. Actualmente, hay empresas que realizan este curso como por ejemplo Drone by Drone que imparte en formación teórica y práctica de Sistemas Aéreos Pilotados Remotamente, en inglés RPAS, según la ley 18/2014 y su art 50.5 Apéndice I bajo certificación AESA E-ATO-157.

Todo operario que forme parte de PVdron, será formado en este curso, de forma que podrá volar el dron siempre que acuda a la instalación y sea necesario hacerlo.

Toda la parte legislativa se regirá por las normas de regulación de AESA y el RD 1036/2017.

4 Plan de marketing

PVdron está orientado a situarse como empresa de servicios energéticos referente en el ámbito del mantenimiento de instalaciones de generación fotovoltaicas. Es decir, nuestro objetivo será posicionarnos como una empresa de referencia, con servicios innovadores y disruptivos en el sector de la energía fotovoltaica.



Ilustración 4.1 - Logo de PVdron

4.1 Imagen corporativa

Se cuidará la imagen corporativa de la compañía, tanto a través de las acciones de comunicación, como por la vía online y por los diferentes canales en los que operamos:

- **Acciones de comunicación:** participación en ferias, anuncios en revistas y convenciones sectoriales del ámbito de la energía solar fotovoltaica.
- **Online:** funcionamiento óptimo de web y gestión de las redes sociales.
- **Canales:** comerciales especializados en nuestra tecnología para lograr mostrar la excelencia de nuestros servicios y los beneficios de estos para la empresa contratante.

A continuación, se detallan los planes de acción de PVdron:

Acción 1: All-Energy. Feria y conferencia sobre energías renovables.

- **Objetivo:** notoriedad.
- **Target:** público objetivo, medios de comunicación, grandes empresas, ecosistema sectorial.
- **Cómo:** contratar stand, diseño, preparar estrategia y material, difusión RRSS.
- **Duración:** 2 días marzo 2020.
- **Medición:** contactos realizados, estadísticas en RRSS, llamadas mensajes recibidos.

Acción 2: Congreso iENER'20. Congreso Internacional de Ingeniería Energética.

- **Objetivo:** notoriedad.
- **Target:** público objetivo, medios de comunicación, grandes empresas, ecosistema sectorial.
- **Cómo:** contratar stand, diseño, preparar estrategia y material, difusión RRSS.
- **Duración:** 2 días marzo 2020.
- **Medición:** contactos realizados, estadísticas en RRSS, llamadas mensajes recibidos.

Acción 3: Feria Genera 2020.

- **Objetivo:** notoriedad y captación.
- **Target:** público objetivo, medios de comunicación, ecosistema sectorial.
- **Cómo:** contratar stand, diseño, preparar estrategia y material, difusión RRSS.

- **Duración:** 2 días marzo 2020.
- **Medición:** contactos realizados, estadísticas en RRSS, llamadas, mensajes recibidos.

Acción 4: Creación de página web corporativa.

- **Objetivo:** informativo.
- **Target:** público objetivo, medios de comunicación, ecosistema sectorial.
- **Cómo:** diseño gratuito.
- **Duración:** actualizada anualmente.
- **Medición:** contactos realizados, estadísticas en RRSS, llamadas, mensajes recibidos.

Acción 5: Revistas especializadas en energía solar fotovoltaica o renovables. (Solarnews, Energías Renovables).

- **Objetivo:** notoriedad y captación.
- **Target:** público objetivo, medios de comunicación, ecosistema sectorial
- **Medición:** contactos realizados, llamadas, mensajes recibidos.

En resumen, el objetivo principal de PVdron es hacernos visibles a potenciales clientes, así como captar su atención dentro de entornos especializados en el sector. Las principales acciones de PVdron en materia de estrategia de marketing son:

Objetivo 1: crear una cartera de 15 potenciales clientes nuevos durante el primer año y de 25 nuevos clientes potenciales el segundo año. Además, el 80% del total de los clientes captados se mantendrán en nuestra cartera de clientes (fidelización).

Plan de acción: las principales acciones a corto plazo serán acudir a ferias relacionadas con el sector de la energía solar fotovoltaica y establecer comunicaciones cara a cara con potenciales clientes.

