



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA AGROAMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

Desarrollo de un modelo de predicción de la sostenibilidad aplicado al sector vitivinícola con aprendizaje automático y su aplicación a un caso de estudio a una bodega de Navas del Rey (comunidad de Madrid) con implementación de un sistema de producción de energía fotovoltaica.

TRABAJO FIN DE GRADO

Autora: Diana Verzier Benet

Tutor: Jesús López Santiago

Julio de 2025

DOC I MEMORIA

DOC II ANEXOS

DOC III PLIEGO DE CONDICIONES

DOC IV PRESUPUESTO

DOC V PLANOS

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION Y ANTECEDENTES	6
2	OBJETIVOS.....	7
3	MARCO TEÓRICO.....	8
3.1	Gestión ambiental basado en el marco normativo "Farm to Fork" como herramienta para conseguir la sostenibilidad ambiental e indicadores para su medida.	8
3.2	Impactos ambientales del sector vitivinícola	11
4	METODOLOGÍA DE TRABAJO	14
4.1	Recopilación.....	14
4.2	Diseño de formulario de sostenibilidad y recopilación de datos.....	15
4.3	Tratamiento de los datos	15
4.4	Desarrollo del modelo predictivo en Python	16
5	RESULTADOS DEL MODELO PREDICTIVO	17
5.1	Desempeño del modelo	17
5.2	Interpretación de los resultados.....	19
6	APLICACION A CASO DE ESTUDIO.....	24
6.1	Análisis y resultados del modelo en una bodega de producción de 100.000 litros de vino tinto joven en Navas del Rey (Madrid) de la Comunidad de Madrid.	24
6.2	Identificación de potenciales medidas correctoras	26
6.3	Implementación y diseño de una medida correctora en las instalaciones de la bodega	30
6.3.1	ESTUDIO DE IMPLANTACIÓN.....	30
6.4	Reevaluación de la sostenibilidad en la bodega objeto de estudio. ..	43
6.5	Presupuesto e impacto económico	44
7	CONCLUSIONES	45
8	BIBLIOGRAFÍA.....	46

Figura 1 Estrategias Farm to Fork. Fuente: EU Commission (2020b). Farm to Fork Strategy.....	9
Figura 2 Diagrama Pareto de los tipos de bodega según su producción	19
Figura 3 Porcentaje de bodegas con o sin certificación según su tamaño Fuente: Elaboración propia	20
Figura 4 Cantidad de bodegas encuestadas en relación a su tamaño y certificación ISO 14.001 Fuente: Elaboración propia.....	21
Figura 5 Relación entre el tamaño de la bodega según sus trabajadores y la certificación ISO 14:001 Fuente: Elaboración propia	21
Figura 6 Relación entre el rango de consumo eléctrico y el tipo y grado de uso de energías renovables. Fuente: Elaboración propia	23
Figura 7 Diagrama de burbujas relacionando el consumo eléctrico con el uso de renovables y tipo de consumo Fuente: Elaboración propia	23
Figura 8 Matriz de calor según los KPIs por tamaño de la bodega en relacion a su produccion anual Fuente: Elaboración propia	27
Figura 9 KPIs en relación a la tipología de bodega acorde a su producción anual Fuente: Elaboración propia	28
Figura 10 Área disponible para los paneles fotovoltaicos. Fuente: Google Earth Pro	31
Figura 11 Vista del sistema Fuente: PVsyst	34
Figura 12 Simulación 3D Fuente: PVsyst	35
Figura 13 Producciones normalizadas Fuente: PVsyst	35
Figura 14 Perdidas estimadas Fuente: PVsyst.....	42
Tabla 1 Consumos de la bodega en funcion de su producción Fuente: Elaboración propia	22
Tabla 2 Cuadro de consumos electricos de la bodega de Navas del Rey Fuente: Elaboración propia	31
Tabla 3 Promedios de consumo Fuente: Elaboración propia.....	32
Tabla 4 Potencia fotovoltaica	32
Tabla 5 Número de módulos necesarios según la potencia del módulo Fuente: Elaboración propia	32
Tabla 6 Cadenas y módulos elegidos Fuente: Elaboración propia.....	36
Tabla 7 Características del inversor Fuente: Elaboración propia	39
Tabla 8 Datos de produccion mensual generada Fuente: Elaboración propia ...	43

1 INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

En un contexto mundial marcado por la emergencia climática, pérdida de biodiversidad y el agotamiento de recursos naturales, la Unión Europea ha centrado sus esfuerzos en las últimas décadas en acelerar una transición hacia un modelo de desarrollo sostenible. El Pacto Verde Europeo (European Green Deal) se presenta como la hoja de ruta para alcanzar la neutralidad climática en 2050, promoviendo un uso eficiente de los recursos, una economía circular y una descarbonización en todos los sectores incluida la agricultura y alimentación asegurando la integración a esta nueva economía a todas las regiones y personas.

En estrecha relación con esta iniciativa la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible de las Naciones Unidas define 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que actúan como marco global abarcando las esferas económica, social y ambiental.

La estrategia de la Granja a la Mesa “Farm to Fork”(F2F), impulsada por la Comisión Europea se centra en los desafíos de los sistemas agrícolas y alimentarios. Con el objetivo de sentar las bases en temas como la seguridad alimentaria, fraude alimentario en la cadena de suministro, promover el consumo sostenible de alimentos, reducir el desperdicio alimentario, esta iniciativa enfatiza sobre la importancia de las practicas sostenibles y preservación del medio ambiente.

El sector vitivinícola español refleja una preocupación creciente por la sostenibilidad tanto en los productores como en los consumidores para asegurar una viabilidad a largo plazo. La aplicación de sistemas de gestión ambiental como la norma ISO-14001 e implementación de medidas correctores son herramientas esenciales para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), mejora de la gestión de recursos y residuos y uso de energías renovables.

Ante el aumento sucesivo de la complejidad en la implantación de medidas sostenibles en el sector, surge la necesidad de desarrollar metodologías adaptadas para facilitar la identificación de acciones con mayores impactos en dirección a la sostenibilidad de la industria agroalimentaria, y particularmente en la industria vitivinícola.

En este proyecto abarca un estudio de las problemáticas ambientales en la industria vitivinícola, identificando los principales factores de impacto a lo largo del ciclo productivo. Se analizan los indicadores de sostenibilidad dentro del marco normativo de la estrategia “de la Granja a la Mesa”(F2F), empleando diversas técnicas para el tratamiento de datos y la aplicación de modelos estadísticos.

Con el fin de comprender e identificar los componentes clave de la gestión ambiental en las bodegas españolas, se diseña un modelo de predicción, utilizando datos recogidos en distintos ámbitos vitivinícolas españoles. Los resultados de este modelo de predicción se utilizarán para implementar soluciones concretas en una bodega de la Comunidad de Madrid, mejorando su sostenibilidad.

El desarrollo de este modelo predictivo está basado en inteligencia artificial, específicamente en aprendizaje automático y redes neuronales, que permiten evaluar eficazmente los aspectos cruciales de la sostenibilidad en las bodegas. Este modelo facilitará la evaluación y medición de los impactos ambientales, promoviendo así prácticas sostenibles.

El modelo se aplica a un caso concreto de una bodega de Navas del Rey (Madrid) para verificar su eficacia y su capacidad para ofrecer datos relevantes sobre la sostenibilidad, y la adopción de medidas específicas para mejorar la gestión ambiental.

Seguido de la propuesta de implantación de las medidas de mejora de sostenibilidad orientadas a la obtención de la ISO 14.001 y de la generación para autoconsumo de energía fotovoltaica, se vuelve a ejecutar el modelo para determinar la mejora en la sostenibilidad de la bodega y la probabilidad de obtención de la certificación en cuestión.

2 OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto es desarrollar un modelo de predicción con aprendizaje automático para analizar de manera eficiente la sostenibilidad en las bodegas, basándose en indicadores medioambientales. Este modelo se aplicará a un caso práctico en una bodega de Navas del Rey (Madrid).

O1: Identificar y caracterizar los aspectos ambientales clave en la producción vitivinícola.

La caracterización de estos impactos permite comprender en qué fases del proceso productivo se concentran los mayores riesgos ambientales, sentando así las bases para una intervención eficaz en términos de sostenibilidad. Esta etapa incluye la revisión de bibliografía técnica y normativa ambiental aplicable al sector.

O2: Evaluar los indicadores de sostenibilidad según el marco normativo "Farm to Fork".

En este objetivo se seleccionan y evalúan indicadores de sostenibilidad que se alineen con los principios establecidos por la estrategia "De la Granja a la Mesa" (F2F) de la Unión Europea

O3: Desarrollar un modelo de predicción de sostenibilidad con aprendizaje automático con Python

Se utilizan algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) implementados en Python, seleccionando técnicas como redes neuronales, árboles de decisión o regresión logística, según su idoneidad para el tipo y volumen de datos disponibles.

El proceso incluye la preparación del dataset, la limpieza de datos, el entrenamiento y validación del modelo, así como el análisis de su precisión y capacidad de generalización. El objetivo final es obtener una herramienta funcional que permita predecir el impacto ambiental y ofrecer recomendaciones prácticas basadas en datos objetivos.

O4: Aplicar el modelo a una bodega de la Comunidad de Madrid y proponer mejoras.

Una vez desarrollado y validado el modelo, se procede a su aplicación práctica en una bodega situada en Navas del Rey (Madrid). En esta fase se recopilan datos reales de la instalación, que son introducidos en el modelo para generar un diagnóstico del estado actual de sostenibilidad de la bodega

O5: Implementar soluciones basadas en el modelo para mejorar la gestión ambiental, buscando reducir el consumo de recursos y las emisiones de carbono

A partir de las predicciones y recomendaciones generadas por el modelo, se identifican aquellas áreas con mayor margen de mejora (como el consumo energético, la generación de residuos o el uso intensivo de agua) y se diseñan soluciones técnicas y operativas adaptadas a la realidad de la bodega.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Gestión ambiental basado en el marco normativo "Farm to Fork" como herramienta para conseguir la sostenibilidad ambiental e indicadores para su medida.

3.1.1 Estrategia Farm 2 Fork (F2F)

La Estrategia "De la Granja a la Mesa" (Farm to Fork F2F) de la Unión europea representa un pilar fundamental del Pacto Verde Europeo con la ambición de transformar los sistemas alimentarios de la EU, teniendo como telón de fondo la pandemia de Covid-19.

Alineado con la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible el Pacto Verde Europeo (European Green Deal) establece la hoja de ruta para alcanzar a ser el primer continente climáticamente neutro para 2050. Dentro de este marco la estrategia F2F aborda específicamente los desafíos

del sistema agrícola y alimentario, puntos esenciales para el cumplimiento del objetivo general climático.

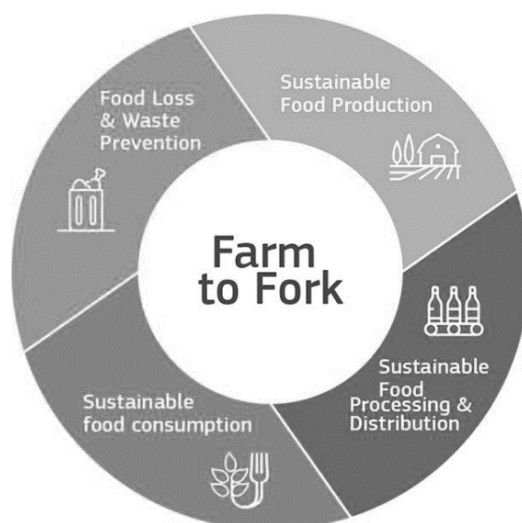


Figura 1 Estrategias Farm to Fork. Fuente: EU Commission (2020b). Farm to Fork Strategy

Los objetivos fundamentales de la F2F incluyen asegurar la seguridad alimentaria sin comprometer bases económicas sociales y ambientales. Después de las afecciones de la pandemia se refuerza la idea de resiliencia del sistema alimentario para hacer frente a perturbaciones ya sean naturales o socioeconómicas.

Se aspira a un sistema alimentario sostenible que debería:

- Tener un impacto ambiental neutro o positivo
- Contribuir a mitigar el cambio climático y adaptarse a sus efectos;
- Revertir la pérdida de biodiversidad
- Garantizar la seguridad alimentaria, la nutrición y la salud pública, garantizando que todas las personas tengan acceso a alimentos suficientes, seguros, nutritivos y sostenibles;
- Preservar la asequibilidad de los alimentos, generando al mismo tiempo rendimientos económicos más justos, fomentando la competitividad del sector de suministro de la UE y promoviendo el comercio justo

Se propone tomar acciones para

- Reducción de plaguicidas 50%
- Reducción de fertilizantes 20%
- Reducción de antimicrobianos 50%
- Agricultura ecológica 25%

La estrategia F2F se sustenta en un plan de acción integral que comprende numerosas propuestas legislativas, estrechamente vinculado con la PAC y

medidas no reguladoras. Este plan describe una serie de acciones políticas destinadas a fortalecer las regulaciones alimentarias y agrícolas existentes en la UE con 27 acciones concretas para transformar el sistema alimentario en la UE para 2030.

Desde una perspectiva ambiental la F2F busca lograr un impacto positivo contribuyendo a la mitigación del cambio climático, optimización de los recursos y disminuir la huella ambiental de la producción de alimentos para reducir la contaminación del suelo, agua, aire y proteger los ecosistemas.

La estrategia pretende empoderar a los consumidores para que tomen decisiones alimentarias más saludables y sostenibles.

3.1.2 Certificaciones ambientales ISO 14001 y SWfCP

Distintas herramientas como la ISO 14001 promueven los sistemas de gestión ambiental para garantizar el cumplimiento de estos estándares ambientales. Es una norma internacionalmente reconocida que establece los requisitos para un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) eficaz. Su propósito principal es proporcionar a las organizaciones un marco para identificar, gestionar, monitorear y mejorar su impacto ambiental.

- Marco de Gestión Ambiental: Ayuda a las organizaciones a construir su propio SGA, asegurando que sean ambientalmente responsables.
- Mejora Continua: Fomenta la mejora continua de la sostenibilidad general de una organización y el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios. Se basa en el modelo de Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PDCA).
- Política Ambiental: Requiere que las organizaciones establezcan una política ambiental que refleje su compromiso con la protección del medio ambiente, la prevención de la contaminación y el cumplimiento de las obligaciones.
- Identificación de Aspectos e Impactos: Ayuda a las empresas a identificar y evaluar los aspectos ambientales de sus actividades y sus impactos potenciales, priorizando aquellos con mayor impacto.
- Cumplimiento Legal: Facilita el cumplimiento de las leyes y regulaciones ambientales pertinentes.

Por otro lado en el sector vitivinícola el sello Sustainable Wineries for Climate Protection (SWCP) se está posicionando como el sello de sostenibilidad por excelencia ayudando a bodegas a alinearse con las estrategias europeas de desarrollo sostenible.

La ISO 14001, la Estrategia "De la Granja a la Mesa" (Farm to Fork, F2F) de la Unión Europea y SWCP de la Federación Española del Vino, aunque son marcos

distintos, comparten un objetivo fundamental: impulsar la sostenibilidad ambiental.

3.2 Impactos ambientales del sector vitivinícola

3.2.1 Impactos ambientales en el viñedo

A lo largo de la campaña vitícola se llevan a cabo diferentes acciones que pueden acarrear un impacto ambiental negativo, ya sea desde su implantación como su explotación.

El impacto de la viticultura sobre el suelo y la biodiversidad es causado por distintos factores. La erosión y compactación del suelo en prácticas agrícolas intensivas así como un laboreo excesivo puede degradar el suelo especialmente en terrenos con pendiente y reducir la capacidad de infiltración de agua. Existen técnicas disponibles como cubiertas vegetales destinadas a mitigar esta degradación. La predominancia de la vid en grandes extensiones conlleva una pérdida de diversidad afectando a la flora y fauna local haciendo el ecosistema más vulnerable.

El uso de pesticidas y herbicidas u otros productos químicos pueden causar contaminaciones en el suelo, agua y aire. La aplicación indiscriminada de estos productos fomenta el riesgo de afectar a organismos no objetivo y de generar resistencia a plagas y malas hierbas pudiendo convertirse en un problema sistémico a largo plazo.

La gestión del agua para el riego en los viñedos dependiendo de las regiones puede tener un impacto considerable en los recursos hídricos locales. En muchas regiones vitivinícolas españolas la creciente escasez de agua y la alta presión ejercida sobre los acuíferos acentúa el impacto ambiental del riego en el viñedo.

Dentro de las prácticas asociadas a la viticultura cabe destacar que algunas de ellas se pueden considerar más sostenibles por tener en cuenta el factor ambiental y optar por viticultura ecológica reduciendo así los principales impactos asociados a la producción de vid.

En prácticas vitícolas convencionales, a lo largo del ciclo de la vid desde la preparación del suelo hasta la vendimia se depende de maquinaria para asegurar el manejo correcto del viñedo. Esta parte mecanizada de las operaciones en el viñedo representa una parte elevada del consumo total de combustible fósil para la producción del vino. En esta fase se libera una gran cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), así como en el transporte hacia la bodega generando un alto impacto energético.

3.2.2 Impactos asociados al proceso

Para el análisis de los impactos ambientales generados en el proceso se abarcarán los impactos más significativos en cada etapa de la elaboración para facilitar su

identificación. De manera general, estos impactos se manifiestan en la emisión de CO₂, elevado consumo de energía y agua además de la generación de residuos y vertidos.

En la recepción de la materia prima los impactos iniciales son debidos al insumo de combustibles fósiles durante la llegada de la uva a la bodega. Además durante la fase de vendimia, debido al tránsito de maquinaria se pueden generar humos y polvo dependiendo del grado de urbanización de la bodega desprendiendo partículas en suspensión en el aire. La maquinaria de recepción puede generar contaminación acústica y vibración pero no son considerados como significativos para este proyecto.

En el despalillado se generan residuos sólidos inertes, principalmente raspón de la uva que debe de gestionarse adecuadamente para evitar impactos ambientales.

Tras la fermentación y el prensado se generan orujos y lías que en su conjunto pueden representar entre un 20-30% de los kg de entrada de uva en bodega.

Además la fermentación alcohólica produce de manera natural una cantidad significativa de CO₂ (aproximadamente 50g de CO₂ por cada 100g de azúcar) afectando a la cantidad emitida de gases de efecto invernadero generando un impacto ambiental negativo.

La fermentación también produce emisiones de CO₂ que serán debidamente controladas mediante sistemas automáticos de extracción y renovación de aire para evitar accidentes a los trabajadores.

En cuanto a los vertidos, se generan principalmente en labores de lavado de maquinaria e instalaciones así como posibles vertidos accidentales de líquido (mosto o vino) durante las operaciones de elaboración y trasiegos. Las aguas residuales de una bodega se caracterizan por tener una alta carga de contaminantes orgánicos y altas concentraciones de sólidos en suspensión además de agentes de limpieza y desinfectantes clorados. Se puede estimar el vertido entre 2-6 L de agua / L de vino producido. El vertido de estas aguas sin tratamiento presenta riesgos ambientales significativos tanto en aguas superficiales como subterráneas. Son vertidos que se producen muy estacionalmente, siendo el pico de vertido en temporada de vendimia y pueden ser una oportunidad para la implementación de circuitos de reutilización de agua para el riego en viñedo.

En la línea de embotellado y almacenaje se generan residuos sólidos no peligrosos a partir de las materias primas utilizadas, incluyendo residuos plásticos, vidrios y maderas. El envasado, especialmente las botellas de vidrio pueden suponer un gran impacto en los gases de efecto invernadero sobre todo a la hora de la distribución.

La puesta a punto y mantenimiento de la maquinaria empleada en el proceso también generan residuos sólidos como aceites y baterías que tienen un impacto ambiental puntual y es necesario llevar a un gestor autorizado.

3.2.3 Impactos asociados a instalaciones

La refrigeración representa generalmente el mayor consumo de energía en cuanto a las instalaciones.

El impacto de las instalaciones aumenta si se utilizan combustibles fósiles para calefacción, lo que provocara un aumento de la huella de carbono y emisiones de gases de efecto invernadero en el balance total de la bodega.

En algunos casos también se pueden producir fugas accidentales de gases de refrigeración, generalmente altamente contaminantes en equipos de refrigeración por lo que es necesario realizar mantenimientos periódicos para evitar este tipo de derrames.

La iluminación contribuye al consumo energético especialmente acentuado con luces incandescentes o halógenas que además pueden emitir calor. Es preferible el uso de luces LED para minimizar el impacto asegurándose de gestionar correctamente su eliminación.

En cuanto al consumo de agua, ligado principalmente a prácticas operativas de limpieza y fontanería se pueden encontrar soluciones técnicas como hidrolimpiadoras o limpiezas en seco para minimizar el impacto del uso del agua en las bodegas.

3.2.4 Impactos ambientales asociados a la organización

- Residuos Sólidos Urbanos: serán producidos en las oficinas y zona social.
- Vertidos: aguas residuales de limpieza y aguas fecales.

Tabla 1 Tabla de resumen de impactos ambientales según la fase

FASE VITÍCOLA	Fertilización	Lixiviaciones y contaminación suelo	Posible eutrofización y contaminación de aguas subterráneas
	Agua de riego	Uso de recursos	Presión en acuíferos locales y uso de recursos hídricos superficiales
	Control de plagas y enfermedades	Uso de pesticidas y herbicidas	Contaminación del suelo, agua. Puede afectar a organismos no objetivo
	Maquinaria de campo	Uso Combustibles	Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
FASE DE ACTIVIDAD	Recepción de materia prima	Uso Combustibles	Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Elaboración del producto	Lavado de maquinaria e instalaciones	Aguas de limpieza a recoger y tratar antes de vertido y contaminación accidental en las zonas establecidas
	Consumo de agua	Consumo de agua potable en servicios sanitarios y limpiezas,
	Proceso de fermentación	Emisión de CO2 en el proceso de fermentación.
	Producción de residuos	Residuos provenientes del propio proceso (subproductos e insumos)
	Vertidos	Vertidos accidentales a prevenir con manejo adecuado de las instalaciones y mecanismos de seguridad Vertidos depuradora
Expedición del producto	Distribución	Uso de combustibles

4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología propuesta se enfoca en la evaluación del desempeño ambiental en bodegas, en consonancia con la estrategia "Farm to Fork" (F2F) de la Unión Europea y los principios de la norma ISO 14001, así como los marcos de certificación relevantes como SWfCP (Sustainable Wineries for Climate Protection), y los hallazgos de los estudios previos. Este enfoque tiene como objetivo cuantificar y predecir aspectos de sostenibilidad ambiental, excluyendo deliberadamente la seguridad alimentaria en esta fase.

4.1 Recopilación

La fase de recopilación de datos se ha llevado a cabo mediante la distribución de un cuestionario estructurado a un universo de más de 200 bodegas ubicadas en España. A pesar de una respuesta limitada a solo 7 participantes, estos datos se utilizarán para validar la pertinencia del cuestionario y explorar tendencias preliminares.

El cuestionario ha sido desarrollado a través de Google Forms. El formulario en cuestión se presenta como anexo en este proyecto. El cuestionario distribuido mediante correo electrónico es el medio principal para la recolección de información estandarizada.

La distribución se ha dirigido a bodegas de diversas tipologías y escalas en todo el territorio español, buscando una representación de las prácticas ambientales existentes.

Dada la baja tasa de respuesta, se procederá a una estimación y validación del modelo utilizando el Teorema del Límite Central (CLT). Aunque la muestra actual es reducida, la aplicación del CLT, bajo supuestos específicos sobre la

distribución de la población, permitirá inferir propiedades de la población de bodegas a partir de una muestra limitada, facilitando la identificación de patrones para la fase de modelado predictivo.

4.2 Diseño de formulario de sostenibilidad y recopilación de datos

El formulario de sostenibilidad ha sido meticulosamente diseñado para capturar datos cuantitativos y cualitativos relativos a la gestión ambiental de las bodegas.

El diseño del cuestionario se ha fundamentado en la estrategia "Farm to Fork" (F2F), los requisitos de la norma ISO 14001:2015 (Sistemas de Gestión Ambiental), y las directrices de certificaciones específicas del sector como WFCP. Asimismo, se han integrado conocimientos derivados de los artículos de investigación proporcionados, que detallan estructuras de cuestionarios sobre desempeño ambiental.

El formulario incluye preguntas cerradas (dicotómicas, de opción múltiple), y el uso predominante de escalas para cuantificar la percepción y la implementación de las prácticas ambientales. Las preguntas abordan áreas críticas como:

- Consumo de recursos (agua, energía).
- Generación y gestión de residuos.
- Emisiones de gases de efecto invernadero.
- Gestión de la biodiversidad.
- Prácticas agrícolas sostenibles en el viñedo.
- Compromiso de la dirección y capacitación del personal en temas ambientales.
- Políticas y objetivos ambientales.
- Conformidad con la normativa ambiental.
- Aspectos específicos del proceso de vinificación con impacto ambiental.

Cabe destacar que el formulario se centra estrictamente en los aspectos de sostenibilidad ambiental, excluyendo las consideraciones de seguridad alimentaria, que no son el objetivo de esta evaluación particular.

4.3 Tratamiento de los datos

El tratamiento de los datos se realizará mediante un enfoque dual que combina el análisis estadístico y la implementación de modelos de aprendizaje automático.

Para efectuar un análisis descriptivo de los datos recogidos se utilizan herramientas como hojas de cálculo (Microsoft Excel) y software estadístico para determinar frecuencias, medidas de tendencia central y dispersión, y para identificar las correlaciones iniciales entre variables.

Se desarrolla un modelo de predicción utilizando lenguajes de programación como Python. Las técnicas de aprendizaje automático que se emplearán incluyen, entre otras, la regresión logística. Este modelo permitirá así:

- Identificar los factores clave que influyen en el desempeño ambiental de las bodegas.
- Estimar la probabilidad de que una bodega adopte prácticas sostenibles específicas o alcance ciertos niveles de desempeño ambiental.
- Generar indicadores clave de rendimiento (KPIs) específicos para la sostenibilidad ambiental en el sector vitivinícola, que servirán como herramientas de evaluación y mejora continua.

4.4 Desarrollo del modelo predictivo en Python

Este apartado queda desarrollado en profundidad en el Anexo correspondiente.

El proceso ha sido implementado mediante la plataforma Anaconda, utilizando el entorno de desarrollo Spyder, que ofrece una integración eficaz para la programación científica en Python.

Anaconda es una distribución gratuita y de código abierto de Python que facilita el trabajo en ciencia de datos gracias a la incorporación de numerosas bibliotecas preinstaladas como Pandas, Scikit-learn, NumPy y Matplotlib, entre otras.

El objetivo principal del modelo es predecir, en función de las variables recogidas en la encuesta, la probabilidad de que una bodega obtenga la certificación ISO 14.001.

Los datos utilizados provienen de un cuestionario distribuido a bodegas, cuya información se recopila en un archivo CSV. Este archivo se carga en el entorno de trabajo, donde se inicia el preprocesamiento de los datos. Se importan las bibliotecas necesarias, siendo especialmente importantes Pandas para el tratamiento de datos estructurados, y Scikit-learn para el desarrollo del modelo de machine learning.

Una vez cargado el DataFrame, se verifica que no existan valores nulos o perdidos con el fin de evitar errores durante el entrenamiento del modelo. Para facilitar la manipulación de los datos, las preguntas del cuestionario se renombran utilizando una codificación más manejable (P_1, P_2, etc.), siguiendo el orden y contenido del formulario presentado como anexo. Además, se transforman las respuestas no binarias mediante un proceso de codificación, en el que las afirmativas se representan con un valor de 1 y las negativas con 0.

Con el objetivo de evitar que el modelo se evalúe sobre los mismos datos con los que ha sido entrenado, se divide el conjunto de datos en tres subconjuntos: entrenamiento, validación y test. No obstante, debido al número extremadamente reducido de observaciones disponibles (solo once), cualquier

partición de los datos genera subconjuntos con escasa representatividad estadística. A pesar de esta limitación, se mantiene la estructura típica de separación (60% entrenamiento, 20% validación, 20% test) con la intención de que el modelo pueda aplicarse en condiciones más óptimas cuando se disponga de una base de datos más amplia.

Dado el tamaño reducido del conjunto de datos, se aplica la técnica de validación cruzada para obtener una estimación más robusta del rendimiento del modelo. Esta técnica permite utilizar todos los datos para el entrenamiento y la validación en diferentes particiones, reduciendo así el riesgo de depender de una única división aleatoria. En este caso, se opta por una validación cruzada de tipo k-fold con cinco particiones.