Además, se propone anunciarse en revistas especializadas en energías renovables. Igualmente, se creará una página web para informar a los clientes y establecer un canal de comunicación, así como también PVdron tendrá presencia en las principales RRSS (LinkedIn, Instagram y Twitter).

Objetivo 2: Atraer a propietarios de instalaciones fotovoltaicas con contratos de mantenimiento en vigor, pero que desean obtener un mejor rendimiento, o que no están satisfechos con su desempeño.

Plan de acción: Mediante ferias a las que dichos propietarios asistan, demostraciones de vuelo de dron sobre su campo y el boca a boca que se origine con los clientes captados en el objetivo 1.

5 Plan financiero

5.1 Introducción

En este apartado se expone el plan financiero de PVdron. Se mostrarán tablas y gráficas para explicar de forma cuantitativa y cualitativa el desarrollo del plan financiero, así como para ayudar a la comprensión de los datos.

Las previsiones realizadas en este plan tienen por objetivo reflejar la realidad de la empresa PVdron, teniendo en cuenta el tipo de servicios tecnológicos que se ofrecen.

5.2 Ingresos 2020 - 2023

La previsión de ingresos del primer año está detallada en el plan de ventas dentro del plan de operaciones. En las prestaciones de servicios, se ha tomado un periodo medio de cobro de 60 días (Ley 15/2010, de 5 de julio).

Se toma el primer año de comienzo del ejercicio el 2020 y una proyección a cuatro años vista. En dicho horizonte temporal se supone que se mantienen los precios estables, pese a la posible variación de la inflación. La previsión de las prestaciones de servicios esta expresada en euros. Además, se han considerado tres escenarios posibles: optimista, neutro y pesimista, según el número de ventas.

Tabla 5.1 - Ventas anuales

Ventas anuales	2020	2021	2022	2023
Optimista	160.000	450.000	870.000	1.620.000
Neutro	90.3000	275.000	435.000	840.000
Pesimista	36.000	85.000	170.000	340.000

5.3 Inversiones 2020 - 2023

Debido al fuerte componente tecnológico de PVdron, las inversiones son un apartado importante en el desarrollo de negocio. Todo el pago de la inversión se realizará en el instante de la obtención del material. Además, se realizará una reinversión en nuevos componentes todos los años de entre 10.000€ y 30.000€ aproximadamente, para tener stock de drones suficiente para cubrir la demanda.

La inversión inicial del año 2020 se detalla en la siguiente tabla 5.2.

Tabla 5.2 - Inversión inicial

Inversión	Cantidad	Precio unitario	Total
Dron Matice 600 Pro	3	5.699 €	17.097 €
Cámaras térmicas Zenmuse XT2	3	6.000 €	18.000 €
Software procesamiento imágenes	1	6.000 €	6.000 €
Ordenador	1	2.500 €	2.500 €
TOTAL			43.597 €

En cuanto a las inversiones anuales se detallan en la tabla 5.3.

Tabla 5.3 - Inversiones anuales

	2020	2021	2022	2023
Inversiones anuales	43.597 €	14.199 €	23.398 €	25.898 €

A continuación, se muestra la tabla 5.4 con la cuantía de las amortizaciones anuales teniendo en cuenta el ciclo de vida útil de las inversiones.

Tabla 5.4 - Amotizaciones

	2020	2021	2022	2023
Total amortización anual	22.758 €	51.336 €	65.875 €	80.913 €

5.4 Gastos 2020 - 2023

La mayoría de estos gastos están detallados en planes anteriores, como en el plan de marketing o el plan de operaciones. Un detalle de todos los gastos incurridos, se adjuntan en el anexo. Se debe tener en cuenta que:

- Los gastos de personal se pagan a final de mes.
- Los gastos de marketing serán superiores el primer año, disminuyendo su cuantía a la mitad en los años posteriores. Estos gastos se pagan a 30 días.
- El renting de vehículos se paga a 30 días.
- El alquiler de la oficina/nave se pagan a mes anticipado.
- Los suministros se pagan a mes vencido.
- El resto de los gastos en los que incurre PVdron, como seguro de los drones, licencias de software y servicios externos, se pagan a 30 días.

Los gastos en los que incurrimos en la realización de las prestaciones de servicios (repostaje de los vehículos y posibles dietas de los técnicos comerciales) se pagan en el momento de la adquisición.

En la tabla 5.5 se detallan los gastos de PVdron anuales durante los primeros cuatro años.

Tabla 5.5 - Gastos 4 primeros años de PVdron

	2020	2021	2022	2023
MARKETING	4.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €
ALQUILER OFICINA				
Mensualidad (550€)	6.600 €	6.600 €	6.600 €	6.600 €
RENTING				
Número vehículos	2	3	3	4
Renting (315€)	7.560 €	11.340 €	11.340 €	15.120 €
Transporte (250€/mes)	6.000 €	9.000 €	9.000 €	12.000 €
GASTOS DE PERSONAL				
Asset Manager	40.000 €	40.000 €	40.000 €	80.000 €
Técnico de Mantenimiento	33.000 €	99.000 €	165.000 €	264.000 €
Business Development	42.000 €	42.000 €	42.000 €	42.000 €
Becario	0 €	0 €	12.000 €	12.000 €
Total personal	115.000 €	181.000 €	259.000 €	398.000 €
TELEFONÍA				
Asset Manager	1	1	1	2
Técnico de Mantenimiento	1	3	5	8

Business Development	1	1	1	1
Total Telefonía (400€/año)	1.200 €	2.000 €	2.800 €	4.400 €
OTROS GASTOS				
Seguro de drones	1.000 €	1.500 €	2.000 €	2.500 €
TOTAL GASTOS	141.360 €	213.440 €	292.740 €	440.620 €

El gráfico representado en la ilustración 5.1 muestra la progresión de ingresos y gastos a lo largo de los cuatro años.

5.5 Cuenta de Resultados

En este apartado se muestra la cuenta de resultados con previsión a cinco años de PVdron en el escenario neutro. Los intereses que PVdron tendrá que pagar están detallados en el apartado de financiación.

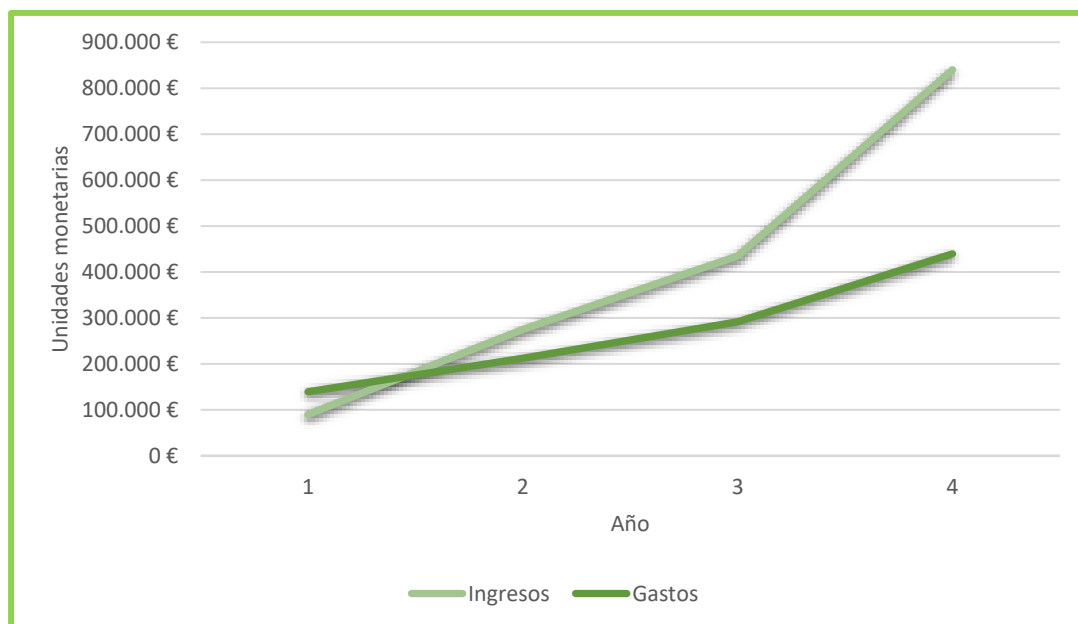


Ilustración 5.1 - Progresión de ingresos y gastos (2020 - 2023)