El algoritmo seleccionado es la regresión logística, ya que se trata de un problema de clasificación binaria (obtener o no obtener la certificación ISO 14.001). Este modelo estima la probabilidad de pertenencia a una clase a partir de una combinación lineal de las variables predictoras, utilizando la función sigmoide. La salida del modelo se interpreta como una probabilidad entre 0 y 1, que se convierte en una clase (0 o 1) aplicando un umbral de decisión, habitualmente establecido en 0.5.

5 RESULTADOS DEL MODELO PREDICTIVO

5.1 Desempeño del modelo

Los resultados se podrán ver en más detalle en el anexo correspondiente.

Durante la evaluación del modelo se observa que el tamaño de la muestra afecta de forma significativa a la calidad de los resultados. El conjunto de entrenamiento contiene seis observaciones, mientras que los conjuntos de validación y test contienen dos y tres observaciones, respectivamente.

- Tamaño de entrenamiento: (6, 28)
- Tamaño de validación: (2, 28)
- Tamaño de testeo: (3, 28)

Concretamente, el modelo alcanza una exactitud del 100% durante la validación cruzada, lo cual, dadas las características del conjunto de datos, no implica una buena generalización.

Validación cruzada

- Exactitud por fold: [1. 1. 1. 1. 1.]
- Exactitud media: 1.0000
- Desviación estándar: 0.0000

Overfitting:

- Exactitud en entrenamiento: 1.0000
- Exactitud en validación: 0.5000

La exactitud obtenida en el conjunto de validación es del 50%, lo que equivale al azar, indicando que el modelo memoriza los datos de entrenamiento sin lograr un aprendizaje real.

El informe de clasificación refuerza este diagnóstico: el modelo no logra identificar correctamente ninguna de las bodegas que poseen la certificación, y todas las métricas asociadas a la clase positiva (precisión, recall y f1-score) son nulas. Esta situación se refleja también en las advertencias del sistema, que indican métricas indefinidas debido a la ausencia total de predicciones positivas.

Classification Report

	precision	recall	f1-score	support
No Certificación	0.50	1.00	0.67	1
Sí Certificación	0.00	0.00	0.00	1

Se analizan los coeficientes obtenidos, mostrados en el Anexo correspondiente, por el modelo de regresión logística. Estos coeficientes reflejan el peso relativo de cada variable codificada en la probabilidad de obtener la certificación. Aunque algunos coeficientes positivos se asocian con prácticas medioambientales concretas, su interpretación no tiene validez robusta debido a la inestabilidad provocada por la escasez de datos. Esta limitación se reconoce como uno de los principales obstáculos para evaluar el modelo de forma fiable.

5.2 Interpretación de los resultados

5.2.1 Tipo de bodega

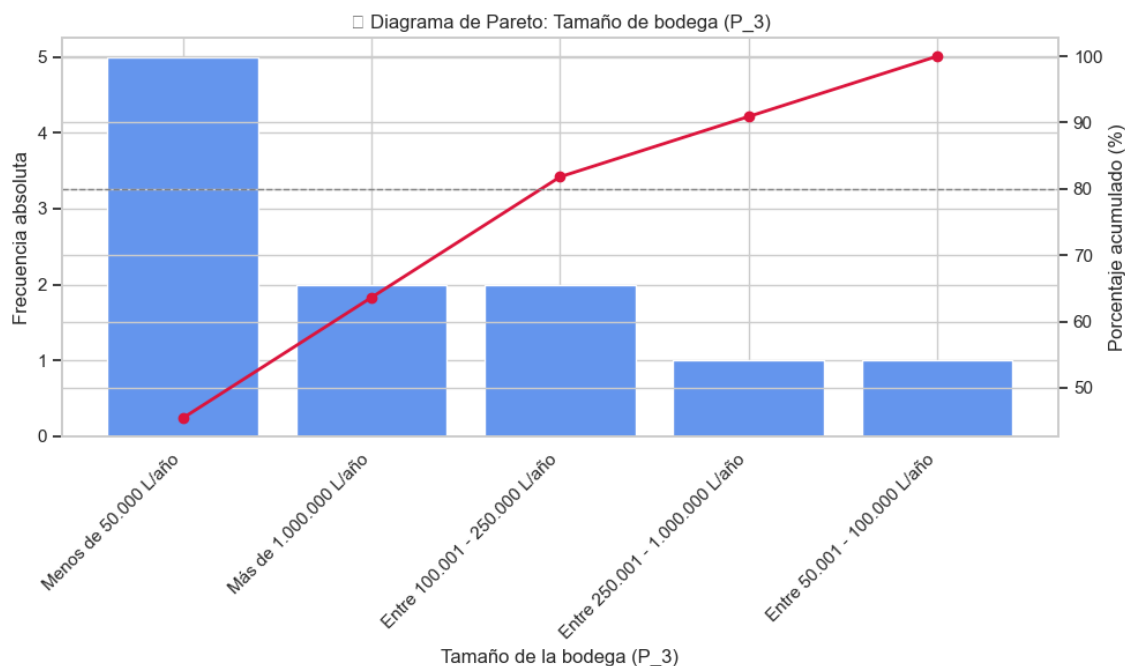


Figura 2 Diagrama Pareto de los tipos de bodega según su producción

El análisis visual mediante un diagrama de Pareto permite identificar que ciertas categorías de tamaño de bodega concentran una mayor frecuencia relativa. Sin embargo, el número total de casos analizados —once bodegas— resulta claramente insuficiente para extraer conclusiones representativas. Aun así, el resultado observado coincide con la tendencia general descrita por organismos como la Organización Interprofesional del Vino de España (OIVE), que retrata un ecosistema vitivinícola en el que predominan los microproductores, con una fuerte presencia de bodegas de carácter artesanal o familiar.

5.2.2 Perfil organizativo

La mayoría de las bodegas encuestadas tiene menos de 10 empleados y produce menos de 50.000 litros anuales, aunque algunas superan el millón, reflejando una muestra diversa. Los cargos de sostenibilidad suelen recaer en propietarios o directores generales, lo que puede reflejar tanto compromiso como falta de personal especializado. Más de la mitad no cuenta con un responsable ambiental definido.

5.2.3 Gestión Ambiental y Certificaciones

Los datos muestran además que resulta difícil establecer una relación significativa entre el tamaño de la bodega y la posesión de certificación ISO 14001.

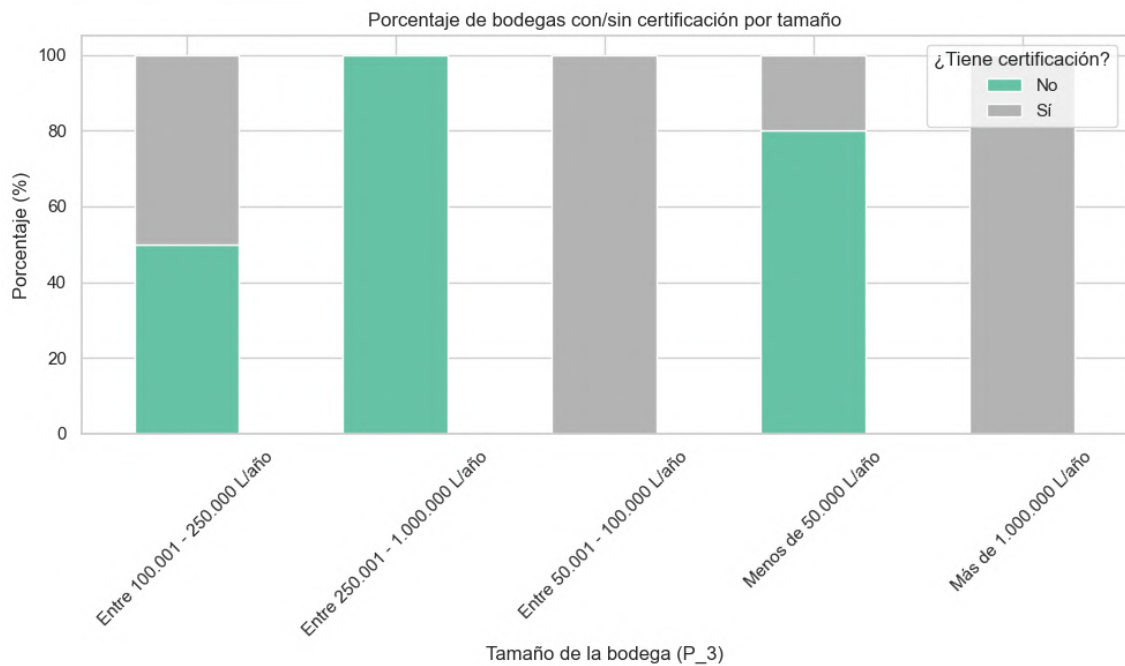


Figura 3 Porcentaje de bodegas con o sin certificación según su tamaño Fuente: Elaboración propia

La escasa cantidad de bodegas analizadas dentro de cada rango de tamaño hace que cualquier patrón aparente pueda deberse más al azar que a una tendencia estructural

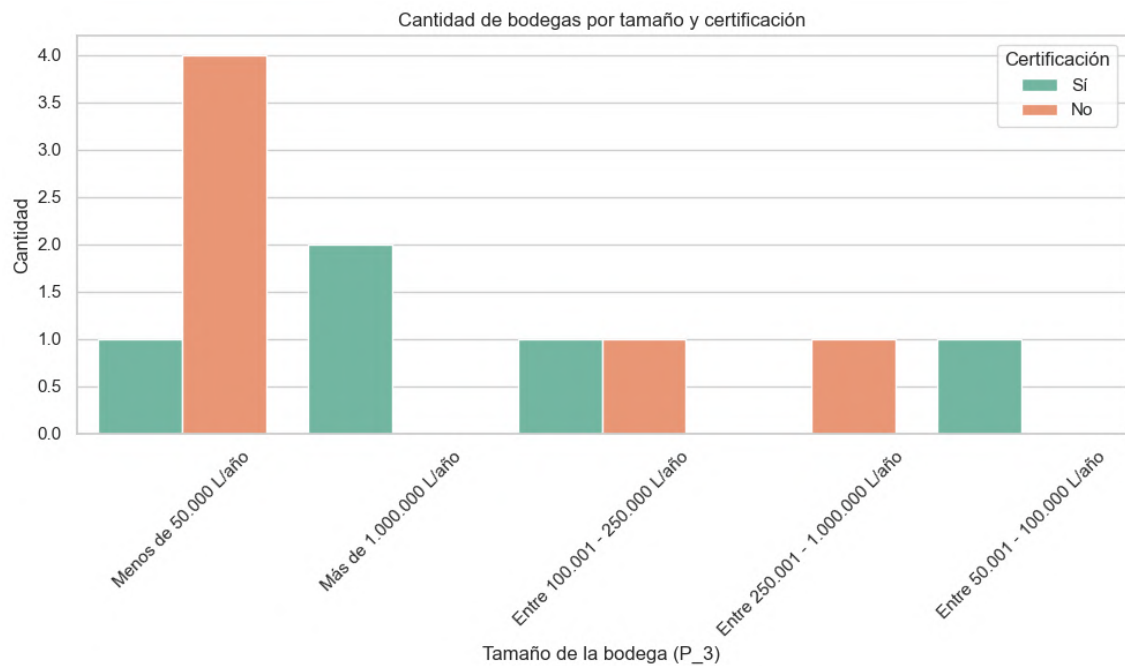


Figura 4 Cantidad de bodegas encuestadas en relación a su tamaño y certificación ISO 14.001 Fuente: Elaboración propia

Cuando se observa la relación entre el número de empleados y la obtención de la certificación, se identifica una correlación directa: las bodegas con mayor plantilla tienden a estar certificadas. Esto puede explicarse por la disponibilidad de recursos técnicos y humanos, la existencia de departamentos especializados en sostenibilidad, o la presión por cumplir normativas más exigentes y responder a las demandas de clientes y mercados internacionales

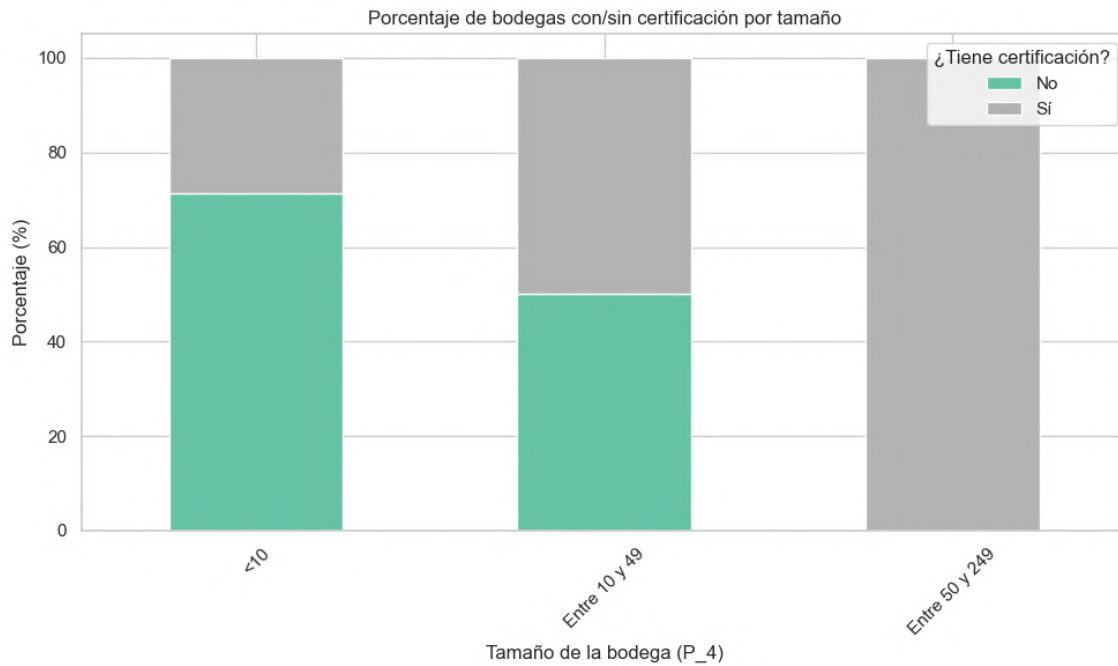


Figura 5 Relación entre el tamaño de la bodega según sus trabajadores y la certificación ISO 14:001 Fuente: Elaboración propia

Por el contrario, la falta de certificación en bodegas pequeñas podría responder a limitaciones estructurales, escaso acceso a información técnica y a la ausencia de acompañamiento profesional adecuado

Otro aspecto crítico es la gestión de la huella de carbono. El 81,8% de las bodegas no mide sus emisiones en los alcances 1 y 2, mientras que un 90,9% no mide las emisiones del alcance 3. Tan solo un 9,1% cuenta con la huella de carbono certificada.

5.2.4 Formación y comunicación

Los requerimientos legales de gestión de residuos pueden estar al origen que el 54,4% de bodegas que ofrece formación ambiental a sus empleados con frecuencia alta

El 100% de las bodegas ha completado que el correo electrónico es la forma de comunicación interna, en cuanto a la comunicación externa la mayoría de las bodegas lo hacen a través de su página web y redes sociales.

5.2.5 Consumos de las bodegas

En cuanto al consumo energético, el 63.6% mide tanto el consumo eléctrico como el de combustibles

Tabla 2 Consumos de la bodega en función de su producción Fuente: Elaboración propia

%	Electricidad (P_33) kWh/año						Combustible (P_34) L/año					Agua (P_39) m³/año				
	Tamaño de bodega (P_3) L/año	25.000 - 50.000	50.000 - 75.000	75.000 - 150.000	Menos de 25.000	Más de 350.000	No se mide	1.000 - 10.000	10.000 - 25.000	Menos de 1.000	Más de 50.000	No se mide	100 - 250	250 - 500	500 - 1000	Menos de 100
Entre 1001 - 2500	0	0	0	50	0	50	100	0	0	0	0	0	50	0	50	0
Entre 2501 - 100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	100	0	0
Entre 501 - 1000	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0
Menos de 500	20	0	20	60	0	0	0	20	40	0	40	40	0	0	60	0
Más de 100	0	0	50	0	50	0	0	50	0	50	0	0	50	0	0	50

El análisis comparativo entre tamaño de bodega y rangos de consumo evidencia que a mayor volumen de producción, mayor el consumo energético e hídrico. Tanto en el caso de la electricidad (P_33) como del consumo de agua (P_39), se observa una progresión ascendente: las bodegas más pequeñas se concentran en los rangos bajos de consumo, mientras que las de mayor tamaño aparecen en categorías medias y altas.

El comportamiento del consumo de combustible (P_34) resulta menos lineal. Algunas bodegas pequeñas muestran valores altos o no medidos, y las de gran tamaño se dividen entre los rangos medios y altos. Puede influenciar la distancia al viñedo, tipo de maquinaria, la climatización o la presencia de fuentes energéticas alternativas.

El uso de energías renovables también es limitado, con el 36.4% que no utiliza ninguna, y la mayoría que sí lo hace, es en proporciones menores al 50% de su consumo total. En términos de consumo eléctrico, un 36.4% de las bodegas consume menos de 25.000 kWh/año que denota muchas de las bodegas encuestadas son de tamaño pequeño con poca demanda energética.

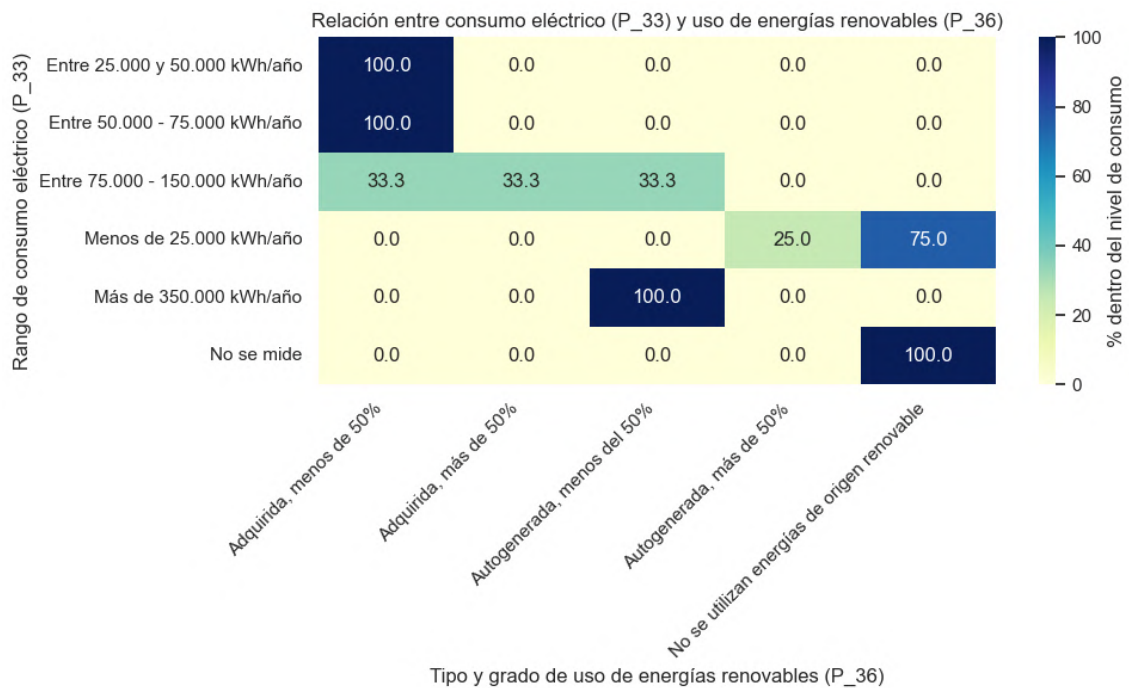


Figura 6 Relación entre el rango de consumo eléctrico y el tipo y grado de uso de energías renovables. Fuente: Elaboración propia

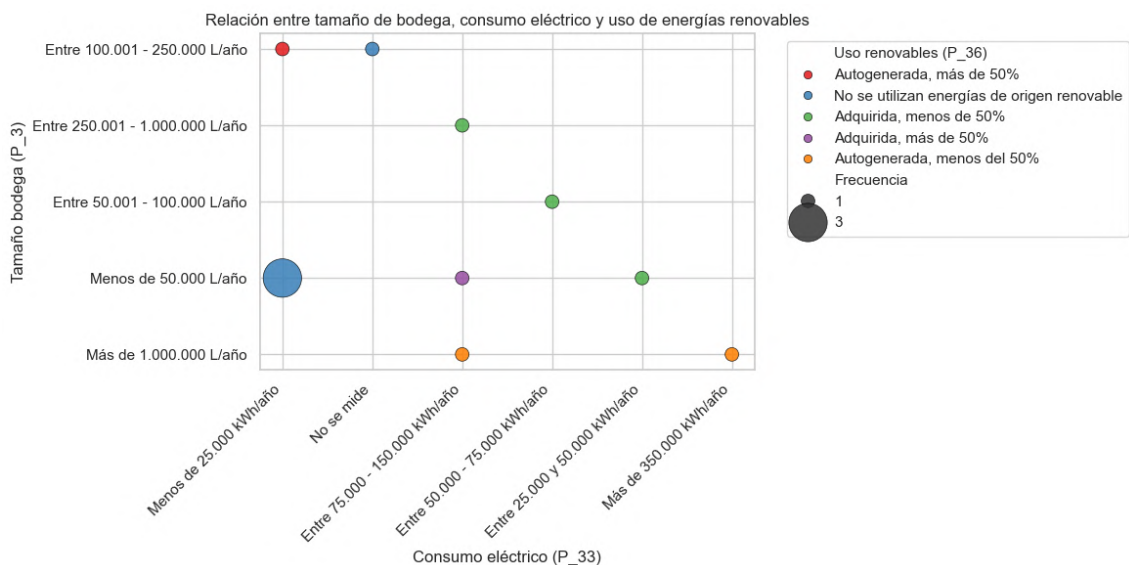


Figura 7 Diagrama de burbujas relacionando el consumo eléctrico con el uso de renovables y tipo de consumo Fuente: Elaboración propia

El cruce entre consumo eléctrico, tamaño de bodega y uso de energías renovables muestra que las bodegas de mayor escala presentan mayor diversidad energética, incluyendo alternativas renovables, mientras que las más pequeñas tienden a no utilizarlas o no medir su consumo. Aún con la baja densidad de datos en algunas combinaciones, los resultados coinciden en parte con estudios del sector vitivinícola que indican que las bodegas de mayor escala tienden a adoptar soluciones energéticas más sostenibles, favorecidas por su mayor capacidad de inversión y retorno económico

5.2.6 Políticas ambientales

Las políticas ambientales de las bodegas están enfocadas sobre todo a la reducción del consumo de agua (81.8%) y energía (90.9%), así como en la reducción de residuos (54.5%)

La existencia de planes para cumplir objetivos medioambientales (54.5% con planes) es positiva, aunque el 27.3% no haya establecido objetivos, lo que dificulta la medición del progreso. La predominancia del método cualitativo para evaluar el análisis de riesgos (54.5%) podría indicar una menor rigurosidad en la identificación y cuantificación de los riesgos ambientales.

La implantación de un plan de emergencias es del 63.6% contando con planes de prevención y mitigación. Las exigencias normativas y requerimientos legales cada vez más estrictos pueden haber fomentado la preparación de planes de emergencia como es el caso de la preparación para incendios con un 90,9%.

6 APLICACION A CASO DE ESTUDIO

Los scripts y detalles de los resultados se presentan en el Anexo correspondiente de aplicación al caso de estudio.

6.1 Análisis y resultados del modelo en una bodega de producción de 100.000 litros de vino tinto joven en Navas del Rey (Madrid) de la Comunidad de Madrid.

6.1.1 Descripción de la actividad de la bodega de Navas del Rey

Datos de producción

La Bodega dispone de una finca dedicadas a la producción de uva de vinificación dentro de la D.O.P Vinos de Madrid.

Se dispone de una superficie de total de viñedo de 20 ha de variedad tempranillo dedicado a la producción de uva para vinificación, contando con el viñedo en propiedad y compra de uva a viñedos locales.

Teniendo en cuenta que la vocación de la bodega de estar dentro de la D.O.P. Vinos de Madrid, y que según el Pliego de Condiciones de la D.O.P. la producción máxima admitida por hectárea será de 7.000 kilogramos de uva (51,8 hectolitros por hectárea), para las variedades tintas autorizadas.

La producción de uva en la finca amparable dentro de la D.O.P. Vinos de Madrid se estima a:

Viñedo de 20 ha * 7.000 kg/ha = 140.000 kg uva/año

Se considera, acorde con el pliego de condiciones de la DO.Vinos de Madrid un rendimiento en vinificación de 74 L por cada 100 kg de uva y un 4% como coeficiente de pérdidas durante el proceso (trasiegos, crianza, embotellado, etc.). El formato de botella utilizado es de 0.75L.

Variedad	Superficie de viñedo (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Entrada de uva (kg/año)	Producción vino (L/año)	Producción (botellas/año)
Tinta	20	7.000	140.000	103.600	132.608

Se estima que la duración de la campaña de vendimias estará repartida aproximadamente en dos meses en función de cómo sea la evolución de la maduración de la uva y de las previsiones meteorológicas.

Se espera una recepción diaria máxima de 10.000 kg con un rendimiento de hasta 1.500 kg/h.

Resumen de producción y subproductos

Tipo de uva	Uva (kg)	Producción (74 litros/100 kg uva)	Subproductos (kg/año)			
			Raspón (8%)	Orujos (19%)	Pérdidas por fermentación CO2 y evaporación (2%)	Lías (2%)
Tinta	140.000	103.600	11.200	26.600	2.800	2.800

6.1.2 Respuestas al cuestionario de sostenibilidad de la bodega X

Se detallan las respuestas en el Anexo 6 correspondiente

6.1.3 Análisis con la utilización del modelo predictivo

Se ejecuta el modelo de predicción introduciendo los datos reales de la bodega ubicada en Navas del Rey, conforme al formulario detallado en el apartado 1 de este anexo.

El modelo devuelve los siguientes resultados:

- Predicción inicial: No certificación
- Probabilidad de certificación: 8,79 %

En esta primera evaluación, la bodega no alcanza los estándares requeridos para obtener la certificación ISO 14001, presentando una probabilidad muy baja (8,79

%). Este resultado sugiere carencias significativas en aspectos clave de gestión ambiental.

Cabe señalar que el modelo, tal como se detalla en el Anexo 3 sobre la metodología de predicción en Python, presenta limitaciones importantes debido al reducido número de respuestas y a la escasa cantidad de datos disponibles para su entrenamiento. Por tanto, los resultados deben interpretarse con precaución.

6.2 Identificación de potenciales medidas correctoras

Acorde con los resultados obtenidos del modelo predictivo y dado su grado de exactitud, analizaremos según la información proporcionada una estimación según la matriz de sostenibilidad previamente establecida.

6.2.1 Matriz de sostenibilidad de la bodega y resultados estimados

Para hacer la matriz de sostenibilidad se asigna tal y como aparece en el Anexo 4 Matriz e indicadores una codificación a cada pregunta y aspecto a evaluar

Cada indicador representa un aspecto específico de la sostenibilidad ambiental

Indicador	Aspecto evaluado	Preguntas incluidas
I_car	Caracterización	P_3, P_4, P_5
I_est	Estructura	P_6, P_10
I_com	Comunicación	P_7, P_8, P_9
I_pol	Política ambiental	P_11–P_15, P_17, P_27, P_42–P_43, P_45
I_pla	Planificación ambiental	P_16, P_18–P_20, P_46
I_for	Formación	P_25–P_26
I_sga	Sistema gestión ambiental	P_22–P_23
I_req	Requisitos legales	P_24
I_cer	Certificaciones	P_21, P_30, P_35, P_44
I_con	Consumos	P_32–P_34, P_37, P_39
I_ren	Energías renovables	P_36
I_hca	Huella de carbono	P_28–P_29, P_31
I_hhi	Huella hídrica	P_38

Indicador	Aspecto evaluado	Preguntas incluidas
I_res	Gestión de residuos	P_40–P_41

La valoración de los resultados se ha realizado comparando los indicadores ambientales entre grupos de producción. En el anexo 4 se presenta más en detalle el cálculo de los valores de los indicadores.

Aunque la muestra es limitada y algunos segmentos no están suficientemente representados, los patrones observados coinciden con estudios previos: las bodegas de mayor volumen tienden a tener una implementación ambiental más estructurada, mientras que las pequeñas enfrentan barreras técnicas o de recursos.