Tabla 5.6 - Resultado del ejercicio

	2020	2021	2022	2023
Ingresos por prestación de servicios	90.000 €	275.000 €	435.000 €	840.000 €
TOTAL INGRESOS	90.000 €	275.000 €	435.000 €	840.000 €
Gastos de personal	115.000 €	181.000 €	259.000 €	398.000 €
Alquiler	6.600 €	6.600 €	6.600 €	6.600 €
Renting	7.560 €	11.340 €	11.340 €	15.120 €
Gastos marketing	2.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
Gastos transporte	6.000 €	9.000 €	9.000 €	12.000 €
Telefonía	1.200 €	2.000 €	2.800 €	4.400 €

Otros gastos	1.000 €	1.500 €	2.000 €	2.500 €
TOTAL GASTOS	141.360 €	213.440 €	292.740 €	440.620 €
EBITDA	-51.360 €	61.560 €	142.260 €	399.380 €
Amortización	22.758 €	51.336 €	65.875 €	80.913 €
EBIT	-72.118 €	11.224 €	77.385 €	319.467 €
Intereses	2.700 €	2.025 €	1.350 €	675 €
EBT	-74.818 €	9.199 €	76.035 €	318.792 €
Impuestos	0 €	2.760 €	22.811 €	95.637 €
RESULTADO DEL EJERCICIO	-76.818 €	8.199 €	75.035 €	317.792 €

El gráfico de la ilustración 5.2 compara la evolución de las ventas con el EBITDA a lo largo de los cuatro años.

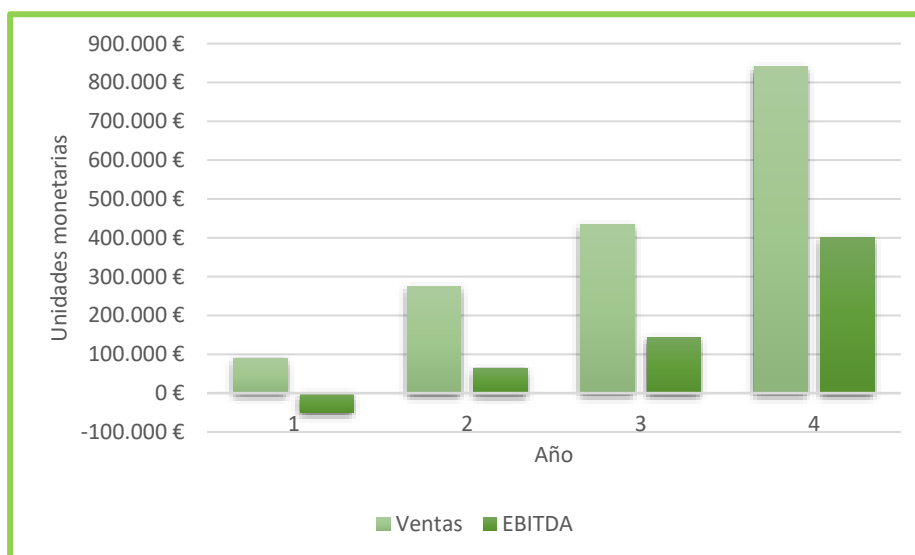


Ilustración 5.2 - Progresión de ventas con EDITDA (2020 - 2023)

5.6 Plan de Tesorería

A continuación, se muestra el plan de tesorería de PVdron para reflejar la liquidez de la compañía a lo largo de los cuatro años de actividad de la empresa considerando el escenario neutro de ventas. Se deben tener en cuenta los cobros y pagos que se originan en cada periodo.

Tabla 5.7 - Plan de tesorería

	2020	2021	2022	2023
COBROS OPERATIVOS				
Cobros de ventas	90.000 €	275.000 €	435.000 €	840.000 €
PAGOS OPERATIVOS				
Gastos de estructura	141.360 €	213.440 €	292.740 €	440.620 €
SALDO TESORERÍA OPERATIVO	-49.360 €	62.560 €	143.260 €	400.380 €
COBROS NO OPERATIVOS				

Capital de accionistas	44.000 €	0 €	0 €	0 €
Prestamos bancarios	60.000 €	0 €	0 €	0 €
PAGOS NO OPERATIVOS				
Inversiones	43.597 €	49.296 €	49.296 €	110.291 €
Salida intereses	2.700 €	2.025 €	1.350 €	675 €
Salida préstamos	0 €	15.000 €	15.000 €	15.000 €
Saldo Tesorería Inversión y Financiación	57.703 €	-66.321 €	-65.646 €	-125.966 €
Saldo inicial	0 €	8.343 €	4.582 €	82.196 €
SALDO TOTAL	6.343 €	1.582 €	78.196 €	351.610 €

5.7 Balance de situación

El balance de situación de PVdron muestra el estado de la compañía en cada uno de los años analizados hasta la fecha de cierre de los ejercicios considerando el escenario neutro de ventas.