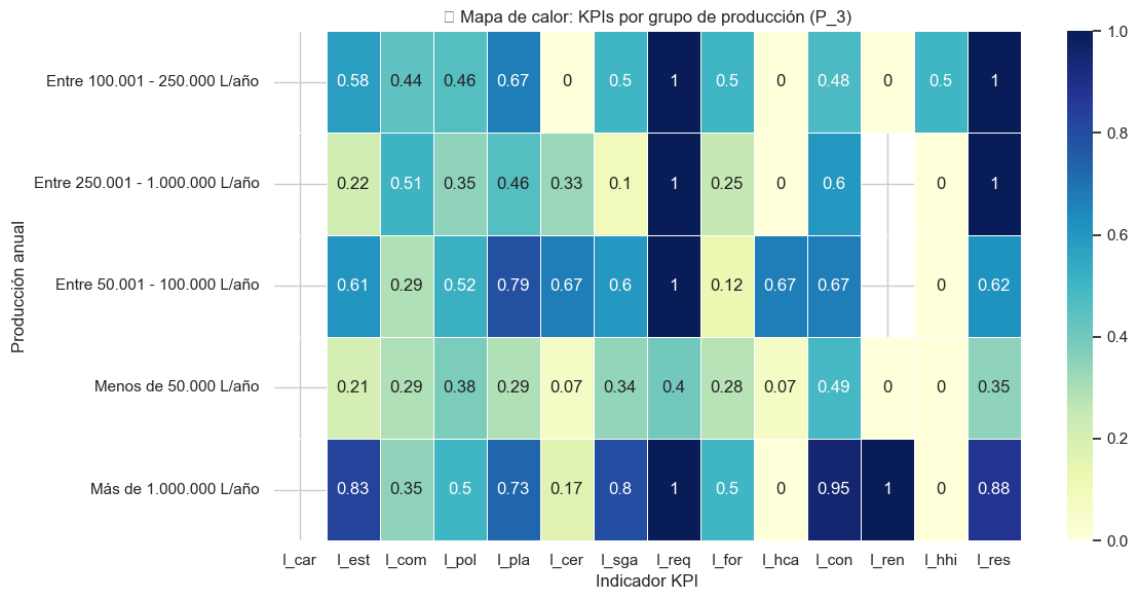


Figura 8 Matriz de calor según los KPIs por tamaño de la bodega en relación a su producción anual Fuente: Elaboración propia

Se observa una clara correlación entre el tamaño de la bodega y la madurez en sostenibilidad. En particular, los grupos de mayor producción presentan valores altos en planificación, certificaciones, formación y gestión ambiental. Por el contrario, las bodegas pequeñas muestran bajos niveles en indicadores como política ambiental, huella de carbono, huella hídrica y uso de renovables.

En el segmento de 100.001–250.000 L/año se observan valores elevados en I_sga y I_res (ambos cercanos a 1), lo que indica un mayor grado de seguimiento documental y valorización de residuos. Este grupo parece representar un punto de inflexión en la transición hacia un perfil ambiental más consolidado. Asimismo, las bodegas de gran escala (>1.000.000 L/año) destacan por su

desempeño integral: presentan valores altos o muy altos en I_est, I_pla, I_sga, I_cer, I_con y I_res, reflejando una implementación madura de políticas, planificación, certificaciones, control de consumos y valorización de residuos.

Cabe destacar, sin embargo, que incluso en los grupos de mayor tamaño, algunos indicadores como I_hca (huella de carbono) e I_hhi (huella hídrica) permanecen con valores nulos, lo que sugiere que la medición cuantitativa de impactos aún no está generalizada.

El número limitado de bodegas dentro de algunos rangos de producción podría afectar la robustez estadística de los promedios obtenidos.

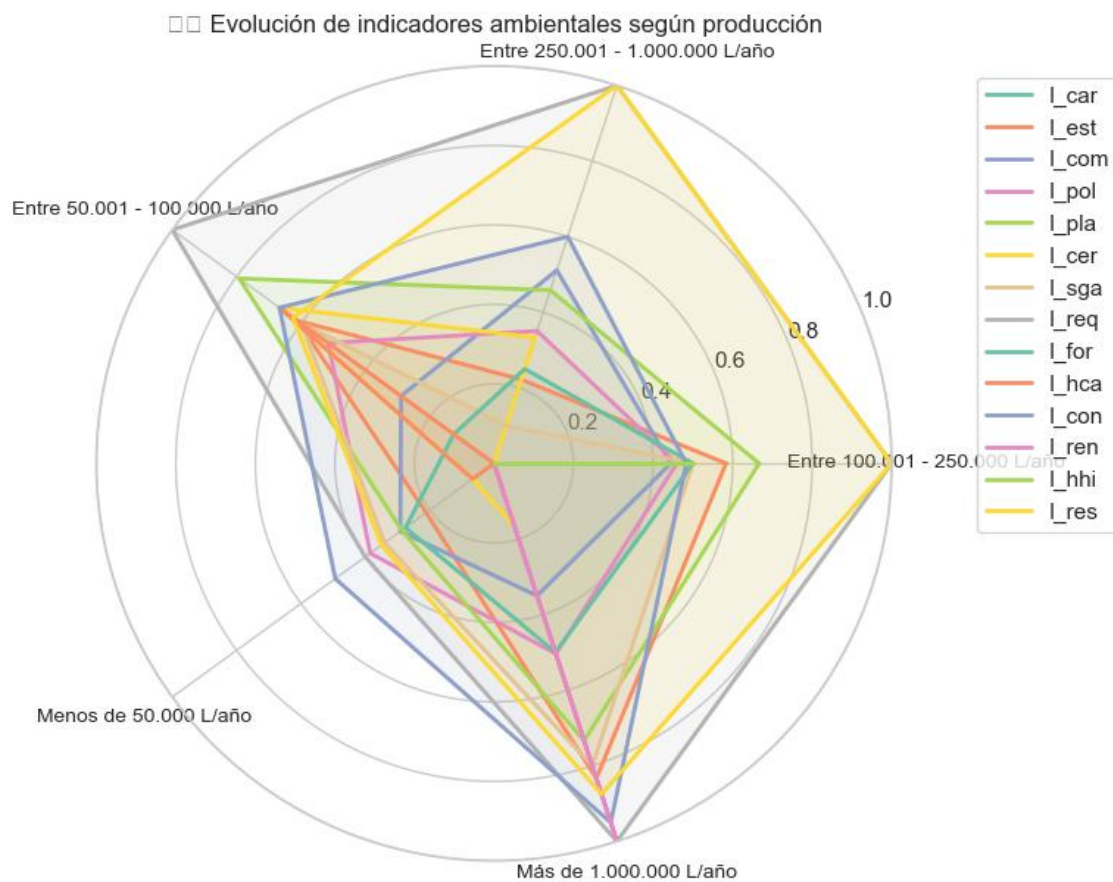


Figura 9 KPIs en relación a la tipología de bodega acorde a su producción anual Fuente: Elaboración propia

La representación radial de los indicadores ambientales evidencia que el desempeño en sostenibilidad mejora de manera correlacional con el aumento del volumen de producción, particularmente en las dimensiones de política, planificación, formación y certificaciones. Sin embargo, indicadores como huella de carbono o huella hídrica continúan mostrando baja implantación en todos los niveles, lo que refleja una brecha en la medición de impactos.

6.2.2 Áreas de mejora identificadas

6.2.2.1 Implementación de las certificaciones ISO14.001

La obtención de certificaciones externas, además de validar el compromiso de la bodega con la sostenibilidad supone la puesta a punto de un sistema uniformizado de gestión ambiental.

La ISO 14.001 asegura un procedimiento inicial de medición de los consumos en la bodega que será el primer paso para estandarizar la toma de datos a futuro con un sistema propio definido. Una vez estas mediciones establecidas será más efectiva la toma de decisiones para reducir los consumos, monitoreando y actualizando periódicamente el sistema de gestión ambiental de la bodega.

La implantación de políticas ambientales al seno de la empresa favorecerá la toma de decisiones en cuando a la planificación y políticas ambientales que tendrán un fuerte impacto en la sostenibilidad de la bodega.

6.2.2.2 Mejora de la eficiencia energética y transición a energías renovables

Uno de los principales consumos de la bodega es su gasto eléctrico. Actualmente la bodega está conectada a la red municipal y gasta 48.907 kWh/año. Considerando que el precio unitario del kWh es de 0,15 € según estimaciones en estudios realizados donde se evalúa la media de consumo de las bodegas según su tamaño, el importe del gasto eléctrico anualmente para la bodega es de 7.336,05 €.

La eficiencia energética y uso de energías renovables, aunque puedan suponer un costo de implantación, se puede convertir en una fuente directa de ahorro de los costes operativos.

Se propone la instalación de paneles solares fotovoltaicos en los tejados existentes de las instalaciones de la bodega o bien una parte del solar disponible. Cubriendo un porcentaje del consumo anual, la demanda eléctrica en la bodega se vería significativamente reducida.

En segunda instancia, sería conveniente efectuar una auditoría energética para identificar los principales puntos de consumo para eventualmente planificar la sustitución de equipos de alta demanda energética a otros modelos de alta eficiencia energética disponibles en el mercado. Estas acciones pueden ir acompañadas del cambio a luminaria LED en toda la instalación además de evaluar el aislamiento térmico de los equipos y depósitos y si posibles naves con necesidad de control de temperatura.

6.2.2.3 Integración de políticas ambientales en la bodega y planes de formación.

En el marco de la implementación de un sistema de gestión ambiental, la bodega deberá redactar las políticas ambientales donde se identifiquen los principales

aspectos ambientales, se establezca un control de archivo y de las regulaciones ambientales además de definir las metas medioambientales que se quieren alcanzar.

Para ello será necesario un cuadro organizativo donde se asigne un puesto de responsabilidad de la gestión ambiental y se ponga en marcha un plan formativo para los empleados. La concienciación tanto de la cadena de mando como de los empleados juega un papel esencial para el correcto funcionamiento del sistema de gestión ambiental. El plan de formación será definido según las necesidades de la bodega y el número de empleados. Además se realizarán periódicamente talleres de actualización a cargo de la persona responsable.

La creación y actualizaciones el sistema de gestión medioambiental. Permitirá estandarizar la toma de datos para controlar la documentación y el proceso.

6.3 Implementación y diseño de una medida correctora en las instalaciones de la bodega

En el caso de este proyecto se estima que la acción que mayor impacto tendrá en la consideración de sostenibilidad de la bodega es el paso a energías renovables, particularmente la implantación de una instalación fotovoltaica que pueda cubrir parte del consumo actual e implementación de un sistema de gestión ambiental acorde a la checklist propuesta en el Anexo 1.

6.3.1 Estudio de implantación

6.3.1.1 Alcance del estudio

Se pretende con este estudio mostrar la disponibilidad de superficies e implantación de un parque fotovoltaico para autoconsumo indicando según visita a las instalaciones y recogiendo las necesidades de la propiedad las superficies disponibles, capacidad de producción y consumos actuales energéticos.

Es alcance de este estudio es mostrar datos básicos de producción con PVsyst según necesidades y aproximar un coste estimado de inversión a la propiedad para su valoración de capacidad de inversión en CAPEX y OPEX previsto (Capital Expenditure, Operational Expenditure)

Además de plantear la instalación e implementación con cálculos más afinados así como la instalación eléctrica resumidamente.

6.3.1.2 Implantación

Para la implantación de paneles fotovoltaicos, se ha estudiado la ubicación y aprovechamiento de cubiertas disponibles para instalación fotovoltaica. Se detalla en los planos la referencia catastral y situación de la bodega.



Figura 10 Área disponible para los paneles fotovoltaicos. Fuente: Google Earth Pro

La estructura de techado de la bodega es un tejado a 2 aguas con pendiente de 25° de cada lado. A efectos de este estudio, no se hará el cálculo de estructura para la instalación de los módulos fotovoltaicos. Se hará el estudio únicamente en la cubierta Sur considerándose una orientación más adaptada a la instalación de los paneles.

6.3.1.3 Consumos de la bodega

Para hacer el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica, la bodega proporciona los datos de su consumo mensual para hacer el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica.

Tabla 3 Cuadro de consumos eléctricos de la bodega de Navas del Rey Fuente: Elaboración propia

Consumo eléctrico (kWh/mes)	
Enero	2380
Febrero	2885
Marzo	2419
Abril	2950
Mayo	2165
Junio	2232
Julio	2380
Agosto	2069
Septiembre	10030
Octubre	10402
Noviembre	4937
Diciembre	4058
Total anual	48907

Los consumos aumentan notablemente en temporada de vendimia concentrándose entre septiembre y diciembre el 60% del consumo anual. Este aumento de consumo significativo se debe a los procesos de fermentación donde es preciso el control de temperatura.

Teniendo en cuenta que la instalación se va a dimensionar para mejorar los datos de sostenibilidad y generación de energía renovable de autoconsumo, utilizaremos el promedio diario de 10 meses excluyendo los picos de consumo de septiembre y octubre para no sobredimensionar la instalación.

Tabla 4 Promedios de consumo Fuente: Elaboración propia

Promedios	
Promedio mensual kWh	2847,5
Promedio diario kWh	93,62

6.3.1.4 Dimensionamiento

Potencia fotovoltaica

Para calcular la potencia fotovoltaica utilizamos los parámetros que hemos calculado anteriormente dividiendo el consumo diario por la hora solar pico

$$Potencia\ fotovoltaica = \frac{Consumo\ diario}{HSP}$$

Tabla 5 Potencia fotovoltaica

Promedio diario kWh/día	93,62
HSP h	5,24
Potencia fotovoltaica kW	17,87

Las pérdidas del sistema debidas a temperatura, nubosidad, eficiencia del inversor o coeficientes de temperatura del módulo se considerarán directamente con el programa PVsyst. Se considerará puede considerar un sobredimensionamiento de ~10%-20%.

Cálculo preliminar de módulos

$$N^{\circ}\ de\ módulos = \frac{Potencia\ fotovoltaica\ (W)}{Potencia\ del\ módulo\ (W)}$$

Considerando los principales módulos del mercado los valores de módulos, la potencia de módulos instalada oscila entre 370W y 550W. Para tener un orden de magnitud calculamos los módulos para dichas potencias acorde con las potencias genéricas disponibles en el programa de simulación PVsyst.

Tabla 6 Número de módulos necesarios según la potencia del módulo Fuente: Elaboración propia

Potencia Módulos W	Nº Módulos	Nº Módulos con pérdidas 20%
--------------------	------------	-----------------------------

370	48	60
400	44	55
440	40	50
500	35	44
550	32	40

Inversor

El inversor cumple con la función de convertir la corriente continua generada por los módulos solares en corriente alterna. Deben cumplir con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica en baja tensión.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- a) principio de funcionamiento: fuente de corriente;
- b) auto conmutado;
- c) seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador;
- d) no funcionará en isla o modo aislado.

La potencia del inversor será como mínimo el 80% de la potencia pico real del generador fotovoltaico. Se opta para simplificar el estudio hacer la simulación del diseño de la instalación con un Kit Solar de Autosolar, inversor Huawei SUN2000-20KTL-M5 20kW Trifásico.

6.3.1.5 Simulación en PVsyst

Este apartado queda detallado en el Anexo 5 donde se explican todos los aspectos de la simulación.

Para los módulos, se han elegido paneles genéricos de 500 Wp, tipo "Mono Twin half-cells". Esta tecnología, con celdas partidas, es común hoy en día para mejorar el rendimiento y la eficiencia, reduciendo las pérdidas internas. La tensión de trabajo de cada panel es de 33.2 V, mientras que su tensión en circuito abierto alcanza los 49.9 V.

El inversor seleccionado es un inversor Huawei, modelo SUN2000-20KTL-M5-400V. Es un equipo trifásico de 20 kW que opera a 50 Hz. Cuenta con dos entradas MPPT independientes, permitiendo conectar las dos cadenas de módulos de forma separada, optimizando la producción. El inversor soporta hasta 1100 V de entrada, asegurando un margen de seguridad para las tensiones de las cadenas.

El sistema en su conjunto se compone de 40 módulos solares, ocupando una superficie de 95 metros cuadrados. Toda esta potencia se gestiona con un único inversor de 20 kW. La potencia total de los paneles es de 20.0 kWp, lo que

coincide perfectamente con la potencia nominal de salida en corriente alterna del inversor, también de 20.0 kWCA. Esta relación de 1 a 1 entre la potencia de los paneles y la del inversor minimiza las pérdidas por sobrecarga y asegura que el inversor pueda manejar toda la energía que producen los paneles.

Figura 11 Vista del sistema Fuente: PVsyst

La configuración de las 2 cadenas de 20 módulos conectados en serie, permite encajar con las dos entradas MPPT del inversor. La pérdida por sobrecarga se estima en un 0.0%, lo que evita recortes en la producción por exceso de potencia.

Las tensiones de las cadenas se mantienen dentro de los límites seguros para el inversor, incluso bajo temperaturas extremas. A -10°C , la tensión de circuito abierto es de $998\text{ V} < \text{límite de } 1100\text{ V}$ del inversor. Bajo condiciones estándar (1000 W/m^2 de irradiación), el conjunto de módulos produce sus 20.0 kW nominales. A 50°C debido a la pérdida de eficiencia por altas temperaturas, se estima una potencia máxima de 18.3 kW

Los valores obtenidos con la simulación corresponden con los apartados anteriores de predimensionamiento del número de módulos e inversor. Factor de sobredimensionamiento con la potencia fotovoltaica calculada de $11,9\%$

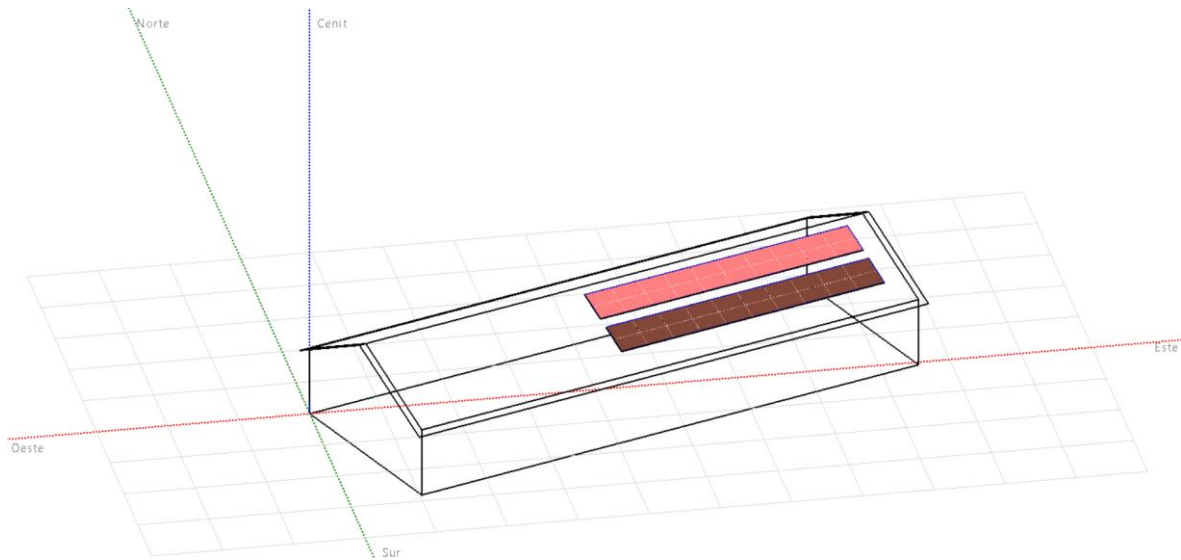


Figura 12 Simulación 3D Fuente: PVsyst

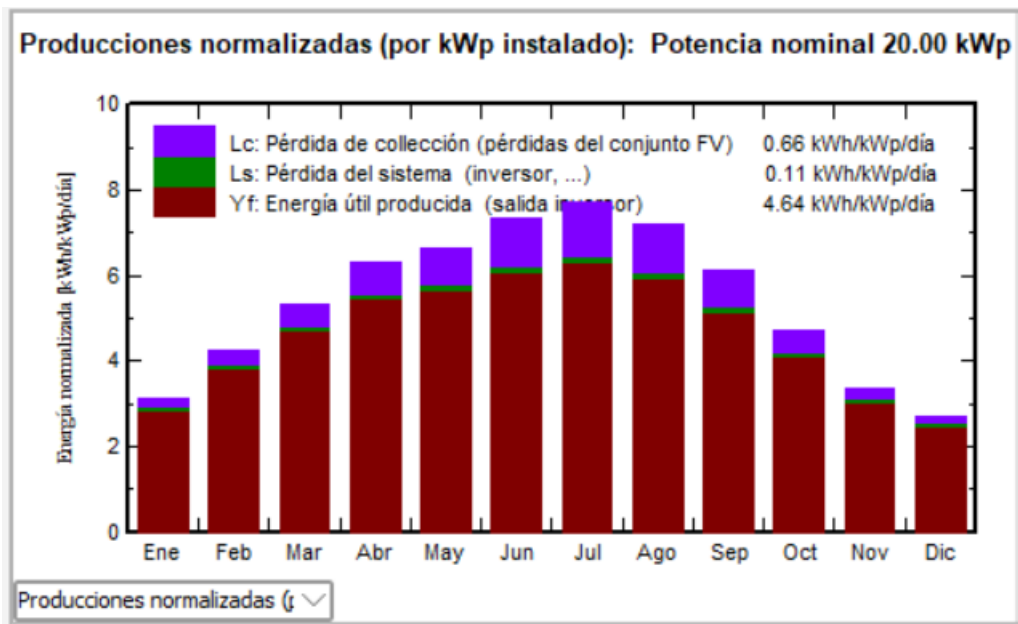
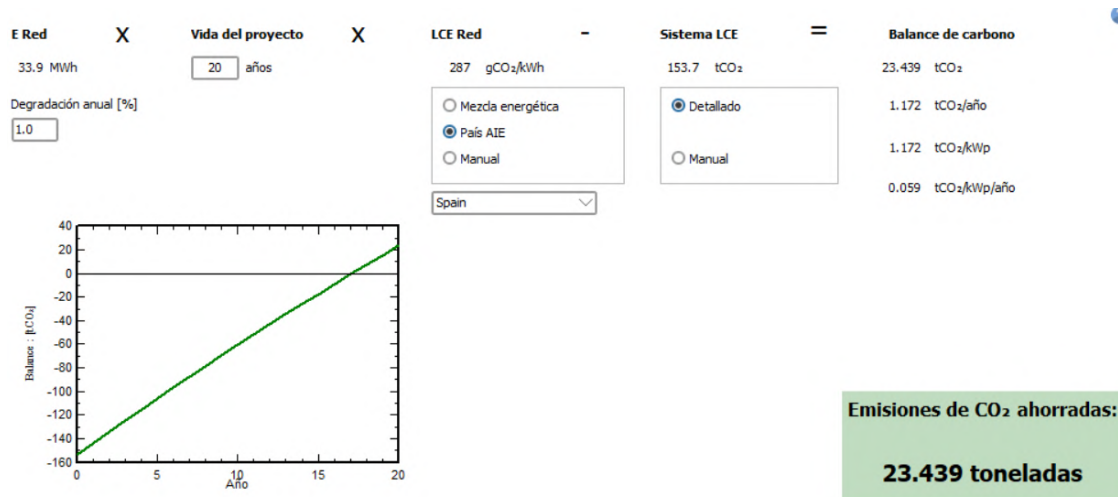


Figura 13 Producciones normalizadas Fuente: PVsyst

La energía útil anual promedio es de 4.64 kWh/kWp/día, con unas pérdidas del inversor de 0.11 kWh/kWp/día y pérdidas del conjunto FV de 0.66 kWh/kWp/día.

Este balance se calcula para una vida útil del proyecto de 20 años, considerando una degradación anual del rendimiento del 1.0%



Estas emisiones se calculan en base a los factores de conversión de energía gris de cada artículo y su procedencia utilizando un sistema de Emisiones del Ciclo de vida (LCE Life Cycle Emissions) expresadas en kgCO₂/kWp.

6.3.2 Descripción general y particularidades del proyecto

La instalación solar fotovoltaica se proyecta con una potencia pico total de 20kWp y una potencia nominal de 20kW.

Se proyecta la instalación de un inversor, marca Huawei SUN2000-20KTL-M5 20 kW de potencia. Se proyectan las siguientes cadenas y potencias:

Tabla 7 Cadenas y módulos elegidos Fuente: Elaboración propia

Cadena	Marca Panel	Nº Paneles	Potencia pico (kWp)
1	LONGI SOLAR Hi-MO5m 66HPH-G2 500W	20	10
2	LONGI SOLAR Hi-MO5m 66HPH-G2 500W	20	10

Total 40 20kWp

Se proyecta el empleo de los módulos o paneles siguientes:

40 módulos o paneles LONGI SOLAR Hi-MO5m 66HPH-G2 500Wp y estará formado por 132 células tipo monocristalino

6.3.2.1 Características de los módulos elegidos

Datos Eléctricos:

- Potencia nominal: 500Wp
- Tolerancia de potencia: 0/+3%

- Voltaje a máxima potencia (V_{mp}): 38.38 V
- Corriente a máxima potencia (I_{mp}): 13.03
- Voltaje de circuito abierto (V_{oc}): 45.55
- Corriente de cortocircuito (I_{sc}): 13.90
- Eficiencia del módulo: 21,7%
- Tensión máxima del sistema: 1500 V (IEC/UL)
- Valor máximo del fusible en serie: 25A
- Temperatura de funcionamiento: -40 °C a +85 °C
- Datos Mecánicos:
- Tipo de célula: Monocristalina 132(6X22)
- Dimensiones: 2093 × 1134 × 35 mm
- Peso: 25,3 kg
- Vidrio frontal: Cristal templado de alta transmisión y recubrimiento antirreflejante (3,2 mm)
- Marco: Aleación de aluminio anodizado
- Caja de conexiones (J-Box): IP68, 3 diodos de derivación
- Cable: 12 AWG, longitud estándar 1400 mm
- Conectores: MC4 compatibles
- Temperaturas:
- Coeficiente de temperatura de P_{max} : -0,34 %/°C
- Coeficiente de temperatura de V_{oc} : -0,265 %/°C
- Coeficiente de temperatura de I_{sc} : +0,05 %/°C

Los paneles estarán diseñados y fabricados cumpliendo especificaciones: IEC 61215, IEC 61730, CE, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, BS OHSAS 18001:2007, SA 8000

Cada módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble grabada la información de: marca / modelo / logotipo del fabricante. Además, tendrán una identificación individual en forma de número de serie.

El rendimiento de las células que componen cada módulo fotovoltaico será del 21,1%. Los módulos estarán debidamente encapsulados y protegidos contra intemperie, grado de protección IP-68. El grado de protección de las cajas de conexionado de los módulos fotovoltaicos será mayor a IP-68.

El fabricante de los módulos fotovoltaicos garantizará que la potencia de cada módulo está dentro de 0/3% de la potencia nominal.

6.3.2.2 Descripción de estructura de soporte

Si bien el diseño de la estructura de soporte principal, su anclaje a la cubierta existente y la evaluación de la resistencia de dicha cubierta quedan fuera del

alcance de este proyecto, la instalación solar se realizará con una estructura fija sin seguimiento, dispuesta directamente sobre la cubierta existente.

Se garantizará que la estructura suponga un anclaje seguro del generador solar para su mantenimiento e instalación. La orientación se ha definido como la correspondiente al tejado.

Para la fijación de los paneles, se emplearán 20 unidades de estructura coplanar Falcat, cada una diseñada para dos paneles. Estos soportes permiten la instalación vertical de los paneles solares, asegurando que queden en el mismo plano que la superficie de montaje de cubiertas con la inclinación y orientación adecuadas. Dichas estructuras son compatibles con paneles de cualquier longitud y perfiles de entre 30 y 45 mm y se consideran adecuadas para el tejado de la bodega.

Todas las fijaciones se harán con cinta de caucho y arandelas de goma para garantizar la estanqueidad de la cubierta y proteger en la zona de los anclajes posibles filtraciones.

6.3.2.3 Descripción del inversor

El inversor seleccionado para este proyecto, Huawei SUN2000-20KTL-M5 cumple con un conjunto de estándares internacionales y normativas de seguridad y conexión a red. El equipo se adhiere a las normas EN/IEC 62109-1 y EN/IEC 62109-2, que establecen los requisitos de seguridad para inversores de potencia en sistemas fotovoltaicos. Adicionalmente, su conformidad con múltiples estándares de conexión a red, como G99 (Reino Unido), EN 50549 (Europa), CEI 0-21 y CEI 0-16 (Italia), VDE-AR-N-4105 y VDE-AR-N-4110 (Alemania), C10/11 (Bélgica) y ABNT (Brasil), valida su capacidad para integrarse en diferentes infraestructuras eléctricas nacionales e internacionales.

- Aislamiento galvánico entre la parte de CC y CA.
- Protección contra polaridad inversa.
- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas de salida.
- Protección contra fallos de aislamiento.
- Protección anti-isla con desconexión automática.
- Seccionador de corriente continua integrado.
- Descargadores de sobretensiones tipo II tanto en entrada CC como en salida CA.
- Protección contra sobrecalentamiento.
- Detección de fallos en cadenas y protección contra corriente residual.

El inversor Huawei SUN2000-20KTL-M5, seleccionado para este proyecto, presenta una eficiencia máxima del 98.4% y una eficiencia ponderada europea del 98.1%. Este equipo transforma la corriente continua generada por los paneles

en corriente alterna, iniciando su operación a partir de una tensión de arranque de 200V y con un rango de tensión de operación MPPT de 200V a 1000V.

Incorpora dos seguidores de punto de máxima potencia (MPPT) y admite hasta cuatro entradas, con una corriente máxima de entrada por MPPT de 30A. Dispone de un sistema de refrigeración por aire inteligente y opera en un rango de temperatura de -25 °C a +60 °C, con capacidad de funcionamiento hasta 4.000 metros de altitud (con reducción de rendimiento a partir de 2.000 metros).

Para su integración y monitorización, el inversor cuenta con indicadores LED y conectividad WLAN integrada, compatible con la aplicación FusionSolar. La comunicación puede ampliarse opcionalmente mediante RS485, WLAN/Ethernet (vía Smart Dongle-WLAN-FE) o 4G/3G/2G (vía Smart Dongle-4G).

El equipo integra funciones de protección que incluyen desconexión en lado de entrada, protección anti-isla, protección contra sobrecorriente AC, protección contra polaridad inversa DC, detección de fallos de string, protección contra sobretensiones DC Tipo II y AC Clase II, unidad de monitoreo de corriente residual y protección contra arcos eléctricos. Además, posee control de rizado y recuperación PID integrada.

El inversor Huawei SUN2000-20KTL-M5, con un grado de protección IP66, se instalará en un espacio técnico protegido, resguardado de la intemperie. Estará ubicado próximo al cuadro solar, en un espacio interior y accesible para tareas de operación y mantenimiento.

Los contadores trifásicos y monofásicos se sitúan en el cuarto de contadores, sobre paramento vertical, dentro de una centralización que incluye el interruptor general de maniobra, embarrado, fusibles de seguridad y módulo de servicios generales. Este cuarto facilita el acceso al personal autorizado de la compañía distribuidora para lecturas y actuaciones técnicas, conforme a la normativa vigente.

Las distancias entre el generador fotovoltaico, el inversor y los cuadros de protecciones se han establecido para minimizar las pérdidas eléctricas por efecto Joule y los costes asociados al cableado, conforme a los criterios del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

6.3.2.4 Características técnicas destacadas

Tabla 8 Características del inversor Fuente: Elaboración propia

Potencia nominal CA	20.000 W
Máxima potencia aparente CA	22.000 VA
Eficiencia máxima	98.4%
Eficiencia europea ponderada	98.1%

Tensión máxima de entrada FV	1100 V
Tensión nominal de entrada	600 V
Rango de tensión MPPT	200 V ~ 1000 V (Full-load 480V~800V para 20KTL-M5)
Tensión de arranque	200 V
N.º de MPPT	2
Número máximo de entradas	4
Corriente máx. de entrada por MPPT	30 A (dos string) / 20 A (un string)
Tensión de salida CA	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 239.6 Vac / 415Vac, trifásico (3W + N + PE)
Frecuencia de red	50 Hz / 60 Hz
Grado de protección	IP66
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 °C a +60 °C
Dimensiones	546 x 460 x 228 mm
Peso	21 kg
Altitud máxima de operación	4.000 m (reducción de potencia por encima de 2.000 m)
Potencia nominal activa CA	20.000 W
Máxima potencia aparente CA	22.000 VA
Tensión nominal de salida	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 239.6 Vac / 415Vac
Frecuencia nominal de red	50 Hz / 60 Hz
Corriente máxima de salida	33.6A/380Vac, 31.9A/400Vac, 30.8A/415Vac
Factor de potencia ajustable	0.8 adelantado ... 0.8 atrasado
Distorsión armónica total (THD)	≤ 3 %
Datos de Protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobrecorriente de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Detección de fallos de string	Sí
Protección contra sobretensiones CC/CA (SPD)	DC TIPO II, AC CLASE II
Unidad de monitoreo de corriente residual	Sí
Protección contra arco eléctrico (AFCI)	Sí
Recuperación PID integrada	Sí
Control de rizado	Sí

Display	Indicadores LED; WLAN integrada + FusionSolar App
Comunicación	RS485; WLAN/Ethernet vía Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional); 4G/3G/2G vía Smart Dongle-4G (Opcional)
Diagnóstico inteligente de curvas I-V	Sí
Actualización y configuración remotas	Sí

El inversor asegura el correcto funcionamiento de los sistemas de conexión y desconexión en cualquier situación de operación con la red. Para ello, incorpora dispositivos de control necesarios para prevenir sobretensiones durante la desconexión de la instalación fotovoltaica y el funcionamiento en isla, transitorio o permanente, con la red de la compañía distribuidora.

El inversor dispone de una protección anti-isla. Este sistema está diseñado para operar correctamente en paralelo con otros generadores fotovoltaicos, con la misma o distinta tecnología, y alimentando cargas en las que predominan los motores.

El inversor está diseñado para no producir sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en caso de paso a isla con cargas bajas o sin carga. Los valores límite considerados corresponden a los de la curva CBEMA de la organización ITIC. Los equipos a instalar cumplen con los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética, recogidas en las series 61000-3-XX de las normas UNE-EN o CEI. El inversor incorpora desconexión por voltaje mínimo y máximo de red, así como por frecuencia baja y alta.

6.3.2.5 ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA y PRODUCCIÓN

El sistema proyectado cuenta con una potencia total nominal de 20.000 W, que corresponde aproximadamente a la potencia máxima esperada bajo una radiación solar de 1000 W/m², un valor de referencia habitual en el diseño de instalaciones fotovoltaicas.

La potencia pico total del campo fotovoltaico es de 20.000 W_p. Este valor representa la potencia máxima que los módulos fotovoltaicos pueden generar bajo Condiciones Estándar de Medida (1000 W/m² de irradiancia, 25 °C de temperatura de célula y espectro AM1.5), siendo un parámetro típico para el diseño de sistemas solares fotovoltaicos. La "potencia pico" del campo fotovoltaico se define como la suma de las potencias nominales de los módulos fotovoltaicos bajo estas condiciones estándar.

No se han identificado obstáculos relevantes que interfieran con la trayectoria solar y la superficie activa del generador fotovoltaico. Los módulos se instalarán con una inclinación de 25.0° sobre la horizontal y una orientación azimutal de -20° (20° al Este del Sur), en coplanaridad con la superficie del tejado existente.

Se estima que la energía eléctrica anual generada por esta instalación fotovoltaica, compuesta por 40 módulos de 500 Wp (20 kWp), asciende a 34.140 kWh/año. Este valor se basa en los cálculos detallados del software de simulación PVsyst, el cual considera una productividad media específica de 1.707 kWh/kWp·año para la ubicación de la instalación en Navas del Rey.

Para calcular la energía eléctrica generada en corriente alterna a partir de la potencia pico del campo fotovoltaico, se han considerado las siguientes pérdidas globales estimadas en la conversión y operación del sistema basadas en PVsyst

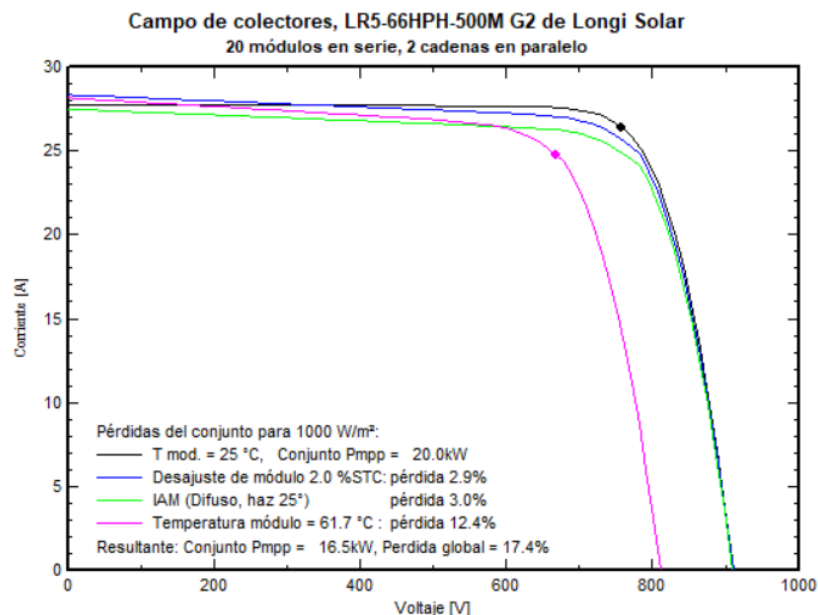


Figura 14 Pérdidas estimadas Fuente: PVsyst

- Pérdidas totales estimadas 17,4%

No se han identificado obstáculos relevantes que interfieran con la trayectoria solar y la superficie activa del generador fotovoltaico. Los módulos se instalarán con una inclinación de 25° sobre la horizontal, en coplanaridad con la superficie del tejado existente, aprovechando la orientación de la misma.

La instalación contará con 40 módulos fotovoltaicos de 500 Wp cada uno, lo que equivale a una potencia pico total de 20 kWp.

Considerando una productividad específica promedio de 1.707 kWh/kWp·año para la ubicación del sistema, se estima que la generación eléctrica anual será de:

$$20 \text{ kWp} \times 1.707 \text{ kWh/kWp}\cdot\text{año} = 34.140 \text{ kWh/año}$$

Este valor ya incluye los efectos promedio de radiación solar, orientación e inclinación del sistema. Si las pérdidas totales del sistema se estiman en 17,4%, la energía neta generada sería:

$$34.140 \text{ kWh/año} \times (1 - 0,174) \approx 28.198 \text{ kWh/año}$$

La producción mensual se dividirá de la siguiente manera:

Tabla 9 Datos de producción mensual generada Fuente: Elaboración propia

Mes	Producción media del sistema (kWh)	Irradiación global sobre el plano de los módulos (kWh/m ²)	Desviación estándar (kWh)
Enero	1.376,54	76	390
Febrero	1.720,17	95	420
Marzo	2.580,26	138	570
Abril	3.153,65	164	440
Mayo	3.727,03	205	620
Junio	3.870,38	224	360
Julio	3.870,38	243	200
Agosto	3.440,34	215	210
Septiembre	2.436,91	162	215
Octubre	1.662,83	115	360
Noviembre	1.089,44	70	350
Diciembre	888,57	65	230
Total anual	28.669,50	1.772,00	4.365,00

6.3.2.6 Instalación Eléctrica

En este apartado se describen las características técnicas de la instalación eléctrica asociada a la instalación fotovoltaica para autoconsumo se encuentra integralmente en el Anexo 5. La instalación se ejecutará conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), con especial consideración a la ITC-BT-30, por ubicarse en cubierta y considerarse “local mojado”.

6.4 Reevaluación de la sostenibilidad en la bodega objeto de estudio.

Una vez implantadas las medidas de mejora se reevalúa cómo cambiaría la sostenibilidad de la bodega de estudio con estas medidas concretas.

Con las nuevas condiciones, se ha utilizado un script en Python ejecutado en el entorno Spyder con el modelo previamente entrenado guardando las distancias con la precisión del modelo explicado en apartados anteriores.

Las mejoras implementadas son:

- Sistema de gestión ambiental,
- Planes de reducción ambiental, y
- Instalación de una planta fotovoltaica.

El modelo, al incorporar estos cambios, estima una probabilidad del 60,17 % de obtener la certificación ISO 14001. Es decir, el perfil ambiental de la bodega mejora significativamente respecto a la situación inicial.

Aunque el modelo tiene limitaciones y no debe considerarse una predicción exacta, permite visualizar el salto cualitativo que suponen ciertas decisiones estratégicas en sostenibilidad. Este ejercicio demuestra cómo un enfoque de mejora continua puede acercar a una organización al cumplimiento de estándares reconocidos internacionalmente.

6.5 Presupuesto e impacto económico

El presupuesto se presenta al final de este documento. Se ha presupuestado únicamente la medida de mejora de implantación del sistema fotovoltaico.

El resumen de la inversión de la instalación fotovoltaica.

Presupuesto		
01	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA BODEGA	22.404,95
01.01	TOTAL SUBCAPÍTULO 08 INS ELE FOTOVOLTAICOS	18.977,97
01.02	TOTAL SUBCAPÍTULO 02 RED DE TIERRAS	648,54
01.03	TOTAL SUBCAPÍTULO 03 CAJA GRAL. PROTECCIÓN,	1.590,47
01.04	TOTAL SUBCAPÍTULO 04 COMPONENTES Y MECANISMOS	218,97
01.05	TOTAL SUBCAPÍTULO 05 LEGALIZACION	969,00
TOTAL CAPÍTULO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		22.404,95

El presupuesto asciende a VEINTIDÓS MIL CUATROCIENTOS CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

7 CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un modelo de predicción con aprendizaje automático basado en indicadores ambientales (KPIs), capaz de evaluar el grado de sostenibilidad de bodegas vitivinícolas. Este modelo, aplicado sobre una matriz codificada, permite cuantificar el desempeño ambiental de forma clara, comparable y replicable en el sector. La aplicación de técnicas de aprendizaje automático ha demostrado ser útil para aproximarse a la probabilidad de certificación ambiental, incorporando variables significativas del sistema de gestión de cada bodega.

A pesar del tamaño reducido de la muestra, los resultados obtenidos reflejan patrones coherentes con estudios recientes del sector: las bodegas de mayor escala tienden a mostrar una mayor madurez ambiental.

La aplicación del modelo a una bodega ubicada en Navas del Rey (Madrid) ha evidenciado las principales fortalezas y carencias en materia de sostenibilidad. Tras codificar las respuestas iniciales, el modelo estimó una probabilidad baja de certificación ambiental ISO. No obstante, al introducir medidas correctoras concretas —como certificaciones adicionales, formación ambiental, uso de energías renovables y planificación estratégica— el modelo aumentó la probabilidad estimada al 60,17 %. Este salto valida el valor del sistema como herramienta de autodiagnóstico y mejora continua.

La instalación solar fotovoltaica propuesta se ha diseñado con criterios de eficiencia energética, viabilidad económica y adaptación al entorno físico y operativo de la bodega. Con una potencia instalada de 20 kWp, producirá más de 28.000 kWh/año, cubriendo el 57 % de las necesidades eléctricas. Esta medida permite mejorar directamente indicadores como I_{con} (consumos), I_{ren} (renovables) e indirectamente I_{pol} (política) e I_{sga} (gestión ambiental).

El modelo diseñado es adaptable, escalable y de fácil implementación en otras bodegas. Con la obtención de más datos a futuro se podrá afinar al máximo el modelo para que pueda utilizarse como herramienta de autodiagnóstico, como instrumento para planificar mejoras ambientales o como base para políticas de certificación. Su valor reside tanto en el diagnóstico como en su capacidad pedagógica para facilitar la mejora continua.

De cara a futuras fases de desarrollo, se plantea profundizar en el proceso de recogida de datos mediante encuestas más detalladas, dirigidas a un espectro más amplio de bodegas, incluyendo preguntas específicas sobre sus prácticas en relación con estándares emergentes como Sustainable Wineries for Climate Protection (SWfCP). Este planteamiento abriría la puerta a facilidades para las bodegas de obtener certificaciones ambientales que aseguren un camino hacia la sostenibilidad en el sector.

8 BIBLIOGRAFÍA

AEMET. (2012). *Atlas de radiación solar en España*. Agencia Estatal de Meteorología.

https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar/atlas_de_radiacion_24042012.pdf

Ahmed, M., Seraj, R., & Islam, S. M. S. (2020). The k-means algorithm: A comprehensive survey and performance evaluation. *Electronics*, 9(8), 1295. <https://doi.org/10.3390/electronics9081295>

Amaducci, S., Yin, X., & Colauzzi, M. (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy*, 220, 545-561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>

Bellini, E. (2022, 8 de diciembre). Spanish winemaker using photovoltaic wall for protection, energy. *PV Magazine*. <https://www.pv-magazine.com/>

Bodegas y Viñedos Martín Berdugo. (2009, 15 de diciembre). Bodegas y Viñedos Martín Berdugo obtiene la Certificación de Gestión Medio Ambiental ISO 14001. *Europa Press*.

Buldero-López, L. M., et al. (2024). Climate variability links to changes in Rioja wine (Spain). *International Journal of Biometeorology*, 69, 383-395. <https://doi.org/10.1007/s00484-024-02816-0>

Carchano, M., et al. (2019). Examining environmental proactivity in the Spanish wine industry: The moderating role of size. *Agribusiness*. <https://doi.org/10.1002/agr.21882>

Chlingaryan, A., Sukkarieh, S., & Whelan, B. (2018). Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.05.012>

Curso Análisis de Datos y Aprendizaje Profundo con Python. LaVegaInnova.

Dinesh, H., & Pearce, J. M. (2016). The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 299-308. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.024>

European Commission. (2020, 20 de mayo). A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. *European Commission*. <https://farm.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy>

Fernández-Ahumada, L. M., Ramírez-Faz, J., López-Luque, R., Varo-Martínez, M., & Casares, F. J. (2017). Economic and environmental study of wineries powered by grid-connected photovoltaic systems in Spain. *Energies*, 10(2), 222. <https://doi.org/10.3390/en10020222>

García Castellanos, B., García, B., & García, J. (2022). Evaluation of the sustainability of vineyards in semi-arid climates: The case of Southeastern Spain. *Agronomy*, 12(12), 3213. <https://doi.org/10.3390/agronomy12123213>

García Entrambasaguas, P., Salas Biedman, P., Gutiérrez Reina, D., González Prieto, I., & Durán Martínez, M. J. (2019). *Aprendiendo a programar en Python*. UMA Editorial.

García, J., García Castellanos, B., & García, B. (2023). Economic and environmental assessment of the wine chain in Southeastern Spain. *Agronomy*, 13(6), 1478. <https://doi.org/10.3390/agriculture14030330>

Géron, A. (2022). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow* (3ª ed.). O'Reilly Media.

IDAE. (2024). *Guía profesional de tramitación del autoconsumo*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. <https://www.idae.es/>

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 14001:2015, Environmental management systems - Requirements with guidance for use*.

Interprofesional del Vino de España. (2023). *Informe de relevancia económica y social del sector vitivinícola en España*. <https://interprofesionaldelvino.es/>

JRC. (s.f.). PVGIS - Herramienta para cálculo de energía fotovoltaica. http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>

Kang, H., & Chen, C. (2020). Fruit detection, segmentation and 3D visualization of environments in apple orchards. *Computers and Electronics in Agriculture*, 171, 105302. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105302>

Laguna Ruz, R. M., & Aranda Pérez, N. (2020). Bodegas Robles as a case study of photovoltaic solar energy. <https://www.bodegasrobles.es/en/photovoltaic-solar-energy/>

Lohmann, S., Schindele, S., Trommsdorff, M., & Schönberger, F. (2024). Assessing the economic performance of agrivoltaic systems in vineyards – framework development, simulated scenarios and directions for future research. *Frontiers in Horticulture*, 2, 1473072. <https://doi.org/10.3389/fhort.2024.1473072>

López-Santiago, J., Md Som, A., Asyadi Bin Md Yusof, F., Mazarrón, F. R., & Gómez-Villarino, M. T. (2024). Exploring sustainability in wineries: Evaluating food safety and environmental management aligning with the Farm to Fork Strategy. *Agriculture*, 14(3), 330. <https://doi.org/10.3390/agriculture14030330>

López-Santiago, J., Md Som, A., Ruiz-García, L., Zubelzu Mínguez, S., & Gómez Villarino, M. T. (2024). Assessment of environmental management performance in wineries: A survey-based analysis to create key performance indicators. *Environments*, 11(7), 139. <https://doi.org/10.3390/environments11070139>

MAPA. (s.f.). *Diagnóstico y análisis estratégico del sector agroalimentario español: sector del vino*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/>

Masaveu Bodegas. (s.f.). Masaveu Bodegas recibe el certificado de gestión ambiental sostenible y eficiente ISO 14001. <https://masaveubodegas.com/>

Moriondo, M., Jones, G. V., Bois, B., Dibari, C., Ferrise, R., Trombi, G., & Bindi, M. (2013). Projected shifts of wine regions in response to climate change. *Climatic Change*, 119(3-4), 825-839. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0787-4>

NASA POWER. (s.f.). POWER Data Access Viewer. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Neto, B., Dias, A. C., & Machado, M. (2013). Life cycle assessment of the supply chain of a Portuguese wine: From viticulture to distribution. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(3), 590-602. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0518-4>

Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. (s.f.). *Bilan des émissions de GES dans la filière vitivinicole*. <https://www.oiv.int/public/medias/4522/publication-bilan-ges-es.pdf>

Ossian Vides y Vinos. (2024). *Sistema de gestión en la bodega Ossian Vides y Vinos*. <https://www.ossianvinos.com/sostenibilidad/>

Parmenter, D. (2015). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs* (3^a ed.). Wiley.

Pedregosa, F., et al. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825–2830. <http://www.jmlr.org/papers/v12/pedregosa11a.html>

Prinsloo, F. C. (2017). *Environmental impact and assessment for floating solar systems on wine farms in the Western Cape Wine Region* [Tesis de maestría]. Stellenbosch University. <https://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/101436>

PVsys. (s.f.). Tutoriales técnicos en PDF. <https://www.pvsys.com/es/tutoriales-en-pdf/>

Rashid, M., Bari, B. S., Yusup, Y., Kamaruddin, M. A., & Khan, N. (2023). Crop prediction model using machine learning algorithms. *Applied Sciences*, 13(16), 9288. <https://doi.org/10.3390/app13169288>

Sánchez, C. A., & Hacking, T. (2002). An approach to the development of sustainability indicators for agriculture. *Journal of Environmental Monitoring*, 4(1), 112–123. <https://doi.org/10.1039/b108206p>

Shahhosseini, M., Hu, G., & Archontoulis, S. V. (2020). Forecasting corn yield with machine learning ensembles. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1120. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01120>

Smyth, M., & Russell, J. (2009). 'From graft to glass'—A life cycle assessment of wine production. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2, 99-120. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2014.02.003>

Sozzi, M., Cantalamessa, S., Cogato, A., Kayad, A., & Marinello, F. (2022). Automatic bunch detection in white grape varieties using YOLOv3, YOLOv4, and YOLOv5 deep learning algorithms. *Agronomy*, 12(2), 319. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020319>

UCI Machine Learning Repository. (s.f.). Wine Quality Dataset. <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Wine+Quality>

Universidad de Chile. (s.f.). *Análisis de impacto ambiental y opciones de mitigación para la industria vitivinícola mediante un análisis de ciclo de vida*. <https://repositorio.uchile.cl/>

VanderPlas, J. (2016). *Python Data Science Handbook*. O'Reilly Media. <https://jakevdp.github.io/PythonDataScienceHandbook/>

Webb, L. B., Whetton, P. H., & Barlow, E. W. (2007). Modelled impact of future climate change on the phenology of winegrapes in Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13(3), 165-175. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2007.tb00247.x>

Willaarts, B. (s.f.). El papel de la huella hídrica en la seguridad alimentaria. <https://www.researchgate.net/publication/258109907>

Wine Institute. (s.f.). Sustainability. <https://wineinstitute.org/our-work/responsibility/sustainability/>

AEMET. (2012). *Atlas de radiación solar en España*. Agencia Estatal de Meteorología. https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar/atlas_de_radiacion_24042012.pdf

Ahmed, M., Seraj, R., & Islam, S. M. S. (2020). The k-means algorithm: A comprehensive survey and performance evaluation. *Electronics*, 9(8), 1295. <https://doi.org/10.3390/electronics9081295>

Amaducci, S., Yin, X., & Colauzzi, M. (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy*, 220, 545-561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>

Bellini, E. (2022, 8 de diciembre). Spanish winemaker using photovoltaic wall for protection, energy. *PV Magazine*. <https://www.pv-magazine.com/>

Bodegas y Viñedos Martín Berdugo. (2009, 15 de diciembre). Bodegas y Viñedos Martín Berdugo obtiene la Certificación de Gestión Medio Ambiental ISO 14001. *Europa Press*.

Buldero-López, L. M., et al. (2024). Climate variability links to changes in Rioja wine (Spain). *International Journal of Biometeorology*, 69, 383–395. <https://doi.org/10.1007/s00484-024-02816-0>

Carchano, M., et al. (2019). Examining environmental proactivity in the Spanish wine industry: The moderating role of size. *Agribusiness*. <https://doi.org/10.1002/agr.21882>

Chlingaryan, A., Sukkarieh, S., & Whelan, B. (2018). Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.05.012>

Curso Análisis de Datos y Aprendizaje Profundo con Python. LaVegaInnova.

Dinesh, H., & Pearce, J. M. (2016). The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 299-308. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.024>

European Commission. (2020, 20 de mayo). A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. *European Commission*. <https://farm.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy>

Fernández-Ahumada, L. M., Ramírez-Faz, J., López-Luque, R., Varo-Martínez, M., & Casares, F. J. (2017). Economic and environmental study of wineries powered by grid-connected photovoltaic systems in Spain. *Energies*, 10(2), 222. <https://doi.org/10.3390/en10020222>

García Castellanos, B., García, B., & García, J. (2022). Evaluation of the sustainability of vineyards in semi-arid climates: The case of Southeastern Spain. *Agronomy*, 12(12), 3213. <https://doi.org/10.3390/agronomy12123213>

García Entrambasaguas, P., Salas Biedman, P., Gutiérrez Reina, D., González Prieto, I., & Durán Martínez, M. J. (2019). *Aprendiendo a programar en Python*. UMA Editorial.

García, J., García Castellanos, B., & García, B. (2023). Economic and environmental assessment of the wine chain in Southeastern Spain. *Agronomy*, 13(6), 1478. <https://doi.org/10.3390/agriculture14030330>

Géron, A. (2022). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow* (3ª ed.). O'Reilly Media.

IDAE. (2024). *Guía profesional de tramitación del autoconsumo*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. <https://www.idae.es/>

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 14001:2015, Environmental management systems - Requirements with guidance for use*.

Interprofesional del Vino de España. (2023). *Informe de relevancia económica y social del sector vitivinícola en España*. <https://interprofesionaldelvino.es/>

JRC. (s.f.). PVGIS - Herramienta para cálculo de energía fotovoltaica. http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>

Kang, H., & Chen, C. (2020). Fruit detection, segmentation and 3D visualization of environments in apple orchards. *Computers and Electronics in Agriculture*, 171, 105302. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105302>

Laguna Ruz, R. M., & Aranda Pérez, N. (2020). Bodegas Robles as a case study of photovoltaic solar energy. <https://www.bodegasrobles.es/en/photovoltaic-solar-energy/>

Lohmann, S., Schindele, S., Trommsdorff, M., & Schönberger, F. (2024). Assessing the economic performance of agrivoltaic systems in vineyards – framework development, simulated scenarios and directions for future research. *Frontiers in Horticulture*, 2, 1473072. <https://doi.org/10.3389/fhort.2024.1473072>

López-Santiago, J., Md Som, A., Asyadi Bin Md Yusof, F., Mazarrón, F. R., & Gómez-Villarino, M. T. (2024). Exploring sustainability in wineries: Evaluating food safety and environmental management aligning with the Farm to Fork Strategy. *Agriculture*, 14(3), 330. <https://doi.org/10.3390/agriculture14030330>

López-Santiago, J., Md Som, A., Ruiz-García, L., Zubelzu Mínguez, S., & Gómez Villarino, M. T. (2024). Assessment of environmental management performance in wineries: A survey-based analysis to create key performance indicators. *Environments*, 11(7), 139. <https://doi.org/10.3390/environments11070139>

MAPA. (s.f.). *Diagnóstico y análisis estratégico del sector agroalimentario español: sector del vino*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/>

Masaveu Bodegas. (s.f.). Masaveu Bodegas recibe el certificado de gestión ambiental sostenible y eficiente ISO 14001. <https://masaveubodegas.com/>

Moriondo, M., Jones, G. V., Bois, B., Dibari, C., Ferrise, R., Trombi, G., & Bindi, M. (2013). Projected shifts of wine regions in response to climate change. *Climatic Change*, 119(3-4), 825-839. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0787-4>

NASA POWER. (s.f.). POWER Data Access Viewer. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Neto, B., Dias, A. C., & Machado, M. (2013). Life cycle assessment of the supply chain of a Portuguese wine: From viticulture to distribution. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(3), 590-602. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0518-4>

Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. (s.f.). *Bilan des émissions de GES dans la filière vitivinicole*. <https://www.oiv.int/public/medias/4522/publication-bilan-ges-es.pdf>

Ossian Vides y Vinos. (2024). *Sistema de gestión en la bodega Ossian Vides y Vinos*. <https://www.ossianvinos.com/sostenibilidad/>

Parmenter, D. (2015). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs* (3^a ed.). Wiley.