Tal y como se puede observar en la tabla 5.8 PVdron no cuenta con existencias, ya que toda la operativa de la empresa está basada en la maquinaria que se considera un activo fijo.

Tabla 5.8 - Balance de situación

	2020	2021	2022	2023
ACTIVO NO CORRIENTE	20.839 €	18.799 €	2.220 €	31.598 €
Inmovilizado material	43.597 €	92.893 €	142.189 €	252.480 €
Amortización Acumulada	-22.758 €	-74.094 €	-139.969 €	-220.882 €
ACTIVO CORRIENTE	8.343 €	4.582 €	82.196 €	356.610 €
Tesorería	6.343 €	1.582 €	78.196 €	351.610 €
TOTAL ACTIVO	27.182 €	20.381 €	80.416 €	383.208 €
FONDOS PROPIOS				
Capital	44.000 €	44.000 €	44.000 €	44.000 €
Resultado acumulado del ejercicio	-74.818 €	-65.619 €	10.416 €	329.208 €
PASIVO A LARGO PLAZO				
Deudas a largo plazo	60.000 €	45.000 €	30.000 €	15.000 €
TOTAL PASIVO	27.182 €	20.381 €	80.416 €	383.208 €

5.8 Plan de Financiación

En este apartado, se detalla el plan de financiación de PVdron, distinguiendo entre financiación propia y financiación ajena.

5.8.1 Financiación propia

Esta financiación propia, contará con las aportaciones de los cuatro socios al inicio de la actividad de PVdron, por la cual, cada uno de sus socios fundadores aportarán a la sociedad 11.000 €, dando como resultado un Capital Social de 44.000 €.

5.8.2 Financiación ajena

En el primer año PVdron realiza una gran inversión tecnológica, para lo cual necesita una financiación ajena. Ésta se realizará a través de un préstamo bancario de 60.000 € a devolver en cinco años, el interés previsto para este tipo de préstamo es del 4,5% de interés anual. La tabla 5.9 muestra la distribución de la financiación ajena a lo largo de cuatro años.

Tabla 5.9 - Distribución financiera

	2020	2021	2022	2023
Principal	60.000 €	45.000 €	30.000 €	15.000 €
Amortización	-	15.000 €	15.000 €	15.000 €
Interés	2.700 €	2.025 €	1.350 €	675 €
Cuota	2.700 €	17.025 €	16.350 €	15.675 €

5.9 Conclusiones

Tras la realización del plan financiero, se puede concluir que PVdron muestra fortalezas en solvencia y liquidez de cara al futuro, siendo un proyecto con una viabilidad económica aceptable. Se han tenido en cuenta los tres escenarios posibles (neutro, optimista y pesimista), y tras su análisis el escenario neutro ha sido más favorable, ya que tanto el optimista como el pesimista arrojaban valores que superaban restricciones económicas en contra de los intereses de PVdron.

Además, toda la inversión realizada por PVdron ha sido con el objetivo de conseguir la última tecnología existente en el mercado, obteniendo en todos los casos los productos más eficientes y avanzados tecnológicamente para garantizar un servicio excelente. El acceso a la financiación lo consideramos factible, ya que son de escasa cuantía y aceptable por la mayoría de las entidades bancarias.

En cuanto a la rentabilidad, a pesar de comenzar el primer y segundo año con pérdidas, PVdron consigue incrementar el beneficio sustancialmente entre los años tres y cuatro.

6 PVdron es un valor seguro

A día de hoy, ya es posible alargar la vida útil de las plantas de generación fotovoltaica y obtener en cada momento su máximo rendimiento gracias a planes integrales de mantenimiento personalizados para cada cliente. El valor diferencial, radica en conseguir integrar la tecnología más vanguardista del mercado en la detección de puntos calientes, que son el principal problema de cualquier instalación de generación fotovoltaica.