Pedregosa, F., et al. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825–2830. <http://www.jmlr.org/papers/v12/pedregosa11a.html>

Prinsloo, F. C. (2017). *Environmental impact and assessment for floating solar systems on wine farms in the Western Cape Wine Region* [Tesis de maestría]. Stellenbosch University. <https://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/101436>

PVsyst. (s.f.). Tutoriales técnicos en PDF. <https://www.pvsyst.com/es/tutoriales-en-pdf/>

Rashid, M., Bari, B. S., Yusup, Y., Kamaruddin, M. A., & Khan, N. (2023). Crop prediction model using machine learning algorithms. *Applied Sciences*, 13(16), 9288. <https://doi.org/10.3390/app13169288>

Sánchez, C. A., & Hacking, T. (2002). An approach to the development of sustainability indicators for agriculture. *Journal of Environmental Monitoring*, 4(1), 112–123. <https://doi.org/10.1039/b108206p>

Shahhosseini, M., Hu, G., & Archontoulis, S. V. (2020). Forecasting corn yield with machine learning ensembles. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1120. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01120>

Smyth, M., & Russell, J. (2009). 'From graft to glass'—A life cycle assessment of wine production. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2, 99-120. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2014.02.003>

Sozzi, M., Cantalamessa, S., Cogato, A., Kayad, A., & Marinello, F. (2022). Automatic bunch detection in white grape varieties using YOLOv3, YOLOv4, and YOLOv5 deep learning algorithms. *Agronomy*, 12(2), 319. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020319>

UCI Machine Learning Repository. (s.f.). Wine Quality Dataset. <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Wine+Quality>

Universidad de Chile. (s.f.). *Análisis de impacto ambiental y opciones de mitigación para la industria vitivinícola mediante un análisis de ciclo de vida*. <https://repositorio.uchile.cl/>

VanderPlas, J. (2016). *Python Data Science Handbook*. O'Reilly Media. <https://jakevdp.github.io/PythonDataScienceHandbook/>

Webb, L. B., Whetton, P. H., & Barlow, E. W. (2007). Modelled impact of future climate change on the phenology of winegrapes in Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13(3), 165-175. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2007.tb00247.x>

Willaarts, B. (s.f.). El papel de la huella hídrica en la seguridad alimentaria. <https://www.researchgate.net/publication/258109907>

Wine Institute. (s.f.). Sustainability. <https://wineinstitute.org/our-work/responsibility/sustainability/>

ANEXO 1 ESTRATEGIA 'FARM TO FORK' Y NORMA ISO 14.001

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	ESTRATEGIA «DE LA GRANJA A LA MESA»	5
1.1	Principios normativos	5
1.2	Proyecto de plan de acción	7
2	NORMA ISO 14.001	10
2.1	Principios fundamentales	10
2.2	Objetivo de un sistema de gestión ambiental.....	11
2.3	Principales puntos extraídos de la norma ISO 14001:2015 para su implementación	12
	Tabla 1Resumen de normativas en concordancia con la estrategia F2F.....	6
	Tabla 2 Proyecto de plan de acción estrategia f2f Fuente Comision UE	7
	Tabla 3 Implementacion ISO 14.001 Fuente: Iso 14.001	12
	Figura 1 Concepto PHVA Fuente Norma ISO 14.001.....	10

1 ESTRATEGIA «DE LA GRANJA A LA MESA»

1.1 Principios normativos

El principal objetivo de la labor política de la UE en el ámbito de la Estrategia «De la Granja a la Mesa» es lograr que los alimentos de Europa sean más saludables y más sostenibles.

El sistema alimentario de la Unión Europea, que abastece a más de 400 millones de ciudadanos, es un pilar económico vital. Representa aproximadamente un tercio de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, y más del 50% de los adultos europeos tienen sobrepeso, lo que subraya un impacto perjudicial tanto en el medio ambiente como en la salud pública.

En respuesta a estos desafíos, la UE está impulsando una transformación profunda en la producción y el consumo de alimentos. Lanzada en mayo de 2020 como una iniciativa clave del Pacto Verde Europeo, la Estrategia "De la Granja a la Mesa" (Farm to Fork) busca evolucionar el sistema alimentario de la UE hacia un modelo sostenible para alcanzar la neutralidad climática en 2050. Manteniendo la seguridad alimentaria y medio ambiente como prioridades, sus objetivos principales incluyen:

- Garantizar alimentos suficientes, asequibles y nutritivos dentro de los límites planetarios.
- Reducir a la mitad el uso de plaguicidas, fertilizantes y antimicrobianos.
- Aumentar la superficie dedicada a la agricultura ecológica.
- Promover dietas saludables y un consumo más sostenible.
- Reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos.
- Combatir el fraude alimentario y mejorar el bienestar animal.

Esta transición se concibe también como una oportunidad para generar nuevas oportunidades de negocio y mejorar los ingresos en el sector agroalimentario. El Consejo de la UE ha respaldado estos objetivos, enfatizando la necesidad de ingresos justos para los productores primarios y la competitividad de la agricultura europea. La estrategia se complementa con la Estrategia de Biodiversidad de la UE para 2030.

La Estrategia "De la Granja a la Mesa" se materializa a través de diversas iniciativas políticas:

Tabla 1 Resumen de normativas en concordancia con la estrategia F2F

Plan de Acción para el Desarrollo de la Producción Ecológica	Presentado en marzo de 2021, busca que el 25% de las tierras agrícolas de la UE sean ecológicas para 2030, fomentando planes nacionales y garantizando la rentabilidad del sector.
Plan de Seguridad Alimentaria	Ante la vulnerabilidad de la cadena alimentaria expuesta por la pandemia de COVID-19, la Comisión publicó en noviembre de 2021 un plan de contingencia. Este incluye la creación de un Mecanismo Europeo de Preparación y Respuesta ante las Crisis de Seguridad Alimentaria para afrontar desafíos como fenómenos meteorológicos extremos o escasez de insumos.
Normas Mundiales en Materia de Seguridad Alimentaria	La UE aboga por integrar la sostenibilidad en las normas internacionales de seguridad alimentaria a través del Codex Alimentarius, buscando un mayor énfasis en prácticas sostenibles.
Agricultura Hipocarbónica	Conclusiones adoptadas en abril de 2022 buscan incentivar prácticas agrícolas que capturen dióxido de carbono de la atmósfera y lo fijen en suelos o biomasa, como la plantación de árboles, el cultivo de leguminosas y la agricultura de conservación, con apoyo financiero para los agricultores.
Acuicultura Sostenible	En julio de 2022, el Consejo pidió un sector de la acuicultura más sostenible, resiliente y competitivo en la UE, reduciendo la dependencia de importaciones y aprovechando el potencial de crecimiento interno.
Etiquetado de Alimentos Ecológicos para Animales de Compañía	Un nuevo Reglamento de la UE, adoptado en octubre de 2023, establece que los alimentos para animales de compañía con el logotipo ecológico de la UE deben contener al menos un 95% de ingredientes ecológicos, facilitando la elección del consumidor y apoyando la producción ecológica.
Nuevas Normas de Comercialización para la Miel, Confituras y Otros Productos	Normas actualizadas para mejorar la información al consumidor sobre productos como la miel, las confituras, los zumos de frutas y la leche deshidratada. Estas normas buscan promover dietas más saludables, elecciones informadas y transparencia en el origen de los productos.

1.2 Proyecto de plan de acción

Tabla 2 Proyecto de plan de acción estrategia f2f Fuente Comisión UE

ACCIONES	Calendario indicativo	N.º
- Propuesta de marco legislativo para sistemas alimentarios sostenibles	2023	1.
- Desarrollo de un plan de contingencia para garantizar el suministro de alimentos y la seguridad alimentaria	4.º trimestre 2021	2.

Garantizar una producción alimentaria sostenible		
- Adopción de recomendaciones relativas a los nueve objetivos específicos de la política agrícola común (PAC) para cada uno de los Estados miembros antes de que presenten oficialmente sus respectivos proyectos de plan estratégico de la PAC	4.º trimestre 2020	3.
- Propuesta de revisión de la Directiva sobre el uso sostenible de los plaguicidas para reducir de forma significativa el uso y el riesgo de los plaguicidas, así como la dependencia de ellos , y mejorar la gestión integrada de plagas	1.º trimestre 2022	4.
- Revisión de los Reglamentos de ejecución pertinentes en el marco de los productos fitosanitarios para facilitar la introducción en el mercado de productos fitosanitarios que contengan sustancias activas biológicas	4.º trimestre 2021	5.
- Propuesta de revisión del Reglamento relativo a las estadísticas de plaguicidas para subsanar las carencias de datos y reforzar la elaboración de políticas basadas en pruebas	2023	6.
- Evaluación y revisión de la legislación vigente en materia de bienestar animal , como la relativa al transporte y al sacrificio de animales	4.º trimestre 2023	7.
- Propuesta de revisión del Reglamento de aditivos para piensos a fin de reducir el impacto medioambiental de la ganadería	4.º trimestre 2021	8.
- Propuesta de revisión del Reglamento sobre la Red de Información Contable Agrícola para transformarla en una Red de Datos de Sostenibilidad Agrícola con miras a contribuir a la adopción amplia de las prácticas agrícolas sostenibles	2.º trimestre 2022	9.
- Clarificación del ámbito de aplicación de las normas de competencia del TFUE respecto a la sostenibilidad en las iniciativas colectivas	3.º trimestre	10.

	2022	
- Iniciativas legislativas para mejorar la cooperación de los productores primarios a fin de apoyar su posición en la cadena alimentaria y de iniciativas no legislativas para aumentar la transparencia	2021-2022	11.
- Iniciativa de la UE sobre la captura de carbono en suelos agrícolas	3.º trimestre 2021	12.

Estimular prácticas sostenibles de transformación de alimentos, comercio mayorista y minorista, hostelería y servicios alimentarios

- Iniciativa para mejorar el marco de gobernanza empresarial , incluyendo un requisito para que la industria alimentaria incorpore la sostenibilidad en las estrategias empresariales	1.º trimestre 2021	13.
- Desarrollo de un código de conducta y un marco de seguimiento de la UE para la práctica empresarial y de comercialización responsable en la cadena de suministro alimentario	2.º trimestre 2021	14.
- Puesta en marcha de iniciativas para estimular la reformulación de los alimentos transformados, incluida la fijación de niveles máximos para determinados nutrientes	4.º trimestre 2021	15.
- Establecimiento de perfiles nutricionales para restringir la promoción de alimentos con alto contenido en sal, azúcares o grasas	4.º trimestre 2022	16.
- Propuesta de revisión de la legislación de la UE sobre materiales en contacto con alimentos a fin de mejorar la inocuidad de los alimentos, garantizar la salud de los ciudadanos y reducir la huella medioambiental del sector	4.º trimestre 2022	17.
- Propuesta de revisión de las normas de la UE sobre comercialización de productos de la agricultura, de la pesca y de la acuicultura para garantizar la aceptación y el suministro de productos sostenibles	2021-2022	18.
- Mejorar la coordinación para hacer cumplir las normas del mercado único y luchar contra el fraude alimentario , entre otras cosas, considerando la posibilidad de intensificar el uso de las capacidades de investigación de la OLAF	2021-2022	19.

Promover el consumo sostenible de alimentos y facilitar la transición a dietas saludables y sostenibles

- Propuesta sobre un etiquetado obligatorio armonizado sobre propiedades nutritivas en la parte frontal de los envases para que los ciudadanos puedan optar por alimentos saludables con conocimiento de causa	4.º trimestre 2022	20.
---	-----------------------	-----

- Propuesta para exigir la indicación de origen en determinados productos	4.º trimestre 2022	21.
- Determinación de las mejores modalidades para establecer criterios mínimos obligatorios para la adquisición de alimentos sostenibles a fin de promover dietas saludables y sostenibles, que incluyan productos ecológicos, en las escuelas y las instituciones públicas	3.º trimestre 2021	22.
- Propuesta para un marco de etiquetado de alimentos sostenibles que permita a los consumidores optar por alimentos sostenibles	2024	23.
- Revisión del programa de promoción de la UE para productos agrícolas y alimentarios, con miras a aumentar su contribución a la producción y el consumo sostenibles	4.º trimestre 2020	24.
- Revisión del marco jurídico del programa escolar de la UE con miras a reorientarlo hacia alimentos saludables y sostenibles	2023	25.

Reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos

- Propuesta de objetivos a nivel de la UE para reducir el desperdicio de alimentos	2023	26.
- Propuesta para una revisión de las normas de la UE sobre la indicación de fechas («fecha de caducidad» y «fecha de consumo preferente»)	4.º trimestre 2022	27.

2 NORMA ISO 14.001

2.1 Principios fundamentales

Se fundamenta en el concepto de Shewhart de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PFVA), que Deming hizo popular. El modelo PHVA demuestra un proceso reiterativo usado por las organizaciones para lograr la mejora continua. Se puede aplicar a un sistema de gestión y a cada uno de sus elementos individuales, y se puede describir brevemente así:

- Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la política de la organización.
- Hacer: implementar los procesos de la manera planificada.
- Verificar: hacer el seguimiento y la medición de los procesos respecto a la política, incluidos sus compromisos, objetivos y controles operacionales, e informar sobre los resultados.
- Actuar: emprender acciones para mejorar continuamente.

Esta Norma Internacional incorpora el concepto PHVA en un nuevo marco de referencia

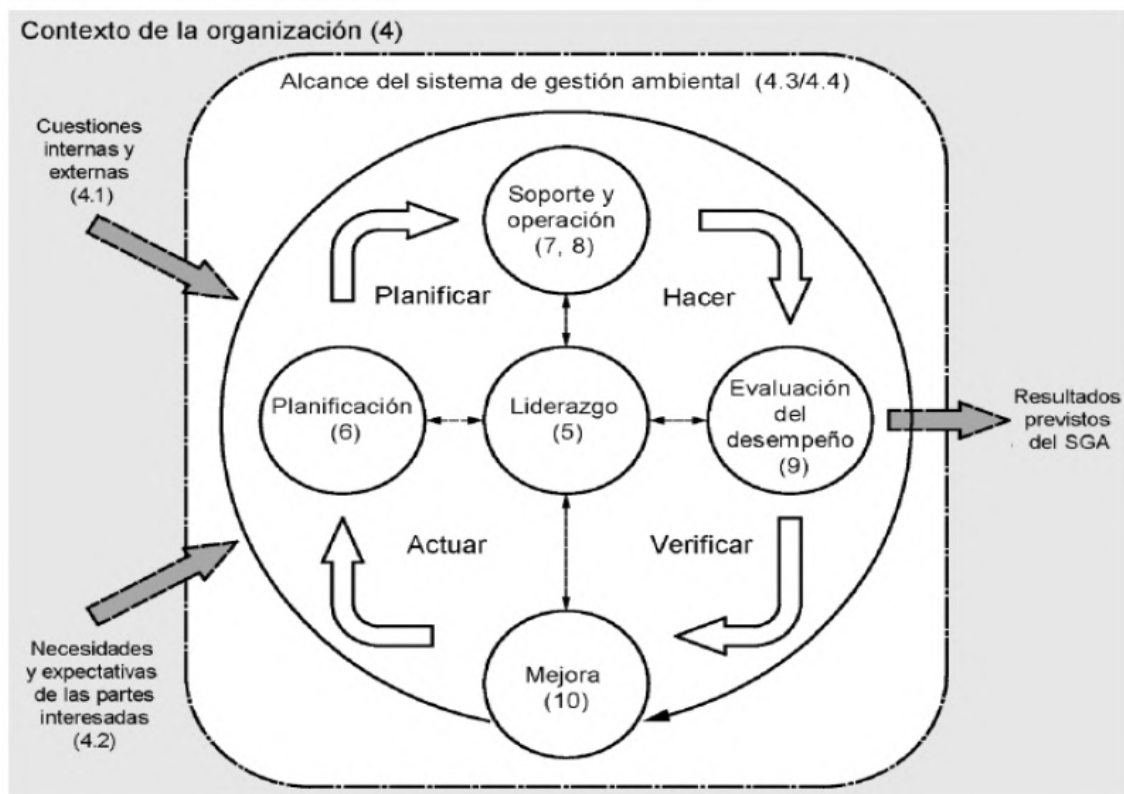


Figura 1 Concepto PHVA Fuente Norma ISO 14.001

2.2 Objetivo de un sistema de gestión ambiental

El propósito de esta Norma Internacional es proporcionar a las organizaciones un marco de referencia sistemático para proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas, mediante la especificación de requisitos para un sistema de gestión ambiental que posibilite que una organización mejore su desempeño ambiental:

- el desarrollo e implementación de una política y objetivos ambientales;
- la identificación de aspectos de sus actividades, productos y servicios que puedan provocar impactos ambientales significativos;
- el establecimiento de procesos sistemáticos que consideren su contexto y que tengan en cuenta los aspectos ambientales significativos, el riesgo asociado con amenazas y oportunidades y sus obligaciones de cumplimiento;
- una mayor toma de conciencia de su relación con el medio ambiente;
- el establecimiento de controles operacionales para gestionar sus aspectos ambientales significativos y sus obligaciones de cumplimiento;
- la evaluación del desempeño ambiental y la toma de acciones, según sea necesario.
- Un enfoque sistemático a la gestión ambiental puede suministrar información a la alta dirección para alcanzar el éxito a largo plazo y crear opciones para contribuir al desarrollo sostenible mediante:
 - la protección del medio ambiente, mediante la prevención o reducción de impactos adversos al medio ambiente;
 - la mitigación del impacto potencial adverso de las condiciones ambientales sobre la organización;
 - la asistencia en el cumplimiento de las obligaciones de cumplimiento;
 - la mejora del desempeño ambiental;
 - el control o la influencia sobre la forma en la que la organización diseña, fabrica, distribuye, consume y lleva a cabo la disposición final de productos o servicios, usando una perspectiva de ciclo de vida que pueda prevenir que las cargas ambientales cambien inadvertidamente a cualquier otro lugar dentro del ciclo;
 - el logro de beneficios financieros y operacionales que puedan ser el resultado de implementar alternativas ambientales respetuosas con el medio ambiente que fortalezcan la posición de la organización en el mercado;
 - la comunicación de la información ambiental a las partes interesadas pertinentes.

2.3 Principales puntos extraídos de la norma ISO 14001:2015 para su implementación

Tabla 3 Implementación ISO 14.001 Fuente: Iso 14.001

4.CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN
4.1 COMPRENSIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y DE SU CONTEXTO
La organización debe determinar:
Las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos de su sistema de gestión ambiental. Estas cuestiones incluyen las condiciones ambientales capaces de afectar o de verse afectadas por la organización.
4.2 COMPRENSIÓN DE LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS
La organización debe determinar:
a. Las partes interesadas que son pertinentes al sistema de gestión ambiental;
b. Las necesidades y expectativas pertinentes (es decir, requisitos) de estas partes interesadas;
c. cuáles de estas necesidades y expectativas se convierten en requisitos legales y otros requisitos.
4.3 DETERMINACIÓN DEL ALCANCE DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL
La organización debe determinar los límites y aplicabilidad del sistema de gestión ambiental. Cuando se determina este alcance, la organización debe considerar:
a. las cuestiones externas e internas a que se hace referencia en el apartado 4.1;
b. los requisitos legales y otros requisitos a que se hace referencia en el apartado 4.2;
c. las unidades, funciones y límites físicos de la organización;
d. sus actividades, productos y servicios;
e. su autoridad y capacidad para ejercer control e influencia.
f. incluir en el sistema de gestión ambiental todas las actividades, productos y servicios de la organización que estén dentro de este alcance.
g. mantener este alcance como información documentada y disponible para las partes interesadas.
4.4 SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL
La organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental, que incluya los procesos necesarios y sus interacciones, de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional.
La organización debe considerar el conocimiento obtenido en los apartados 4.1 y 4.2.
5.LIDERAZGO
5.1 LIDERAZGO Y COMPROMISO
La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión ambiental:

a. asumiendo la responsabilidad y la rendición de cuentas con relación a la eficacia del sistema de gestión ambiental;
b. asegurándose de que se establezcan la política ambiental y los objetivos ambientales, y que éstos sean compatibles con la dirección estratégica y el contexto de la organización;
c. asegurándose de la integración de los requisitos del sistema de gestión ambiental en los procesos de negocio de la organización;
d. asegurándose de que los recursos necesarios para el sistema de gestión ambiental estén disponibles;
e. comunicando la importancia de una gestión ambiental eficaz y conforme con los requisitos del sistema de gestión ambiental;
f. asegurándose de que el sistema de gestión ambiental logre los resultados previstos;
g. dirigiendo y apoyando a las personas, para contribuir a la eficacia del sistema de gestión ambiental;
h. promoviendo la mejora continua;
i. apoyando otros roles pertinentes de la dirección, para demostrar su liderazgo en la forma en la que aplique a sus áreas de responsabilidad.
5.2 POLÍTICA AMBIENTAL
La alta dirección debe establecer, implementar y mantener una política ambiental que, dentro del alcance definido de su sistema de gestión ambiental:
a. sea apropiada al propósito y contexto de la organización, incluida la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios;
b. proporcione un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos ambientales;
c. incluya un compromiso para la protección del medio ambiente, incluida la prevención de la contaminación, y otros compromisos específicos pertinentes al contexto de la organización;
d. incluya un compromiso de cumplir con los requisitos legales y otros requisitos;
e. incluya un compromiso de mejora continua del sistema de gestión ambiental para la mejora del desempeño ambiental.
La política ambiental debe mantenerse como información documentada; comunicarse dentro de la organización y estar disponible para las partes interesadas.
5.3 ROLES, RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES EN LA ORGANIZACIÓN
La alta dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades para los roles pertinentes se asignen y comuniquen dentro de la organización. La alta dirección debe asignar la responsabilidad y autoridad para:
a. asegurarse de que el sistema de gestión ambiental es conforme con los requisitos de esta Norma Internacional, e
b. informar a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión ambiental, incluyendo su desempeño ambiental.
6. PLANIFICACIÓN
6.1 ACCIONES PARA ABORDAR RIESGOS Y OPORTUNIDADES
6.1.1 Generalidades

<p>La organización debe establecer, implementar y mantener los procesos necesarios para cumplir los requisitos de los apartados 6.1.1 a 6.1.4.</p> <p>Al planificar el sistema de gestión ambiental, la organización debe considerar:</p>
a. las cuestiones referidas en el apartado 4.1;
b. los requisitos referidos en el apartado 4.2;
c. el alcance de sus sistemas de gestión ambiental;
y determinar los riesgos y oportunidades relacionados con sus aspectos ambientales; requisitos legales y otros requisitos y cuestiones y requisitos identificados en los apartados 4.1 y 4.2
Dentro del alcance, la organización debe determinar las situaciones de emergencia potenciales, incluidas las que puedan tener un impacto ambiental.
La organización debe mantener la información documentada de sus riesgos y oportunidades que es necesario abordar procesos necesarios especificados desde el apartado 6.1.1 al apartado 6.1.4, en la medida necesaria para tener confianza de que se llevan a cabo de la manera planificada.
6.1.2 Aspectos ambientales
La organización debe determinar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que puede controlar y de aquellos en los que puede influir, y sus impactos ambientales asociados, desde una perspectiva de ciclo de vida.
La organización debe tener en cuenta:
a. los cambios, incluidos los desarrollos nuevos o planificados, y las actividades, productos y servicios nuevos o modificados;
b. las condiciones anormales y las situaciones de emergencia razonablemente previsibles.
La organización debe determinar aquellos aspectos que tengan o puedan tener un impacto ambiental significativo, es decir, los aspectos ambientales significativos, mediante el uso de criterios establecidos.
La organización debe:
Comunicar sus aspectos ambientales significativos entre los diferentes niveles y funciones de la organización, según corresponda.
Mantener información documentada de sus aspectos ambientales e impactos ambientales asociados; criterios usados para determinar sus aspectos ambientales significativos e impactos ambientales significativos.
6.1.3 Requisitos legales y otros requisitos
La organización debe:
a. Determinar y tener acceso a los requisitos legales y otros requisitos relacionados con sus aspectos ambientales;
b. determinar cómo estos requisitos legales y otros requisitos se aplican a la organización;
c. tener en cuenta estos requisitos legales y otros requisitos cuando se establezca, implemente, mantenga y mejore continuamente su sistema de gestión ambiental.
Mantener información documentada de sus requisitos legales y otros requisitos.
6.1.4 Planificación de acciones
La organización debe planificar:

a. la toma de acciones para abordar sus aspectos ambientales significativos, requisitos legales y otros requisitos y los riesgos y oportunidades identificados en el apartado 6.1.1;
b. la manera de integrar e implementar las acciones en los procesos de su sistema de gestión ambiental (véanse 6.2, 7, 8 y 9.1) o en otros procesos de negocio y evaluar la eficacia de estas acciones (véase 9.1).
Cuando se planifiquen estas acciones, la organización debe considerar sus opciones tecnológicas y sus requisitos financieros, operacionales y de negocio.
6.2 OBJETIVOS AMBIENTALES Y PLANIFICACIÓN PARA LOGRARLOS
6.2.1 Objetivos ambientales
La organización debe establecer objetivos ambientales para las funciones y niveles pertinentes, teniendo en cuenta los aspectos ambientales significativos de la organización y sus requisitos legales y otros requisitos asociados, y considerando sus riesgos y oportunidades. Los objetivos ambientales deben:
a. ser coherentes con la política ambiental;
b. ser medibles (si es factible);
c. ser objeto de seguimiento;
d. comunicarse;
e. actualizarse, según corresponda.
La organización debe conservar información documentada sobre los objetivos ambientales.
6.2.2 Planificación de acciones para lograr los objetivos ambientales
Al planificar cómo lograr sus objetivos ambientales, la organización debe determinar:
a. qué se va a hacer;
b. qué recursos se requerirán;
c. quién será responsable;
d. cuándo se finalizará;
e. cómo se evaluarán los resultados, incluidos los indicadores de seguimiento de los avances para el logro de sus objetivos ambientales medibles (véase 9.1.1).
La organización debe considerar cómo se pueden integrar las acciones para el logro de sus objetivos ambientales a los procesos de negocio de la organización.
7. APOYO
7.1 RECURSOS
La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión ambiental.
7.2 COMPETENCIA
La organización debe:
a. determinar la competencia necesaria de las personas que realizan trabajos bajo su control, que afecte a su desempeño ambiental y su capacidad para cumplir sus requisitos legales y otros requisitos;
b. asegurarse de que estas personas sean competentes, con base a su educación, formación o experiencia apropiadas;

c. determinar las necesidades de formación asociadas con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental;
d. cuando sea aplicable, tomar acciones para adquirir la competencia necesaria y evaluar la eficacia de las acciones tomadas.
Conservar información documentada apropiada, como evidencia de la competencia.
7.3 TOMA DE CONCIENCIA
La organización debe asegurarse de que las personas que realicen el trabajo bajo el control de la organización tomen conciencia de:
a. la política ambiental;
b. los aspectos ambientales significativos y los impactos ambientales reales o potenciales relacionados, asociados con su trabajo;
c. su contribución a la eficacia del sistema de gestión ambiental, incluidos los beneficios de una mejora del desempeño ambiental;
d. las implicaciones de no satisfacer los requisitos del sistema de gestión ambiental, incluido el incumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos de la organización.
7.4 COMUNICACIÓN
7.4.1 Generalidades
La organización debe establecer, implementar y mantener los procesos necesarios para las comunicaciones internas y externas pertinentes al sistema de gestión ambiental, que incluyan:
a. qué comunicar;
b. cuándo comunicar;
c. a quién comunicar;
d. cómo comunicar.
Cuando se establecen sus procesos de comunicación, la organización debe tener en cuenta sus requisitos legales y otros requisitos; y asegurarse de que la información ambiental comunicada sea coherente con la información generada dentro del sistema de gestión ambiental, y que sea fiable.
La organización debe:
Responder a las comunicaciones pertinentes sobre su sistema de gestión ambiental
Conservar información documentada como evidencia de sus comunicaciones, según corresponda.
7.4.2 Comunicación interna
la organización debe:
a. comunicar internamente la información pertinente del sistema de gestión ambiental entre los diversos niveles y funciones de la organización, incluidos los cambios en el sistema de gestión ambiental, según corresponda;
b. asegurarse de que sus procesos de comunicación permitan que las personas que realicen trabajos bajo control de la organización contribuyan a la mejora continua.
7.4.3 Comunicación externa
La organización debe comunicar externamente información pertinente al sistema de gestión ambiental, según se establezca en los procesos de comunicación de la organización y según lo requieran sus requisitos legales y otros requisitos.

7.5 INFORMACIÓN DOCUMENTADA
7.5.1 Generalidades
El sistema de gestión ambiental de la organización debe incluir:
a. la información documentada requerida por esta Norma Internacional;
b. la información documentada que la organización determina como necesaria para la eficacia del sistema de gestión ambiental.
7.5.2 Creación y actualización
Al crear y actualizar la información documentada, la organización debe asegurarse de que lo siguiente sea apropiado:
a. la identificación y descripción (por ejemplo, título, fecha, autor o número de referencia);
b. el formato (por ejemplo idioma, versión del software, gráficos) y los medios de soporte (por ejemplo, papel, electrónico);
c. la revisión y aprobación con respecto a la conveniencia y adecuación.
7.5.3 Control de la información documentada
La información documentada requerida por el sistema de gestión ambiental y por esta Norma Internacional se debe controlar para asegurarse de que:
a. esté disponible y sea idónea para sus usos, donde y cuando se necesite;
b. Esté protegida adecuadamente (por ejemplo, contra pérdida de confidencialidad, uso inadecuado, o pérdida de integridad).
Para el control de la información documentada la organización debe abordar las siguientes actividades, según corresponda:
*distribución, acceso, recuperación y uso;
*almacenamiento y preservación, incluida la preservación de la legibilidad;
*control de cambios (por ejemplo, control de versión);
*conservación y disposición.
La información documentada de origen externo, que la organización determina como necesaria para la planificación y operación del sistema de gestión ambiental, se debe determinar, según sea apropiado y controlar.
8. OPERACIÓN
8.1 PLANIFICACIÓN Y CONTROL OPERACIONAL
La organización debe establecer, implementar, controlar y mantener los procesos necesarios para satisfacer los requisitos del sistema de gestión ambiental y para implementar las acciones determinadas en los apartados 6.1 y 6.2, mediante:
1. El establecimiento de criterios de operación para los procesos;
2. la implementación del control de los procesos de acuerdo con los criterios de operación.
La organización debe:
controlar los cambios planificados y examinar las consecuencias de los cambios no previstos, tomando acciones para mitigar los efectos adversos, cuando sea necesario.
Asegurarse de que los procesos contratados externamente estén controlados o que se tenga influencia sobre ellos. Dentro del sistema de gestión ambiental se debe definir el tipo y grado de control o influencia que se va a aplicar a estos procesos.
En coherencia con la perspectiva del ciclo de vida:

a. establecer los controles, según corresponda, para asegurarse de que sus requisitos ambientales se aborden en el proceso de diseño y desarrollo del producto o servicio, considerando cada etapa de su ciclo de vida;
b. determinar sus requisitos ambientales para la compra de productos y servicios, según corresponda;
c. comunicar sus requisitos ambientales pertinentes a los proveedores externos, incluidos los contratistas.
d. considerar la necesidad de suministrar información acerca de los impactos ambientales potenciales significativos asociados con el transporte o la entrega, el uso, el tratamiento al final de la vida útil y la disposición final de sus productos o servicios.
La organización debe mantener la información documentada en la medida necesaria para tener la confianza en que los procesos se han llevado a cabo según lo planificado.
8.2 PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS
La organización debe:
a. Prepararse para responder, mediante la planificación de acciones para prevenir o mitigar los impactos ambientales adversos provocados por situaciones de emergencia;
b. responder a situaciones de emergencia reales;
c. tomar acciones para prevenir o mitigar las consecuencias de las situaciones de emergencia, apropiadas a la magnitud de la emergencia y al impacto ambiental potencial;
d. poner a prueba periódicamente las acciones de respuesta planificadas, cuando sea factible;
e. evaluar y revisar periódicamente los procesos y las acciones de respuesta planificadas, en particular, después de que hayan ocurrido situaciones de emergencia o de que se hayan realizado pruebas;
f. proporcionar información y formación pertinentes, con relación a la preparación y respuesta ante emergencias, según corresponda, a las partes interesadas pertinentes, incluidas las personas que trabajan bajo su control.
La organización debe mantener la información documentada en la medida necesaria para tener confianza en que los procesos se han llevado a cabo de la manera planificada.
9. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO
9.1 SEGUIMIENTO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN
9.1.1 Generalidades
La organización debe hacer seguimiento, medir, analizar y evaluar su desempeño ambiental.
La organización debe determinar:
a. qué necesita seguimiento y medición;
b. los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación, según corresponda, para asegurar resultados válidos;
c. los criterios contra los cuales la organización evaluará su desempeño ambiental, y los indicadores apropiados;
d. cuándo se deben llevar a cabo el seguimiento y la medición;
e. cuándo se deben analizar y evaluar los resultados de seguimiento y la medición.
La organización debe:
asegurarse de que se usan y mantiene equipos de seguimiento y medición calibrados o verificados, según corresponda.
evaluar el desempeño ambiental y la eficacia del sistema de gestión ambiental.

comunicar externa e internamente la información pertinente a su desempeño ambiental, según esté identificado en sus procesos de comunicación y como se exija en sus requisitos legales y otros requisitos.
conservar información documentada apropiada como evidencia de los resultados del seguimiento, la medición, el análisis y la evaluación.
9.1.2 Evaluación del cumplimiento
La organización debe:
a. determinar la frecuencia con la que se evaluará el cumplimiento;
b. evaluar el cumplimiento y emprender las acciones que fueran necesarias;
c. mantener el conocimiento y la comprensión de su estado de cumplimiento.
Conserva información documentada como evidencia de los resultados de la evaluación del cumplimiento.
9.2 AUDITORÍA INTERNA
9.2.1 Generalidades
La organización debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para proporcionar información acerca de si el sistema de gestión ambiental:
a. es conforme con:
1) los requisitos propios de la organización para su sistema de gestión ambiental;
2) los requisitos de la Norma Internacional;
b. se implementa y mantiene eficazmente.
9.2.2 Programa de auditoría interna
La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios programas de auditoría interna que incluyan la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación y la elaboración de informes de sus auditorías internas.
La organización debe tener en cuenta la importancia ambiental de los procesos involucrados, los cambios que afectan a la organización y los resultados de las auditorías previas.
La organización debe:
a. definir los criterios de auditoría y el alcance para cada auditoría;
b. seleccionar los auditores y llevar a cabo auditorías para asegurarse de la objetividad y la imparcialidad del proceso de auditoría;
c. asegurarse de que los resultados de las auditorías se informen a la dirección pertinente.
La organización debe conservar información documentada apropiada como evidencia de la implementación del programa de auditoría y de los resultados de ésta.
9.3 REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN
La revisión por la dirección debe incluir consideraciones sobre:
a. el estado de las acciones de las revisiones por la dirección previas;
b. los cambios en:
1) las necesidades de las partes interesadas, incluidos los requisitos legales y otros requisitos;
2) las cuestiones externas e internas que sean pertinentes al sistema de gestión ambiental;
3) sus aspectos ambientales significativos;
4) los riesgos y oportunidades;
c. el grado en el que se han logrado los objetivos ambientales;

d. la información sobre el desempeño ambiental de la organización, incluidas las tendencias relativas a:
1) no conformidades y acciones correctivas;
2) resultados de seguimiento y medición;
3) cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos;
4) resultados de las auditorias;
e. adecuación de los recursos;
f. las comunicaciones pertinentes de las partes interesadas, incluidas las quejas;
g. las oportunidades de mejora continua;
Las salidas de la revisión por la dirección deben incluir:
*Las conclusiones sobre la conveniencia, adecuación y eficacia continuas del sistema de gestión ambiental;
*las decisiones relacionadas con las oportunidades de mejora continua;
*las decisiones relacionadas con cualquier necesidad de cambio en el sistema de gestión ambiental, incluidos los recursos;
*las acciones necesarias cuando se hayan logrado los objetivos ambientales;
*las oportunidades de mejorar la integración del sistema de gestión ambiental a otros procesos de negocio, si fuera necesario.
*cualquier implicación para la dirección estratégica de la organización.
La organización debe conservar información documentada como evidencia de los resultados de las revisiones por la dirección.
10. MEJORA
10.1 GENERALIDADES
La organización debe determinar las oportunidades de mejora (véanse 9.1, 9.2 y 9.3) e implementar las acciones necesarias para lograr los resultados previstos en su sistema de gestión ambiental.
10.2 NO CONFORMIDAD Y ACCIÓN CORRECTIVA
cuando ocurra una no conformidad, la organización debe:
a. reaccionar ante la no conformidad, y cuando sea aplicable:
1) tomar acciones para controlarla y corregirla;
2) hacer frente a las consecuencias, incluida la mitigación de los impactos ambientales adversos.
b. evaluar la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad, con el fin de que no vuelva a ocurrir en ese mismo lugar ni ocurra en otra parte, mediante:
1) la revisión de la no conformidad;
2) la determinación de las causas de la no conformidad;
3) la determinación de si existen o no conformidades similares, o que potencialmente puedan ocurrir;
Las acciones correctivas deben ser apropiadas a la importancia de los efectos de las no conformidades encontradas, incluidos los impactos ambientales.
La organización debe conservar información documentada como evidencia de:
*la naturaleza de las no conformidades y cualquier acción tomada posteriormente, y
*los resultados de cualquier acción correctiva.
10.3 MEJORA CONTINUA

La organización debe mejorar continuamente la conveniencia, adecuación y eficacia del sistema de gestión ambiental para mejorar el desempeño ambiental.

***ANEXO 2 DESCRIPCION DEL PROCESO E INSTALACIONES DE UNA
BODEGA***

ÍNDICE DE CONTENIDO

1 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE VINO.....	4
1.1 Vendimia y recepción	4
1.2 Enfriamiento de la uva.....	4
1.3 Selección, despalillado y estrujado	4
1.4 Fermentación alcohólica y maceración	5
1.5 Sangrado de depósitos y prensado	5
1.6 Fermentación maloláctica.....	5
1.7 Trasiegos.....	6
1.8 Crianza en barrica	6
1.9 Estabilización tartárica.....	6
1.10 Embotellado	6
1.11 Crianza en botella	6
1.12 Capsulado y etiquetado	7
2 DIAGRAMAS GENERALES DE ELABORACIÓN DE VINO .	8
2.1 Diagrama general de elaboración de vino tinto.....	8
2.2 Diagrama general de elaboración de vino blanco y rosado.....	9
3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	10
3.1 Instalación de agua potable, agua fría y caliente sanitaria.....	10
3.2 Instalación de vapor, frío y calor industrial del proceso.....	11
3.3 Instalación de ventilación	11
3.4 Instalación de media y baja tensión.....	12
3.5 Red de saneamiento y tratamiento de aguas residuales.....	12
3.6 Instalación de Aire Comprimido	13
3.7 Instalación de Nitrógeno	13
4 PLIEGO DE CONDICIONES DENOMINACION DE ORIGEN MADRID.....	15

Tabla 1 Importancia de instalacion según la fase de producción Fuente:
Elaboración propia10

Figura 1 Diagrama produccion general de vino tinto Fuente: Alfatec Ingenieria 8

Figura 2 Diagrama de producción de vino blanco. Fuente: Alfatec Ingenieria.....9

1 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE VINO

1.1 Vendimia y recepción

Comenzará una vez determinada la fecha por los técnicos de la bodega, normalmente a finales de agosto para las variedades blancas y septiembre para las variedades tintas, con una duración media de unos 40 días.

Según el grado de calidad buscado por la bodega se puede optar por una vendimia manual o mecanizada. En el caso de vendimias manuales se suele realizar una primera selección en campo, en la que los racimos especialmente atacados o con una falta de madurez clara no serán cortados, se tirarán al suelo o serán retirados.

En caso de grandes extensiones de viñedo suele primar la vendimia mecanizada.

Una vez se carguen en remolques se transportan los racimos o cajas a la zona de recepción de la bodega. El transporte a bodega se realizará en el menor tiempo posible para evitar pre-fermentaciones y oxidaciones.

1.2 Enfriamiento de la uva

Dependiendo de la bodega, la vendimia puede ser almacenada en una cámaras o camiones frigoríficos para conseguir el enfriamiento de la uva, con el objetivo de controlar la temperatura con la que la baya llega del campo y tener posibilidad, si se estima oportuno, de realizar maceraciones prefermentativas. Todo ello a criterio del equipo enológico.

1.3 Selección, despalillado y estrujado

Tras el control de peso y toma de muestras se procede a la selección automática o manual de los racimos o las partes de estos que no presenten la calidad necesaria para la producción del vino buscado.

Los racimos seleccionados se introducen en la tolva de la despalilladora en la que se realizará el proceso de despalillado para eliminar el raspón (subproducto).

A criterio del equipo técnico, en función de la calidad del despalillado, de la calidad de la uva y del tipo de vino a elaborar se puede hacer después de esta etapa una segunda selección.

Tras un ligero estrujado opcional para facilitar la maceración posterior del mosto con el hollejo se descarga de la uva en los depósitos de fermentación en el caso de vinos tintos o se transporta a la prensa en el caso de vinos blancos.

1.4 Fermentación alcohólica y maceración

Dependiendo del tipo de vino que se pretenda elaborar y a criterio del enólogo se puede llevar a cabo una maceración prefermentativa mediante la utilización de un intercambiador. Mediante este proceso se mantiene la uva a unos 8-10°C durante varias horas.

Esta operación se realizará en depósitos con elementos de refrigeración que permitirán controlar la temperatura de fermentación. El proceso de fermentación-maceración durará en torno a los 15 - 30 días.

Durante este proceso se llevarán a cabo una serie de remontados y bazuqueos, encaminados principalmente a activar la maceración de los hollejos con el mosto. Estos procesos tienen diversos fines, entre los que cabe destacar la homogeneización del mosto y de la vendimia encubada, la activación de la maceración, la rotura del sombrero y la aireación del mosto en el caso en que se realicen remontados a círculo abierto favoreciendo así el desarrollo de las levaduras y la estabilización del color. La periodicidad de estas operaciones variará a lo largo del proceso de fermentación en función del criterio del equipo técnico de la bodega.

En el caso de vinos blancos, se realizará el prensado directamente tras el despalillado y el mosto es transportado a los depósitos donde se realizará el desfangado estático y se produce la fermentación del mosto restante.

Durante el desfangado se precipitan los coloides separando el mosto limpio de las partículas en suspensión.

La fermentación en vinos blancos suele durar entre 9-15 días con temperaturas oscilando entre 16-18°C

1.5 Sangrado de depósitos y prensado

Una vez terminados los procesos de fermentación y maceración, se realiza el sangrado de vino yema de los depósitos, el resto de vino y orujos se separan mediante prensado.

En esta fase se produce un subproducto (orujos), que se evacuarán con la ayuda de la carretilla hasta un contenedor o remolque. Posteriormente los orujos acumulados serán retirados por parte de un gestor autorizado o alcoholera.

1.6 Fermentación maloláctica

La fermentación maloláctica puede realizarse a continuación de la fermentación alcohólica o tras un periodo de tiempo si así lo estima el equipo técnico. En esta fase las bacterias lácticas transforman el ácido málico a láctico, requiriéndose de 20-21°C de temperatura. La fermentación maloláctica se podrá llevar a cabo en depósito.

1.7 Trasiegos

Se procede a varios trasiegos donde se eliminan las lías depositadas en el fondo de los tanques. Estos subproductos biodegradables son acumulados en un depósito para luego ser retirados por parte de un gestor autorizado.

Una vez que se ha realizado la fermentación maloláctica y los trasiegos, los vinos que se destinen a envejecimiento se pasarán a la fase de crianza en barrica.

1.8 Crianza en barrica

Una vez que los vinos han concluido la fermentación maloláctica se procede a su crianza en barrica el tiempo que requiera cada tipo de vino.

Durante esta fase los vinos se redondean, toman tanino de la madera y adquieren nuevas cualidades organolépticas.

Durante este proceso se realizará una clarificación y estabilización natural en el propio vino, acompañado de varios trasiegos para su limpieza. De manera que se reduce la necesidad de forzar la clarificación y limpieza del vino con clarificantes o mediante filtración forzada.

1.9 Estabilización tartárica

En el caso de los vinos tintos jóvenes o con periodos cortos de crianza en barrica, el equipo técnico de la bodega puede determinar la necesidad de realizar estabilización tartárica de los vinos para reducir el riesgo de aparición de precipitados de sales potásicas, según distintas técnicas disponibles.

Estas sustancias coloidales son solubles a temperatura ambiente, pero se insolubilizan y precipitan en la botella con el tiempo y a bajas temperaturas.

Para evitar la insolubilización no deseada de estas sales en la botella, este proceso consiste en enfriar los vinos hasta la temperatura que considere el equipo técnico, pudiendo llegar hasta temperaturas de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, y almacenarlos en depósito aislado durante 5 a 15 días. Durante este tiempo precipitarán las sales para posteriormente ser retiradas mediante un proceso de filtración.

1.10 Embotellado

Una vez que los vinos han terminado la crianza en madera, se homogenizan los lotes de vino en depósitos y tras ser ensamblados, pasan al embotellado para posteriormente pasar a la siguiente fase de crianza en botella. Cabe destacar que los vinos no serán etiquetados hasta haber realizado dicha posterior fase.

1.11 Crianza en botella

Una vez se han embotellado los vinos, las botellas se guardan en el botellero para realizar la crianza reductiva durante el tiempo que se estime necesario

1.12 Capsulado y etiquetado

Cuando el vino ha terminado la crianza en botella, los vinos serán encapsulados y etiquetados. Posteriormente se procede al encajado de las botellas y su almacenamiento hasta la expedición

2 DIAGRAMAS GENERALES DE ELABORACIÓN DE VINO

2.1 Diagrama general de elaboración de vino tinto

A continuación, se expone un diagrama general de elaboración de vino tinto de calidad:

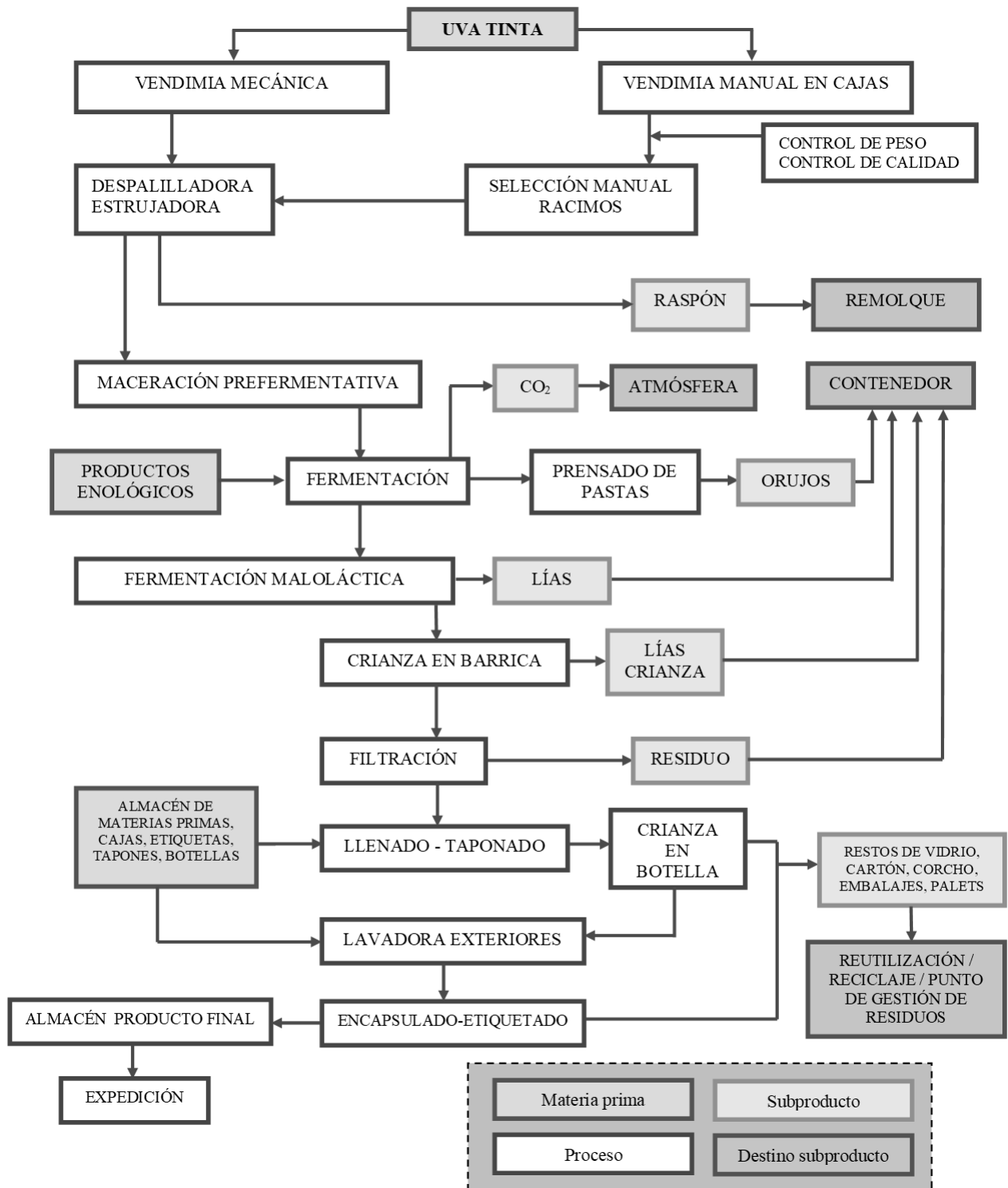


Figura 2 Diagrama producción general de vino tinto Fuente: Alfatec Ingeniería

2.2 Diagrama general de elaboración de vino blanco y rosado

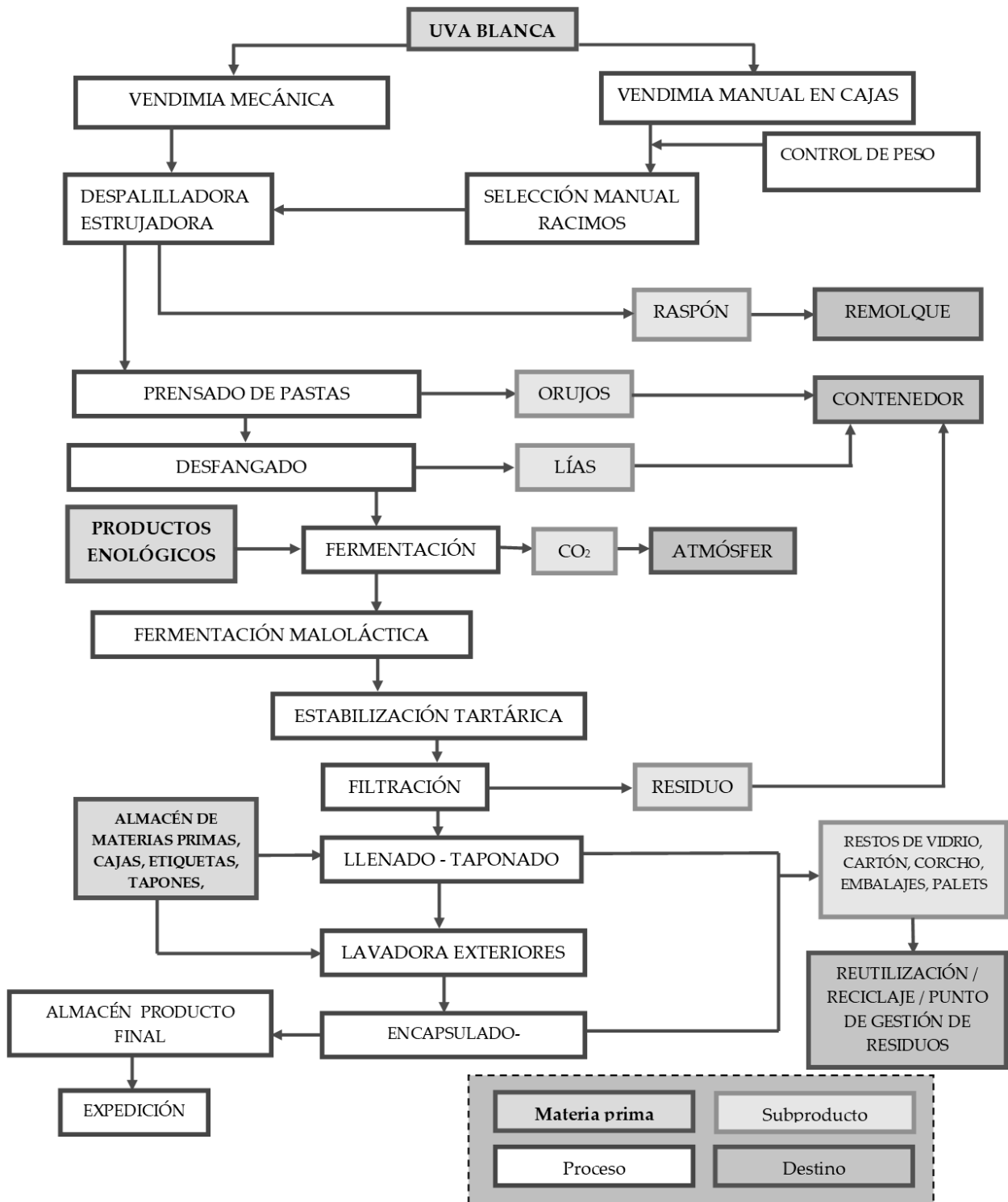


Figura 3 Diagrama de producción de vino blanco. Fuente: Alfatec Ingeniería

3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Antes de desarrollar de manera general las instalaciones presentes en una bodega, se presenta en la siguiente tabla la relación de importancia de las instalaciones en cada fase del proceso productivo del vino

Tabla 4 Importancia de instalación según la fase de producción Fuente: Elaboración propia

FASE	EQUIPAMIENTO	INSTALACION
Fase de recepción hasta fermentación		
	Equipamiento de recepción de la uva	Control Tª de fermentación
	Transformación de uva en mosto	Ventilación de anhídrido carbónico
	Conducción y traslado a envases de fermentación	Instalación de aire comprimido, gases, ...
Fase de crianza y acondicionamiento		
	El envejecimiento es un proceso "pasivo" de cambios bioquímicos y sensoriales en el vino, no motivados por acción de equipos	Acondicionamiento de Tª de la sala de envejecimiento
	Acondicionamiento realizado por equipos en los que la mayor dificultad es el dimensionado, sin apenas mantenimiento.	Acondicionamiento de humedad de la sala de envejecimiento
Fase de embotellado y etiquetado		
	Filtración final del vino de manera estéril	Instalación de aire comprimido, gases inertes...
	Lavado del envase, llenado y tapado	Instalación de agua apta para uso alimentario
	Etiquetado, marcación y lotificación	Climatización nave envejecimiento botellero
Fase de almacenamiento y expedición		
	Codificación envases y agrupación de envases	Sistema de extinción de incendios
	Sistema de cargas y control de envíos	Climatización nave almacenamiento producto terminado

3.1 Instalación de agua potable, agua fría y caliente sanitaria

El agua utilizada en la bodega puede proceder de la red pública municipal de agua potable o bien de un pozo subterráneo autorizado.

Es común que el agua llegue a un depósito de acumulación de donde se distribuirá la red de agua fría a toda la bodega y oficinas si es el caso. Según requerimientos de la bodega se dispondrá de otro depósito con el agua caliente sanitaria que se intercalará en el circuito para distribuir a los circuitos de elaboración de bodega.

El Agua caliente sanitaria de la zona industrial se producirá a partir de la red existente de agua caliente sanitaria, mediante el uso de una caldera y/o

acumulador solar y se lleva a un colector de distribución que se intercala en el circuito para distribuir a dos nuevos circuitos de elaboración y bodega.

El circuito de elaboración requiere un proceso de disponibilidad de alta temperatura a 85°C que, para no comprometer el riesgo por quemaduras en el circuito de ACS

El espesor del aislamiento de las conducciones de agua caliente sanitaria, tanto en la ida como en el retorno, estará de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

3.2 Instalación de vapor, frío y calor industrial del proceso

La instalación térmica está destinada a compensar las pérdidas o ganancias de calor en el proceso de elaboración de vino. Así como compensar las cargas térmicas de climatización de los edificios de oficinas.

En general, en los sistemas térmicos en bodegas, el agua nos sirve como fluido caloportador que transporta la energía hasta los elementos terminales donde se efectúa el intercambio térmico entre el agua y el medio a enfriar o calentar. Para la distribución del agua, se instalan diferentes circuitos de tuberías, por las cuales se impulsará el agua por medio de bombas centrífugas.

En la zona industrial, para suministro de frío se puede contar con distintos tipos de enfriadoras según la potencia y necesidad para cumplir con los requerimientos de enfriamiento de los depósitos en el control de la fermentación y procesos de vinificación

Se recomienda que tanto las tuberías de frío como calor estén aisladas para evitar pérdidas de eficiencia energética, de acuerdo con la normativa vigente

3.3 Instalación de ventilación

Extracción de CO₂

Durante el proceso de Elaboración en la Industria Vitivinícola se liberan rápidamente en torno a 50 litros de CO₂ por litro de vino obtenido. La fermentación libera lentamente CO₂ que puede acumularse localmente. Este gas es alrededor de 1,5 veces más denso que el aire, se acumula fácilmente en las partes bajas y/o mal ventiladas, donde constituye el mayor riesgo para el personal permanente y ocasional de las bodegas.