El tratamiento con Deep Learning de imágenes térmicas tomadas con drones, permite aumentar la rapidez y ampliar el ratio de caracterización de módulos fotovoltaicos, frente a las empresas de la competencia que utilizan técnicas convencionales, pudiendo recalcularse el LCOE de la instalación a la baja. Con los resultados de las subastas de años anteriores y la fuerte apuesta por las E.R marcadas por la hoja de ruta de políticas sostenibles de la U.E,

PVdron es una apuesta segura en términos económicos gracias a haberse posicionado a favor de una fuente de energía en la que muchos, a día de hoy, aun no creen.

A mayores del alto nivel técnico y profesional que posee la empresa, PVdron, apuesta por valores humanos, queriendo construir servicios innovadores y de máxima calidad, pero que a su vez generen unos valores compartidos entre nuestro equipo de empleados y el grupo de clientes. Para ello, focalizamos nuestro esfuerzo en obtener resultados de calidad fomentando la mejora continua y la eficiencia, aprovechando la tecnología y la información como una ventaja competitiva e informando al cliente de nuestras decisiones.

Aplicar las mejores prácticas del mercado en el sector fotovoltaico, innovar en el proceso creando un servicio más sostenible y diferencial, mostrar la vocación de futuro y poseer un enorme compromiso, son las claves que permitirán a PVdron abordar los retos que están por venir.

LISTAS DE REFERENCIAS

- [1] IRENA, *Renewable Power Generation Costs in 2018*.
- [2] David Pickup, «Cost reduction potential of large scale solar PV», Solar Trade Association, London, UK, nov. 2014.
- [3] M. Bolinger, J. Seel, y K. H. LaCommare, «Utility-Scale Solar 2016: An Empirical Analysis of Project Cost, Performance, and Pricing Trends in the United States», Lawrence Berkeley National Lab. (LBNL), Berkeley, CA (United States), LBNL-2001055, sep. 2017.
- [4] Trina Solar, «Trina Pro», *Trina Pro*, 24-ene-2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.trinasolar.com/es/product/trinapro>. [Accedido: 17-jun-2019].
- [5] Red Eléctrica de España, «ESIOS», *Sistema de Información del Operador del Sistema*. [En línea]. Disponible en: <https://www.esios.ree.es/es?locale=es>. [Accedido: 18-jun-2019].
- [6] Red Eléctrica de España, «Mapa de instalaciones fotovoltaicas», *Sistema de Información del Operador del Sistema*. [En línea]. Disponible en: <https://ree.carto.com/u/ree-admin/builder/bc43db4f-c8ca-434d-9e09-6daa07c78367/embed>. [Accedido: 18-jun-2019].
- [7] «The Beginner's Guide To Machine Learning», *Adext Blog*, 26-jun-2017.
- [8] «Digital Transformation and Enterprise Platform Strategy», *XenonStack*. [En línea]. Disponible en: <https://www.xenonstack.com/>. [Accedido: 30-jun-2019].
- [9] R. Scientist, «How GPS Drone Navigation Works», *Drone Omega*, 14-ago-2016.
- [10] Y. Cho, N. Bianchi-Berthouze, N. Marquardt, y S. J. Julier, «Deep Thermal Imaging: Proximate Material Type Recognition in the Wild Through Deep Learning of Spatial Surface Temperature Patterns», en *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2018, pp. 2:1–2:13.
- [11] «Towards Data Science», *Towards Data Science*. [En línea]. Disponible en: <https://towardsdatascience.com/>. [Accedido: 30-jun-2019].
- [12] C. D. Rodin, L. N. de Lima, F. A. de A. Andrade, D. B. Haddad, T. A. Johansen, y R. Storvold, «Object Classification in Thermal Images using Convolutional Neural Networks for Search and Rescue Missions with Unmanned Aerial Systems», en *2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 2018, pp. 1-8.
- [13] Hays Recruiting, «Hays Recruiting». [En línea]. Disponible en: <http://www.hays.es/index.htm>. [Accedido: 29-jun-2019].
- [14] «ENAIRES Drones». [En línea]. Disponible en: <https://drones.enaire.es/>. [Accedido: 30-jun-2019].