Es necesario aumentar la precaución en los fosos, debajo de las tolvas de vendimias una vez empezada la campaña, depósitos subterráneos y momentos de descube

El dimensionado de la instalación de extracción del anhídrido carbónico no se debe estimar teniendo en cuenta la entrada máxima de kg de uva/día.

Un buen sistema de detección de CO₂, acompañando el sistema de ventilación son esenciales para regular esta instalación.

Ventilación

Tanto las zonas de producción y almacenamiento como de oficinas e instalaciones deben contar con sistemas de ventilación adecuados según normativas de aplicación

3.4 Instalación de media y baja tensión

Para el dimensionamiento de la instalación eléctrica es necesario tener en cuenta la maquinaria a utilizar en cada etapa del proceso. Teniendo en cuenta el consumo, potencia unitaria y tensión se determinan el suministro eléctrico necesario para la bodega. En el proceso de cálculo se establece asimismo un factor de simultaneidad para ajustar el cálculo a las necesidades reales.

En general la instalación eléctrica de una bodega puede contar con estos elementos:

- Líneas generales de alimentación.
- Cuadros generales de baja tensión.
- Cuadros secundarios.
- Canalizaciones y bandejas de cables.
- Cableado.
- Tomas de corriente.
- Aparatos de alumbrado.
- Mecanismos.
- Conexión a la red de tierras y conexiones equipotenciales.
- Instalación de pararrayos.

Para el suministro de la energía eléctrica se puede encontrar en ciertas bodegas una instalación fotovoltaica para el autoconsumo complementaria.

3.5 Red de saneamiento y tratamiento de aguas residuales.

Se ha proyectado una red separativa de aguas residuales nueva y fecales con conexión a la red existente. En la zona de bodega, la red de aguas residuales y fecales irá a fosas sépticas para ser recogidas por gestor autorizado o bien para ser tratada en la instalación de depuración si la bodega cuenta con una gestión de vertidos in-situ.

La red de aguas pluviales suele discurrir por separado.

En el interior de la bodega puede disponer de una red separativa para ambos vertidos de fecales y residuales que se conducirán hasta una red general de recogida de todas las aguas residuales de la bodega o bien hasta su tratamiento depurativo.

Características del agua residual

El vertido de aguas residuales producidas en la elaboración de vino se caracteriza por un alto contenido en materia orgánica y que se trata de vertidos estacionales.

Origen del vertido

El mayor consumo de agua, y por tanto el momento en el que más aguas residuales se generan, se da en la época de vendimia, que es un periodo de 3 meses por campaña y comprende las operaciones de limpieza del tren de descarga, tolvas, depósitos de fermentación, prensas, suelos etc.

El segundo periodo comienza una vez terminado de fermentar el vino, y dura con más o menos intensidad casi todo el resto del año, con las operaciones de limpieza de tanques, tren de embotellado, barricas etc.

Composición estimada del vertido

La composición del vertido es diferente dependiendo del periodo de que se trate y de las técnicas de elaboración y productos utilizados de limpieza, de forma orientativa podemos indicar:

El sistema de tratamiento, se dimensionará para poder tratar las aguas residuales en el momento más desfavorable del proceso, es decir, durante la época de la vendimia.

3.6 Instalación de Aire Comprimido

La instalación de aire comprimido se diseña generalmente con el objetivo de suministrar aire comprimido filtrado, libre de aceite y deshumidificado en los caudales y las presiones requeridas en los diferentes puntos de consumos.

3.7 Instalación de Nitrógeno

En algunos casos donde se busca niveles altos de calidad, se instala un sistema de distribución de nitrógeno para inertizar el proceso, evitando así que el mosto entre en contacto con el oxígeno y prevenir oxidaciones del vino.

Se puede inertizar en el proceso de embotellado para eliminar el oxígeno contenido en la botella antes de llenar y taponar, así como durante el prensado neumático.

4 PLIEGO DE CONDICIONES DENOMINACION DE ORIGEN MADRID

1.- DENOMINACION QUE DEBE PROTEGERSE

Vinos de Madrid

2.- DESCRIPCIÓN DE LOS VINOS

Los vinos amparados por la Denominación de Origen Protegida (DOP) «Vinos de Madrid» son tintos, rosados y blancos, de las categorías de producto vitícola siguientes:

- Vino
- Vino espumoso de calidad

a Características analíticas.

TIPO DE VINO	Grado alcohólico adquirido mínimo (%)				Acidez total mínima (ác. tartárico) g/l	Acidez volátil		Anhídrido sulfuroso	
	Subzona	Subzona	Subzona	Subzona de El		Vinos con edad inferior	Vinos con edad	< 5 g/l azúcar	≥ 5 g/l azúcar
Blanco	10	11	11	11	≥3,5	0,80	1	180	250
Rosado y clareté	11	11,5	11,5	11,5				180	250
Tinto	11,5	12	12	12				150	200
Vino espumoso de calidad	10				5	0,6	160		
Vino sobremadre blanco	10	11	11	11	5	0,8	180		
Vino sobremadre tinto	11,5	12	12	12	5	0,8	150		

Los requisitos analíticos no expresados en este epígrafe se ajustan por defecto a las limitaciones legales, de conformidad con la legislación pertinente de la Unión Europea

b.- Características Organolépticas

- Vinos Blancos

- ASPECTO VISUAL: De colores amarillos pajizos pálidos con tonos de verdosos a grises o acerados en vinos jóvenes evolucionando a amarillos dorados u oro viejo en los blancos de crianza o reserva. En blancos fermentados o criados en barrica de roble de tonos amarillos pajizos evolucionando a tonos dorados con el envejecimiento.
- AROMA: Francos y principalmente afrutados, bien a frutos de pepita, de hueso, tropical o caramelizados. En vinos con envejecimiento y/o fermentados o criados en barrica de roble conjugados proporcionalmente a su edad con aromas especiados, balsámicos, minerales y/o maderas.
- SABOR: Gusto fresco, ligeramente ácido, dulce en el caso de los vinos semidulces y dulces. Untuosos y con dejes amargos. Ligeros y de persistencia media.

Vinos Rosados

- ASPECTO VISUAL: color rosa de tonalidad fresa o frambuesa o salmón pudiendo aparecer colores anaranjados con rosados de más de 2 años o sometidos a envejecimiento.
- AROMA: Francos, de carácter frutal de fruta roja y/o carácter floral y/o vegetal. En vinos de más de 2 años pueden combinarse proporcionalmente a su edad con aromas especiados.
- SABOR: Frescos, ligeramente ácidos, dulces en el caso de los semidulces o dulces. Untuosos con ligera tanicidad y persistencia media.

Vinos Claretos

- ASPECTO VISUAL; Color que va desde el fresa/frambuesa hasta el rojo cereza, que tiende al anaranjado en vinos de más de dos años.
- AROMA: Aromas de carácter frutal y floral que evolucionan a aromas especiados en vinos de más de dos años
- SABOR: Ligeramente ácidos y tánicos, con una cierta persistencia en boca y calidez. Dulces en el caso de vinos claretos dulces o semidulces.

Vinos Tintos

- ASPECTO VISUAL: Rojos de tonalidades violáceas a cereza en los vinos jóvenes, pudiendo presentar tonalidades del rubí a la teja cuando están sometidos a envejecimiento.
- AROMA: Francos, frutales y/o vegetales en los vinos jóvenes pudiendo contener aromas de madera en los vinos elaborados y envejecidos en barrica de roble. En los vinos sometidos a envejecimiento se pueden encontrar proporcionalmente al mismo, aromas o frutos secos, especias, hierbas aromáticas, aromas empireumáticos y/o minerales.

- SABOR: Tánicos, cálidos y persistentes. Frutales en el caso de los vinos jóvenes, con recuerdos a la barrica de roble en el caso de los vinos fermentados y/o criados en la misma. Dulces en el caso de vinos tintos dulces o semidulces.

Vinos Espumosos de Calidad

- ASPECTO VISUAL: Del amarillo pajizo pálido a ligeramente dorados correspondiendo a su edad. Burbuja fina, abundante y persistente. De coloración rosa fresa o salmón en el caso de los espumosos rosados.
- AROMA: Aromas frutales y microbiológicos.
- SABOR: Frescos, punzantes, y con cierta untuosidad en el caso de los rosados y dulces en el caso de los vinos con contenido en azúcar de más de 10 gr/l.

Vinos SOBREMADRE

Blancos

- ASPECTO VISUAL: Color amarillo pajizo y/o amarillo dorado.
- AROMA: Principalmente frutales y/o microbiológicos (levadura).
- SABOR: Secos, frescos, ligeramente untuosos y ligero gusto amargo.

Tintos

- ASPECTO VISUAL: De color rosa cereza o rojizo
- AROMA: Afrutados y/o microbiológico.
- SABOR: Frescos, frutales y con cierta untuosidad

3.- PRACTICAS ENOLOGICAS ESPECÍFICAS

a. Prácticas de cultivo

La densidad de plantación estará comprendida entre 900 y 4000 cepas por hectárea
La formación y poda será en vaso o en espaldera con una carga máxima de 16 yemas productivas por cepa o de 36.000 por Ha siendo el máximo permitido por hectárea de 36.000 yemas, en cualquier caso.

prácticas enológicas específicas

La vendimia se efectuará con el mayor esmero, dedicando exclusivamente a la elaboración de los vinos protegidos la uva sana, con el grado de madurez necesario y desechando toda aquella que no esté en perfectas condiciones.

Las uvas aptas para producir los vinos de la Denominación de Origen Protegida tendrán un contenido en azúcares igual o superior a 170 gramos por litro de mosto. El rendimiento máximo queda fijado en 74 litros de vino por cada 100 kg de uva.

elaboración de los diferentes tipos de vino

Elaboración de Vinos Espumosos de Calidad

Los vinos espumosos se elaborarán a partir de vino blanco y rosado.

Podrán destinarse a esta elaboración únicamente las variedades de uva Malvar, Albillo, Torrontés, Viura, Parellada, Garnacha Tinta y Tinto Fino. La cantidad máxima de sacarosa que puede ser fermentada será de 25 gramos por litro de vino base.

El proceso de elaboración será por el Método Tradicional: Se denomina "tiraje" a la operación de llenado de las botellas con el vino base y el licor de tiraje. Para la preparación del "licor de tiraje" únicamente podrán utilizarse, además de levaduras secas o en suspensión vínica, sacarosa y mosto de uva concentrado rectificado o no, mosto de uva parcialmente fermentado y vino base. La adición del licor de tiraje al vino base, no deberá originar el comienzo de la fermentación alcohólica en depósito abierto. La incorporación del licor de tiraje no puede aumentar el grado alcohólico volumétrico total del vino base en más de 1,5% vol. efectuado el tiraje y cerradas las botellas, éstas se colocan en los locales de crianza, en posición horizontal, denominada "en rima", efectuándose en esta fase la fermentación y toma de espuma y posterior crianza. Concluida la fase de "rima" la botella es sometida a un proceso de remoción, hasta conseguir que todo el sedimento, quede perfectamente aglomerado en el cuello de la misma, manteniéndose en dicha posición, denominada "botellas en punta", hasta el momento de proceder a su degüelle. El degüelle consiste en la eliminación de las lías depositadas en el cuello de la botella, debiendo quedar el vino, después de la operación, perfectamente brillante, sin muestra de sedimento alguno. Inmediatamente se realizará el relleno de cada botella para restablecer el volumen inicial, mediante la adición del mismo vino espumoso y en su caso del licor de expedición, siendo cerrada la botella con el tapón de corcho definitivo, también denominado "de expedición". El "licor de expedición" podrá estar compuesto de: sacarosa, mosto de uva, mosto de uva parcialmente fermentado, mosto de uva concentrado, mosto de uva concentrado rectificado, vino base, o una mezcla de dichos productos, con adición en su caso, de destilado de vino. La incorporación de licor de expedición no podrá aumentar el grado alcohólico adquirido en más de 0,5% vol. Todo el proceso de elaboración, desde el tiraje hasta el degüelle, ambos inclusive, deberá transcurrir en la misma botella. La duración del proceso de elaboración del vino espumoso natural, que comprende, desde el momento del tiraje hasta el degüelle no podrá ser inferior a nueve meses.

Elaboración de Vinos Sobremadre

Podrán llevar el término tradicional Sobremadre, aquellos vinos blancos y tintos que,

como consecuencia de su especial elaboración, contengan gas carbónico de origen endógeno, procedente de la propia fermentación de los mostos con sus madres. Se entiende por madres, la uva despalillada y estrujada.

Debido a las características perseguidas para este tipo de elaboración, permanecerán en el envase junto a las madres, con un mínimo de un 25% de las mismas, una vez finalizada la fermentación, con ausencia de trasiegos, salvo el que preceda al embotellado.

El tiempo máximo de permanencia de las madres con el vino, en ningún caso será superior a 180 días y con un mínimo de 90 días.

Queda prohibido el empleo de gas carbónico en el proceso de elaboración, filtración y trasiegos isobáricos de estos vinos.

Elaboración de Vinos Claretos d. Restricciones

Para la extracción de mosto de uva fresca en elaboración en virgen, o de vino de los orujos fermentados en elaboraciones en tinto, en los procesos de obtención de los productos aptos para ser amparados por la Denominación de Origen Protegida «Vinos de Madrid», sólo podrán ser utilizados sistemas mecánicos que no dañen los componentes sólidos del racimo; en especial, quedará prohibido el empleo de máquinas estrujadoras de acción centrífuga de alta velocidad.

En la elaboración de vinos con Denominación de Origen Protegida «Vinos de Madrid» no se podrán utilizar técnicas de precalentamiento de la uva o calentamiento de los mostos o de los vinos en presencia de orujos tendentes a forzar la extracción de la materia colorante.

4.- DELIMITACION GEOGRAFICA

La zona de producción de vinos amparados por la Denominación de Origen Protegida «Vinos de Madrid» está constituida por los terrenos ubicados en los términos municipales de la Comunidad de Madrid citados a continuación y que componen las subzonas de Arganda, Navalcarnero, San Martín de Valdeiglesias y El Molar:

Subzona Arganda

Ámbito, Aranjuez, Arganda del Rey, Belmonte de Tajo, Brea del Tajo, Campo Real, Carabaña, Colmenar de Oreja, Chinchón, finca "El Encía" (Alcalá de Henares), Estremera, Fuentidueña de Tajo, Getafe, Loeches, Mejorada del Campo, Morata de Tajuña, Nuevo Baztán, Olmeda de las Fuentes, Orusco, Perales de Tajuña, Pezuela de las Torres, Pozuelo del Rey, Tielmes, Titulcia, Torres de la Alameda, Valdaracete, Valdelaguna, Valdilecha, Villaconejos, Villamanrique de Tajo, Villar del Olmo y

Villarejo de Salvanes.

Subzona Navacarnero

El Alamo, Aldea del Fresno, Arroyomolinos, Batres, Brunete, Fuenlabrada, Griñón, Humanes de Madrid, Moraleja de Enmedio, Móstoles, Navacarnero, Parla, Serranillos del Valle, Sevilla la Nueva, Valdemorillo, Villamanta, Villamantilla, Villanueva de la Cañada y Villaviciosa de Odón.

Subzona San Martin de Valdeiglesias

Cadalso de los Vidrios, Cenicientos, Colmenar del Arroyo, Chapinería, Navas del Rey, Pelayos de la Presa, Rozas de Puerto Real, San Martín de Valdeiglesias y Villa del Prado.

Subzona El Molar

Colmenar Viejo, El Molar, El Vellón, Patones de Arriba, Pedrezuela, San Agustín de Guadalix, Talamanca del Jarama, Torrelaguna, Torremocha del Jarama, Valdetorres del Jarama y Venturada.

5.- RENDIMIENTOS MAXIMOS

Producción Máxima por Hectárea

- Producción máxima admitida para las variedades blancas: 8.000 Kg/Ha. Equivalente a 59,2 Hl/Ha.
- Producción máxima admitida para las variedades tintas: 7.000 Kg/Ha. Equivalente a 51,8 Hl/Ha.

6.- VARIEDAD O VARIEDADES DE VID

Blancas: Malvar, Albillo Real, Airén, Macabeo Viura, Torrontés (Alarije), Parellada, Moscatel de grano menudo, Sauvignon Blanc, Garnacha Blanca.

Tintas: Tinto Fino (Tempranillo), Garnacha Tinta, Merlot, Cabernet-Sauvignon, Syrah, Petit Verdot, Graciano, Negral (Garnacha Tintorera) y Listan Prieto.

Principales Subzona de Arganda

- **Blancas:** Malvar.
- **Tintas:** Tinto Fino (Tempranillo).

Principales Subzona de Navacarnero

- **Blancas:** Malvar.
- **Tintas:** Garnacha Tinta.

Principales Subzona de San Martin de Valdeiglesias

- **Blancas:** Albillo Real.
- **Tintas:** Garnacha Tinta.
-

Principales Subzona de El Molar

- **Blancas:** Malvar.
- **Tintas:** Garnacha Tinta.

7.- VINCULO CON ZONA GEOGRAFICA

Datos zona geográfica

- **Factores naturales.**

La provincia de Madrid está delimitada en su lado Norte y Oeste por el Sistema Central español, una gran afloración granítica que se eleva hasta los 2.400 m. de altitud y que es el corte vertical que separa Madrid de Castilla-León. Por el lado este nos encontramos con la "Alcarria", meseta de cierta altitud (en torno a 700 m) de baja o nula fertilidad y de clima severo, que hace de separación natural con la meseta Castellano-Manchega. Por el sur, el río Tajo marca la frontera natural de la provincia. Madrid está surcada por seis vías fluviales principales de la vertiente del Tajo, atravesando la provincia de norte a sur: el Alberche, el Guadarrama, el Manzanares, el Jarama, el Henares y el Tajuña, marcando las zonas de aclimatación del viñedo en el centro geodésico de la península ibérica. La subzona de San Martín de Valdeiglesias, entre el sistema central y el río Alberche, la subzona de Navalcarnero, entre el río Alberche y el río Guadarrama; la subzona de El Molar entre el Sistema Central y el Río Jarama, y la subzona de Arganda entre este último y el Tajo, conteniendo los tres últimos afluentes mencionados.

Los suelos y el clima del viñedo madrileño vendrán determinados por estas circunstancias del medio físico:

En la subzona Arganda, predominan las formaciones sedimentarias, con altos contenidos en caliza (carbonatos), así como áreas de margas yesíferas, sosteniendo pHs básicos (entre 7,5 y 8,5). Aquí se encuentran los suelos más fuertes, normalmente con textura franca o franco-arcillosa. Dentro de esta subzona, el viñedo se ubica en tres unidades orográficas concretas: en las vegas y llanuras aluviales de los ríos que la surcan (Jarama, Tajuña y Tajo, así como de sus tributarios); en terrazas (rañas) y laderas formadas por la erosión de dichos ríos; y en zonas de páramo, elevaciones más o menos llanas en los territorios comprendidos entre los ríos.

Los suelos de la subzona Navalcarnero también son sedimentarios, vinculados a la acción del río Guadarrama, aunque su naturaleza es bien distinta, pues son de origen silíceo. La textura franco arenosa es la más común en esta subzona, con pH ácidos ó próximos a la neutralidad (entre 5,5 y 7,5). El viñedo aquí se sitúa en campiñas y en áreas de vega.

Los suelos de La subzona de San Martín de Valdeiglesias están íntimamente relacionados con la geología del Sistema Central, eminentemente granítica, donde también aparecen gneises y rocas filonianas. El viñedo se asienta en laderas y piedemontes de las inmediaciones del sector más oriental de la Sierra de Gredos, así como en las llanuras aluviales del río Alberche. Al igual que la subzona de Navalcarnero, los pH son ácidos o neutros (entre 5,5 y 7,5), con ausencia total de carbonatos y con una textura franco-arenosa predominante.

Los suelos de la Subzona de El Molar están desarrollados sobre materiales geológicos de tipo granitos, cuarcitas, pizarras, esquistos, gneises, areniscas, margas, margocalizas, calizas y arcosas. El viñedo en esta Subzona se sitúa en campiñas y en zonas aluviales del río Jarama y sus suelos son un compendio de los suelos encontrados en las tres Subzonas anteriormente citadas, esto es, elevaciones más o menos llanas en los territorios comprendidos entre los ríos (en las cuatro Subzonas se da esta circunstancia). La horquilla de pH en este caso es muy amplia, de muy ácidos a muy básicos.

La altitud de los viñedos acogidos a la Denominación de Origen está comprendida entre 480 y 1.000 metros sobre el nivel del mar. Las cotas más bajas se encuentran en zonas de vega (Aldea del Fresno, Aranjuez, Titulcia y Villa del Prado), mientras que las más altas están vinculadas a las zonas de la Sierra (Cenicientos, Rozas de Puerto Real y Cadalso de los Vidrios, el Vellón y Colmenar Viejo).

Las condiciones climáticas en el área comprendida por la Denominación de Origen se corresponden con las propias de un clima mediterráneo continental. Dentro de esta caracterización, cada una de las subzonas tiene un comportamiento climático propio. En cuanto al régimen de precipitaciones, San Martín y El Molar son las subzonas más lluviosas, debido a la influencia de la Sierra, con una precipitación media anual de 658 mm, seguida de Navalcarnero, con 529 mm y la más seca Arganda, con 461 mm. En cuanto al régimen de temperaturas, la subzona que presenta valores máximos y mínimos absolutos más extremos es Arganda, por la influencia de las vegas, oscilando desde 40°C hasta -17 °C.

Comparando las temperaturas medias mensuales registradas en las cuatro subzonas se observan pocas diferencias. El número de horas de sol que se reciben en la zona de producción oscila entre 2.300 y 2.800 horas.

- Factores **Humanos**.

Estas condiciones edafoclimáticas han determinado unos factores humanos con un

manejo concreto del viñedo, que tradicionalmente se ha venido cultivando en vaso, en secano, con densidades de plantación bajas en general, mantenimiento del suelo por laboreo y un bajo número de tratamientos fitosanitarios.

Asimismo, las variedades locales han otorgado singularidad a las cuatro subzonas.

En cuanto a las variedades blancas, la autóctona Malvar en Arganda y Navalcarnero y El Molar y la tradicional Albillo en San Martín. En lo que se refiere a las variedades tintas, las reinas son la Tempranillo (Tinto Fino o Tinto de Madrid) en Arganda y la Garnacha en Navalcarnero, El Molar y San Martín.

En cuanto a las prácticas de elaboración tradicional hay que destacar los vinos “sobremadre”, que se embotellan con ausencia de trasiegos, después de permanecer en contacto con las “madres” (uva estrujada y despalillada) durante todo el proceso vinificación.

Datos del producto.

Todos estos factores climáticos, edafológicos, varietales y humanos otorgan unas características muy singulares a las producciones vitivinícolas de la Denominación: normalmente bajos rendimientos (producción media por hectárea en torno a 3.000 Kg. de uva), vinos con una alta graduación alcohólica media (14º para los vinos tintos y 12, 5º para los blancos), con una acidez media-baja, con elevado color en los vinos tintos, sensaciones olfativas de fruta madura o muy madura, en muchos casos acomptada, en vinos blancos habitualmente con recuerdos a pera y manzana, en rosados y tintos de fruta roja y negra. Sensaciones gustativas minerales y recuerdos aromáticos de monte bajo en las zonas de la sierra y madurez frutal tanto gustativa como aromática en las zonas calizas del Sureste.

Interacción causal.

Las características físicas del ámbito geográfico, unidas a las condiciones climáticas (meseta de cierta altitud y vías fluviales, clima continental, escasa pluviometría, suelos austeros con producciones medias por hectárea en torno a los 3.000 kg.), conllevan la obtención de unos vinos blancos, secos, untuosos y con dejes amargos, con recuerdos a fruta blanca madura y con acidez media-baja; Confieren asimismo unos vinos rosados y tintos de altas graduaciones alcohólicas y coloraciones, con recuerdos a frutos rojos o negros y maduros o sobremaduros.

Los espumosos (blancos y rosados), continúan con los elementos diferenciadores de la zona (factores edafoclimáticos propios), y culturales y humanos (porte, densidad de plantación, variedades, prácticas culturales, acidez total mínima de 5g/l) que le confieren sus específicos detalles visuales, olfativos – recuerdo a sus lías- y gustativos. Fruto de su especial elaboración por el método tradicional son espumosos suaves y cremosos, aúnan los aromas y sabores de los

vinos de la zona geográfica. Con el resultado de su segunda fermentación en botella, su sobrepresión y envejecimiento sobre lías de fermentación que le reporta les otorga una burbuja fina y persistente, aroma frutal y microbiológico, y gusto fresco y punzante.

Estas características naturales del entorno geográfico combinado durante siglos con la paciente labor del viticultor y la armonía conseguida al plantar la variedad adecuada en el suelo conveniente, da como resultado un vino de calidad con identidad propia.

Estas características edafoclimáticas y su situación geográfica han hecho que estas zonas vitivinícolas hayan tenido a lo largo de la historia constatación de producciones importantes y reconocidas.

Del siglo XIII, datan las primeras noticias documentadas de la existencia de vino refutado en la demarcación actual geográfica de Madrid. Se trata de una disputa por la posesión de un viñedo entre unos monjes y el señor feudal, que fue resuelta por el arbitraje del rey, concretamente en el término municipal de Pelayos de la Presa, actualmente en la subzona de San Martín.

La producción de vino en Madrid fue cobrando importancia durante los siglos XIII y XIV, en los que comienza a tomar cuerpo la “denominación” Vinos de Tierra de Madrid. Pero también las instituciones municipales, los Concejos, explotaban sus propias viñas. En la ciudad de Madrid, como en otras castellanas, unos oficiales municipales llamados “viñaderos” eran los encargados de la custodia de las viñas del Concejo.

Los vinos madrileños llegan al siglo XV con un aura de prestigio, plasmado ya en citas literarias, como las del Arcipreste de Hita.

En la segunda mitad del siglo, la autoridad municipal tuvo que dictar medidas proteccionistas, bien por abundancia de la producción de la ciudad, bien por la venta fraudulenta de vinos de otras procedencias.

En la segunda mitad del siglo XV, comienza también a fraguarse el prestigio de los vinos de San Martín de Valdeiglesias, que perduraría durante los siglos siguientes. En esas fechas estos vinos son citados por su existencia y prestigio por muchos autores, como Jorge Manrique, Francisco de Rojas, Miguel de Cervantes, Juan Ruiz de Alarcón y Lope de Vega entre otros.

Madrid llega al siglo XX con más de 60.000 hectáreas de viñedo, hasta que en 1914 se detecta por vez primera la filoxera en San Martín de Valdeiglesias. La plaga se extiende rápidamente, arruinando el viñedo madrileño y provocando un cambio sustancial en sus vinos.

La historia de lo que podríamos denominar el nuevo vino de Madrid arranca en 1984, con el reconocimiento de la Denominación Específica Vinos de Madrid y en marzo de 1986 el Ministerio de Agricultura aprueba de Denominación Específica Vinos de Madrid. Por fin,

en noviembre de 1990 queda reconocida oficialmente la Denominación de Origen Vinos de Madrid.

8.- DISPOSICIONES APLICABLES

- Requisitos adicionales

La elaboración, almacenamiento, envejecimiento, embotellado y etiquetado de vinos con DOP Vinos de Madrid se realizará en instalaciones de bodegas ubicadas en las unidades poblacionales que figuran en la zona de producción amparada, establecida en el apartado 4 del presente Pliego de Condiciones.

Los operadores que produzcan uva destinada a vino acogido a la DOP Vinos de Madrid, elaboren almacene o embotellen dicho vino deberán inscribir sus viñas e instalaciones en alguno de los siguientes registros:

- a) Registro de Viñas.
- b) Registro de Bodegas de Elaboración.
- c) Registro de Bodegas de Crianza.
- d) Registro de Bodegas de Almacenamiento.
- e) Registro de Plantas Embotelladoras.

En las bodegas inscritas en los distintos Registros no podrá realizarse la elaboración, almacenamiento o manipulación de uvas, mostos o vinos obtenidos de superficies vitícolas situadas fuera de la zona de producción de la Denominación

Con objeto de poder controlar la producción, elaboración y existencias, así como las calidades, tipos y cuanto sea necesario para poder acreditar la autenticidad de los vinos amparados, las personas físicas o jurídicas titulares de las viñas y bodegas vendrán obligadas a presentar, ante el Consejo Regulador, las siguientes declaraciones:

- a) Todas las firmas inscritas en el Registro de Viñas presentarán una vez acabada la vendimia, y en todo caso, antes del 30 de noviembre de cada año, declaración de la cosecha obtenida en cada una de las viñas inscritas, indicando el destino de la uva y, en caso de venta, el nombre del comprador. Si producen diferentes tipos de uva, deberán declarar la cantidad obtenida de cada una de ellas. Las cooperativas, y asociaciones de viticultores podrán tramitar en nombre de sus asociados las citadas declaraciones.
- b) Todas las firmas inscritas en el Registro de Bodegas de Elaboración deberán declarar antes del 15 de diciembre la cantidad de mosto y vino obtenido, especificando los diversos tipos que elaboren. Será necesario consignar la procedencia de la uva y el destino de los productos que se vendan, indicando comprador y cantidad. En tanto tengan existencias, deberán

declarar mensualmente las ventas efectuadas, así como las compras, si las hubiere, dentro de los diez primeros días de cada mes.

- c) Las firmas inscritas en los Registros de Bodegas de Almacenamiento, de Crianza y de Plantas Embotelladoras, presentarán, dentro de los diez primeros días hábiles de cada mes, declaración de entradas y salidas de productos habidas en el mes anterior, indicando la procedencia de los vinos adquiridos. En todo caso se diferenciarán los diferentes tipos de vinos y las inscritas en el Registro de Bodegas de Crianza presentarán por separado la declaración correspondiente a estos vinos.
- d) Otras declaraciones complementarias que solicite el Consejo Regulador en orden a establecer un más estricto seguimiento de la producción y elaboración de los productos sometidos a su control.

- Excepciones a la aplicación de los rendimientos máximos

El rendimiento máximo por hectárea podrá ser modificado en determinadas campañas por el Consejo Regulador, a iniciativa propia o a petición de los viticultores interesados, previo informe de los órganos competentes en la materia, que recabarán, al efecto, los informes técnicos pertinentes, que evidencie que tal variación no va a incidir negativamente en la calidad del producto amparado. En cualquier caso, tal modificación no podrá realizarse por encima del 25 por 100 del límite fijado.

- Disposiciones adicionales al embotellado

El embotellado y expedición de los vinos de la Denominación de Origen Protegida "Vinos de Madrid" se realizará exclusivamente en embotelladoras autorizadas por el Consejo Regulador ubicadas en la zona de producción, como medio de preservar las características físico-químicas y organolépticas particulares del producto, protegiendo su calidad y renombre vinculados a la Denominación, basados en la experiencia y el saber hacer tradicional de los operadores de la zona protegida unidos a un sistema muy fiable de control.

El embotellado se realizará en botellas de vidrio con capacidades autorizadas por la legislación vigente.

- Disposiciones adicionales relativas al etiquetado

Antes de la puesta en circulación, las etiquetas comerciales, propias de cada bodega inscrita, deben ser comunicadas al Consejo Regulador, en lo que se refiere a los requisitos que se relacionan en este pliego para su inclusión en el Registro de etiquetas.

Figurará obligatoriamente en ellas la mención: «Vinos de Madrid Denominación de Origen» y «Vinos de Madrid Denominación de Origen Protegida», o en su lugar «Vinos de Madrid DO» o «Vinos de Madrid DOP» además de los datos que con carácter general se determinen en la legislación aplicable. Los vinos para consumo, irán provistos de precintas de garantía, etiquetas o contraetiquetas numeradas, expedidas por el Consejo Regulador, que deberán ser colocadas en la propia bodega y de acuerdo con las normas que determine dicha entidad, siempre y de forma que no permita una segunda y posterior utilización.

Indicaciones facultativas:

Términos tradicionales [artículo 112, letra b) del Reglamento (UE) nº 1308/2013] y menciones facultativas:

- Términos tradicionales: «Crianza», «Reserva», «Gran Reserva», «Añejo», «Rancio», «Viejo».
 - «Crianza», vinos tintos con un período mínimo de envejecimiento de veinticuatro meses, de los que, al menos, seis habrán permanecido en barricas de madera de roble de capacidad máxima de 330 litros y vinos blancos y rosados con un período mínimo de envejecimiento de dieciocho meses, de los que, al menos, seis habrán permanecido en barricas de madera de roble de la misma capacidad máxima.
 - «Reserva» vinos tintos con un período mínimo de envejecimiento de treinta y seis meses, de los que habrán permanecido, al menos, doce en barricas de madera de roble de capacidad máxima de 330 litros, y en botella el resto de dicho período y vinos blancos y rosados con un período mínimo de envejecimiento de veinticuatro meses, de los que habrán permanecido, al menos, seis en barricas de madera de roble de la misma capacidad, y en botella el resto de dicho período.
 - «Gran Reserva», vinos tintos con un período mínimo de envejecimiento de sesenta meses, de los que habrán permanecido, al menos, dieciocho en barricas de madera de roble de capacidad máxima de 330 litros, y en botella el resto de dicho período y vinos blancos y rosados con un período mínimo de envejecimiento de cuarenta y ocho meses, de los que habrán permanecido, al menos, seis en barricas de madera de roble de la misma capacidad máxima, y en botella el resto de dicho período.
 - «Añejo», «Rancio», «Viejo», siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos en E- Bacchus. Características analíticas específicas: acidez volátil máxima de 1,2 gr/l en ácido acético.

- Menciones facultativas según el método de elaboración:
 - «Barrica», «Criado en Barrica», «Envejecido en Barrica», «Fermentado en barrica», «Roble», «Criado en Roble», «Envejecido en roble», en aplicación de lo dispuesto en el artículo 58.3 del Reglamento (UE) 2019/33,

Cuando se haga uso de la mención barrica o se haga referencia, deberá indicarse en las

informaciones relativas al vino en cuestión el periodo de tiempo, en meses o años, que ha permanecido en tales recipientes de madera, cuya capacidad máxima deberá ser de 600 litros. Podrá utilizarse la indicación «Fermentado en barrica» siempre que la fermentación del vino haya tenido lugar en los recipientes citados, sin que sea preciso indicar en este caso el periodo de tiempo de permanencia.

Cuando se haga uso de la mención roble o se haga referencia, deberá indicarse en las informaciones relativas al vino en cuestión el periodo de tiempo, en meses o años, que ha permanecido en recipientes de madera de esa especie, cuya capacidad máxima deberá ser de 600 litros.

- «Clarete», cuando cumpla con los requisitos de elaboración establecidos en el apartado 3.c) y las características analíticas y organolépticas del apartado 2 a y b) del presente Pliego de Condiciones.
- «Sobre lías», se podrá utilizar cuando por trazabilidad se demuestre que el vino ha sido elaborado de dicha forma o empleando dicha técnica. Deberá indicarse el periodo de tiempo, en meses, que ha permanecido en el recipiente sobre las lías.
- Indicación del contenido en Azúcar Residual, en vinos tranquilos (art 52, y Anexo III parte B del Reglamento Delegado (UE) 2019/33 de la Comisión

Condición específica de elaboración: vinos obtenidos única y exclusivamente, por parada fermentativa.

Contenido de azúcar expresado en gramos por litro de glucosa más fructosa.

- Secos: < 4 g/l o < 9 g/l cuando, la acidez total expresada en gramos de ácido tartárico por litro no sea inferior en más de 2 gramos al contenido de azúcar residual.
- Semisecos: < 12 g/l o < 18g/l cuando el contenido de acidez total expresada en gramos de ácido tartárico por litro no sea inferior en más de 10 gramos al contenido de azúcar residual.
- Semidulces: Si su contenido de azúcar supera el máximo

autorizado, pero no es superior a 45 gramos por litro.

- Dulces: Si su contenido de azúcar es igual o superior a 45 gramos por litro.

Si el contenido de azúcar del producto, expresado en fructosa y glucosa, justifica el uso de dos de estos términos, sólo uno de ellos podrá ser empleado.

- o Menciones facultativas según las características del viñedo:
 - Podrán etiquetarse con la mención «Vino de Altitud», o «Vino de Altura», los vinos en que el 100% de la uva proceda de viña con una altitud igual o encima de los 800 metros sobre el nivel del mar.
 - Podrán etiquetarse con la mención «Vino de cepas viejas» o «Vino de viñedos viejos», los vinos en que el 100% de la uva proceda de viña con más de 35 años, y cualquier renovación de la misma (reposición de marras, replantaciones parciales, densificación del marco...) se ha hecho injertando con material del mismo origen genético de las cepas viejas, o bien directamente por acodo o estaquillado a pie franco de la propia cepa vieja, siempre que la reposición no supere el 5%.
 - Podrán etiquetarse con la mención «Viñedos Centenarios», los vinos en que el 100% de la uva proceda de viña con más de 100 años y cualquier renovación de la misma se ha hecho injertando con material del mismo origen genético de las cepas centenarias o bien por acodo o estaquillado a pie franco de la propia cepa centenaria, siempre que la reposición no supere el 5%.

En la zona delimitada de la Denominación de Origen Protegida Vinos de Madrid, se reconocen los siguientes tipos de unidades

geográficas
menores:

- SUBZONAS: sus nombres y delimitaciones se contemplan en el punto 4 de este pliego de condiciones.
- COMARCA O ZONA SUPRAMUNICIPAL. Es un área supramunicipal reconocida con independencia de la pertenencia administrativa, y que puede venir dada por la orografía (cadena montañosa, valle, cuenca, planicie) o algún otro elemento identitario que emana de la naturaleza.

El 85% de uvas con las que se haya elaborado el vino provenga de dicha comarca o zona supramunicipal. Deberá figurar en la etiqueta de la siguiente manera: “Vino de la comarca de [nombre reconocido de la comarca]”

Se reconoce como “comarca”, en la Subzona San Martín de Valdeiglesias, la “Sierra de Gredos” integrada por los municipios de: Cenicientos, Cadalso de los Vidrios, Rozas de Puerto Real, San Martín de Valdeiglesias, Pelayos de la Presa y Villa del Prado.

- PUEBLO. Su delimitación abarca la de cualquiera de los términos municipales indicados en el punto 4 de este pliego de condiciones, y puede identificarse con el nombre del municipio o del núcleo poblacional aislado donde se encuentre el viñedo (pedanía, parroquia, aldea).
El 85% de uvas con las que se haya elaborado el vino provenga de dicho pueblo. Deberá figurar en la etiqueta de la siguiente manera: “Vino de pueblo de [nombre reconocido del término municipal, pedanía, parroquia]”
Se reconoce como “pueblo”, además de los nombres de los términos municipales del mencionado punto 4, los de los núcleos poblacionales recogidos oficialmente.
- PARAJE. Corresponde al área identificada por un toponímico dentro del término municipal que obedece al uso y costumbre tradicional y que está reflejado en el Registro de Viñas del Consejo Regulador.
El 95% de uvas con las que se haya elaborado el vino provenga de dicho paraje. Deberá figurar en la etiqueta de la siguiente manera: “Vino de paraje de [nombre reconocido del paraje]”
- PARCELA. Corresponde a la unidad registrada como tal y delimitada, en el registro vitícola de la Comunidad Autónoma de Madrid.
El 100% de uvas con las que se haya elaborado el vino provenga de dicha parcela. Deberá figurar en la etiqueta de la siguiente manera: “Vino de parcela”

9.- CONTROLES

a. Autoridades u organismo de control competentes y métodos de control

La autoridad competente es la Dirección General de
Agricultura y Ganadería Consejería de Medio
Ambiente, Vivienda y Agricultura
Calle Alcalá, 16 28014 MADRID
Teléfono: 91 438 26 36
Fax: 91 438 29 87
Correo electrónico: dgagriculturayganaderia@madrid.org

La verificación del cumplimiento de lo especificado en el presente pliego de condiciones

corresponde a:

Consejo Regulador de la DOP "Vinos de Madrid"

Dirección: Ronda de Atocha, 7 – Bajo 28012

Madrid, España Teléfono: 915 34 85 11

Fax: 915 53 85 74

Correo electrónico: secretaria@vinosdemadrid.es

<https://vinosdemadrid.es/>

b.Tareas

i) Alcance de los Controles

El Consejo Regulador de la DO «Vinos de Madrid», tiene identificada en su estructura un Órgano de Control, que actúa como entidad de certificación de producto, de acuerdo al cumplimiento de la norma específica de referencia (UNE-ENISO/IEC 17065:2012 o norma que la sustituya) y verifica, mediante controles a viticultores y a bodegas, el cumplimiento de los requisitos establecidos en el pliego de condiciones de la DO «Vinos de Madrid».

Los controles se completan con la toma de muestras de producto calificado como DO por los operadores, para la realización de ensayos físico-químicos y organolépticos.

ii) Metodología de control

El Órgano de Control, elaborará el plan de control continuo, entendiendo como tal el cronograma del conjunto de controles planteados anualmente para la verificación de todos los requisitos definidos en el Pliego de Condiciones, todo ello sin perjuicio de los controles derivados de la existencia de indicios de irregularidad

El Plan de Control Anual comprenderá las siguientes actuaciones:

- control de viticultores
- visitas de control y verificación a las bodegas
- toma de muestras de producto para realización de ensayos

***ANEXO 3: METODOLOGIA PARA EL MODELO DE PREDICCIÓN DE
SOSTENIBILIDAD EN PYTHON***

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	METODOLOGÍA DE TRABAJO	4
1.1	Recopilación	4
1.2	Diseño de formulario de sostenibilidad y recopilación de datos	4
1.3	Tratamiento de los datos	5
2	CONCEPTOS GENERALES DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO	6
2.1	Principios del aprendizaje automatizado (Machine Learning)	6
2.2	Ejemplos de Aplicaciones del Machine Learning	7
3	DESARROLLO DEL MODELO PREDICTIVO	8
3.1	Procesamiento de los datos	9
3.2	Selección del modelo	10
3.3	Script del modelo en Spyder	11
3.4	Evaluación del modelo	12
3.5	Coefficientes logísticos	13
4	MODELO DEL FORMULARIO	18
4.1	ESTADÍSTICAS OBTENIDAS	25
4.2	Análisis de las estadísticas	40

Tabla 1	Principios clave del machine learning Fuente: Curso Python LavegaInnova	6
Tabla 2	Ejemplos de aplicaciones del machine learning Fuente: Google Gemini	7
Tabla 3	Cuadro resultante de los coeficientes Beta del modelo Fuente: Elaboración propia	13
Tabla 4	Tabla recapitulativa de las preguntas y opciones de respuesta del formulario enviado a las bodegas Fuente: Elaboración propia	18
Tabla 5	Consumos de la bodega en función de su producción Fuente: Elaboración propia	44

Figura 1	Esquema distintos tipos de Aprendizaje automático Fuente: Curso Python Lavegainnova	6
Figura 2	Visualización de la división de la muestra para entrenamiento del modelo Fuente: Curso Python LavegaInnova	9
Figura 3	Visualización gráfica de la validación cruzada Fuente: Curso Python Lavegainnova	10

Figura 4 Script del modelo de predicción Fuente: Elaboración propia	11
Figura 5 Script del modelo de predicción Fuente: Elaboración propia	11
Figura 6 Script en Python de evaluación del modelo Fuente: Elaboración propia	12
Figura 7 Conjunto de estadísticas de respuesta de las preguntas del formulario Fuente: Google forms	25
Figura 8 Conjunto de estadísticas de respuesta de las preguntas del formulario Fuente: Google forms	25
Figura 9 Diagrama Pareto de los tipos de bodega según su producción	40
Figura 10 Porcentaje de bodegas con o sin certificación según su tamaño Fuente: Elaboración propia	41
Figura 11 Cantidad de bodegas encuestadas en relación a su tamaño y certificación ISO 14.001 Fuente: Elaboración propia	42
Figura 12 Relación entre el tamaño de la bodega según sus trabajadores y la certificación ISO 14:001 Fuente: Elaboración propia	43
Figura 13 Relación entre el rango de consumo eléctrico y el tipo y grado de uso de energías renovables. Fuente: Elaboración propia	45
Figura 14 Diagrama de burbujas relacionando el consumo eléctrico con el uso de renovables y tipo de consumo Fuente: Elaboración propia	46

1 METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología propuesta se enfoca en la evaluación del desempeño ambiental en bodegas, en consonancia con la estrategia "Farm to Fork" (F2F) de la Unión Europea y los principios de la norma ISO 14001, así como los marcos de certificación relevantes como SWfCP (Sustainable Wineries for Climate Protection), y los hallazgos de los estudios previos. Este enfoque tiene como objetivo cuantificar y predecir aspectos de sostenibilidad ambiental, excluyendo deliberadamente la seguridad alimentaria en esta fase.

1.1 Recopilación

La fase de recopilación de datos se ha llevado a cabo mediante la distribución de un cuestionario estructurado a un universo de más de 200 bodegas ubicadas en España. A pesar de una respuesta limitada a solo 11 participantes, estos datos se utilizarán para validar la pertinencia del cuestionario y explorar tendencias preliminares.

El cuestionario ha sido desarrollado a través de Google Forms. El formulario en cuestión se presenta en este Anexo. El cuestionario distribuido mediante correo electrónico es el medio principal para la recolección de información estandarizada.

La distribución se ha dirigido a bodegas de diversas tipologías y escalas en todo el territorio español, buscando una representación de las prácticas ambientales existentes.

Con el modelo definido se harán las predicciones con el caso de estudio de una bodega de Navas del Rey con producción anual de 100.000L anuales. Se realiza una predicción en base a los resultados del formulario antes de implementar medidas correctoras y después de la implementación de las medidas diseñadas. Se obtendrá la predicción si sí o no se obtendría la certificación de la ISO 14.001 y la probabilidad de certificación.

El objetivo es desarrollar el modelo en PYTHON para uso futuro mejorándolo con datos que actualicen la exactitud del modelo.

1.2 Diseño de formulario de sostenibilidad y recopilación de datos

El formulario de sostenibilidad ha sido meticulosamente diseñado para capturar datos cuantitativos y cualitativos relativos a la gestión ambiental de las bodegas.

El diseño del cuestionario se ha fundamentado en la estrategia "Farm to Fork" (F2F), los requisitos de la norma ISO 14001:2015 (Sistemas de Gestión Ambiental), y las directrices de certificaciones específicas del sector como WFCP. Asimismo, se han integrado conocimientos derivados de los artículos de investigación proporcionados, que detallan estructuras de cuestionarios sobre desempeño ambiental.

El formulario incluye preguntas cerradas (dicotómicas, de opción múltiple), y el uso predominante de escalas para cuantificar la percepción y la implementación de las prácticas ambientales. Las preguntas abordan áreas críticas como:

- Consumo de recursos (agua, energía).
- Generación y gestión de residuos.
- Emisiones de gases de efecto invernadero.
- Gestión de la biodiversidad.
- Prácticas agrícolas sostenibles en el viñedo.
- Compromiso de la dirección y capacitación del personal en temas ambientales.
- Políticas y objetivos ambientales.
- Conformidad con la normativa ambiental.
- Aspectos específicos del proceso de vinificación con impacto ambiental.

Cabe destacar que el formulario se centra estrictamente en los aspectos de sostenibilidad ambiental, excluyendo las consideraciones de seguridad alimentaria, que no son el objetivo de esta evaluación particular.

1.3 Tratamiento de los datos

El tratamiento de los datos se realizará mediante un enfoque dual que combina el análisis estadístico y la implementación de modelos de aprendizaje automático.

Para efectuar un análisis descriptivo de los datos recogidos se utilizan herramientas como hojas de cálculo (Microsoft Excel) y software estadístico para determinar frecuencias, medidas de tendencia central y dispersión, y para identificar las correlaciones iniciales entre variables.

Se desarrolla un modelo de predicción utilizando lenguajes de programación como Python. Las técnicas de aprendizaje automático que se emplearán incluyen, entre otras, la regresión logística. Este modelo permitirá así:

- Identificar los factores clave que influyen en el desempeño ambiental de las bodegas.
- Estimar la probabilidad de que una bodega adopte prácticas sostenibles específicas o alcance ciertos niveles de desempeño ambiental.
- Generar indicadores clave de rendimiento (KPIs) específicos para la sostenibilidad ambiental en el sector vitivinícola, que servirán como herramientas de evaluación y mejora continua.

2 CONCEPTOS GENERALES DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

2.1 Principios del aprendizaje automatizado (Machine Learning)

El Aprendizaje Automático o Machine Learning (ML), es una subdisciplina de la inteligencia artificial centrada en el desarrollo de algoritmos y técnicas que permiten a los sistemas computacionales aprender patrones y conocimientos directamente de los datos, para realizar inferencias y predicciones sin ser programados explícitamente para cada tarea.

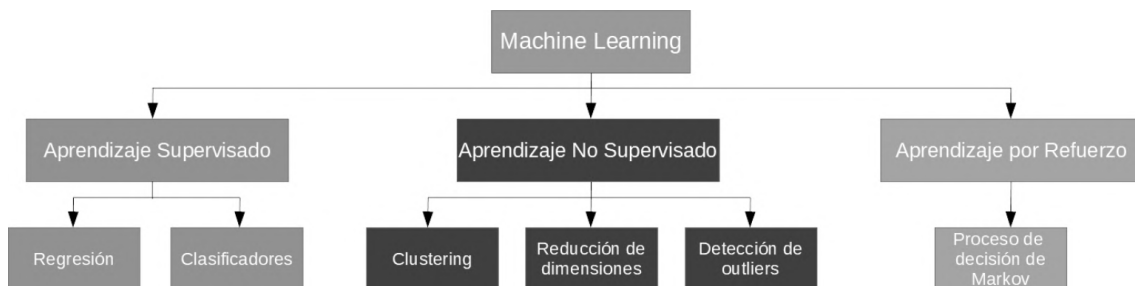


Figura 4 Esquema distintos tipos de Aprendizaje automático Fuente: Curso Python Lavegainnova

En el contexto de Python, esto se materializa a través de la implementación de estos algoritmos utilizando las bibliotecas disponibles y marcos de trabajo disponibles en su ecosistema, como Scikit-learn, TensorFlow o PyTorch.

Se define como un conjunto de algoritmos y técnicas implementadas en Python, diseñadas para capacitar a sistemas computacionales a aprender de los datos, con el objetivo de generar inferencias y predicciones."

La construcción de un sistema de Machine Learning efectivo se rige por un conjunto de principios clave que definen su naturaleza y metodología.

Tabla 5 Principios clave del machine learning Fuente: Curso Python LavegaInnova

Principio Clave	Descripción	Implicación Metodológica
Aprendizaje Basado en Datos	El ML extrae patrones y conocimientos directamente de volúmenes significativos de datos, en lugar de depender de reglas explícitas predefinidas.	La calidad, cantidad y representatividad de los datos de entrenamiento son críticas para el rendimiento y la robustez del modelo.
Generalización	La capacidad de un modelo para realizar predicciones precisas sobre datos nuevos e invisibles, el modelo memoriza el ruido en	Requiere técnicas para evitar el sobreajuste (overfitting), donde el modelo memoriza el ruido en

Principio Clave	Descripción	Implicación Metodológica
	más allá de los datos utilizados en su entrenamiento.	los datos de entrenamiento en lugar de aprender los patrones subyacentes.
Iteración y Optimización	El desarrollo de modelos de ML es un proceso iterativo que implica la selección de algoritmos, modelo y algoritmos de entrenamiento, evaluación del rendimiento y ajuste de parámetros (hiperparámetros).	Se utilizan funciones de pérdida para cuantificar el error del optimización (ej., descenso de gradiente) para minimizar dicho error.
Evaluación	La necesidad de métricas objetivas y consistentes para evaluar el rendimiento del modelo, permitiendo la comparación y validación de su eficacia.	Empleo de conjuntos de datos de validación y prueba separados, métricas como precisión, <i>recall</i> , <i>F1-score</i> , o error cuadrático medio (MSE).
Ingeniería de Características	La transformación de datos crudos en "características" (features) significativas y relevantes para el algoritmo de aprendizaje.	Implica procesos como selección de características, escalado, normalización y codificación de variables, impactando directamente la capacidad de aprendizaje del modelo.
Automatización y Adaptabilidad	El objetivo de automatizar tareas complejas o adaptativas que pueden ser resueltas mediante programación tradicional basada en reglas.	Permite a los sistemas adaptarse a nuevos datos y entornos sin reprogramación manual, escalando soluciones a problemas dinámicos.

2.2 Ejemplos de Aplicaciones del Machine Learning

Tabla 6 Ejemplos de aplicaciones del machine learning Fuente: Google Gemini

Área de utilización	Descripción	Aplicaciones potenciales
Sistemas de Recomendación	Predicción de preferencias del usuario basada en datos históricos y el comportamiento de usuarios similares.	Plataformas de streaming, ventas

Área de utilización	Descripción	Aplicaciones potenciales
Detección de Anomalías	Identificación de patrones atípicos que pueden indicar fraude o actividades maliciosas.	Detección de spam, transacciones financieras fraudulentas
Análisis y Segmentación de Clientes	Agrupación de clientes en segmentos con características comunes para estrategias de marketing personalizadas.	Identificación de grupos demográficos, personalización de ofertas
Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN)	Comprensión, interpretación y generación del lenguaje humano.	Reconocimiento de voz (Siri, Google Assistant), traductores automáticos
Visión Computadora	Permite a las máquinas "ver" y comprender el contenido de imágenes y videos.	Reconocimiento facial, conducción autónoma, diagnóstico médico por imagen
Modelado Causal	Establecimiento de relaciones de causa y efecto entre variables para comprender el impacto de acciones específicas.	Evaluación del impacto de campañas de marketing, análisis de tratamientos médicos

3 DESARROLLO DEL MODELO PREDICTIVO

Para el desarrollo del modelo utilizaremos la plataforma ANACONDA y el entorno Spyder.

Anaconda es una plataforma de distribución gratuita de código abierto de los lenguajes de programación de Python. Dispone de bibliotecas científicas preinstaladas que nos permitirán la manipulación de datos con algoritmos específicos del aprendizaje automático (Pandas, Scikit-learn, NumPy, Matplotlib..)

Para la edición del código se usa Spyder (Scientific Python Development Environment). Es un entorno de desarrollo integrado de código abierto que se utiliza para la programación con Python donde se podrán cargar los distintos módulos.

El objetivo será predecir según las distintas variables del estudio la probabilidad de obtener la certificación ISO 14.001 para afirmar la sostenibilidad de la bodega.

3.1 Procesamiento de los datos

Los datos de la encuesta se obtienen en un archivo csv que se carga a Spyder. Se realiza la importación de las bibliotecas que se van a utilizar, notablemente pandas para este tipo de modelo.

Para el machine learning se carga el módulo Sklearn.

Una vez el data frame cargado, se asegura que en los datos no haya valores nulos o inexistentes para evitar posibles errores en nuestros datos.

Como las preguntas del cuestionario con los encabezados y para facilitar el manejo en el área de trabajo, se definen los nombres de las columnas con la codificación P_1, P_2.. y sucesivamente acorde con la tabla que aparece en este Anexo en el apartado Modelo de Formulario.

Se categorizan los datos de las columnas además de identificar el target. Como las respuestas no son binarias, se hace la transformación con mapping para que las respuestas afirmativas sean 1 y las negativas 0.

Para entrenar al modelo de aprendizaje automático es importante que el modelo no se compruebe con los mismos datos que se ha entrenado. Para ello se dividen los datos en datos para entrenamiento, datos de validación y datos de test.

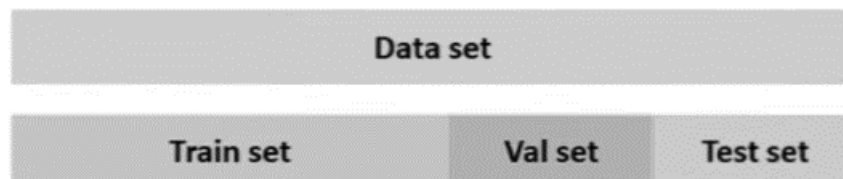


Figura 5 Visualización de la división de la muestra para entrenamiento del modelo Fuente: Curso Python LavegaInnova

En este caso con solo 11 observaciones, cualquier división resulta en conjuntos estadísticamente no representativos. El código se conservará para futuros proyectos cuando se puedan recopilar más datos y se pueda poner a prueba el modelo.

Dataset total: 11 observaciones

- Entrenamiento: 6 observaciones ($6/11 \approx 54.5\% \approx 60\%$)
- Validación: 2 observaciones ($2/11 \approx 18.2\% \approx 20\%$)
- Test: 3 observaciones ($3/11 \approx 27.3\% \approx 20\%$)

Por supuesto, la validación cruzada es una técnica fundamental en el Machine Learning para evaluar la robustez y la capacidad de generalización de un modelo.

Para el procesamiento de datos se hará seguidamente la validación cruzada (Cross-Validation). Debido al conjunto de datos limitado permite que el conjunto de validación sea distinto en 5 particiones distintas.

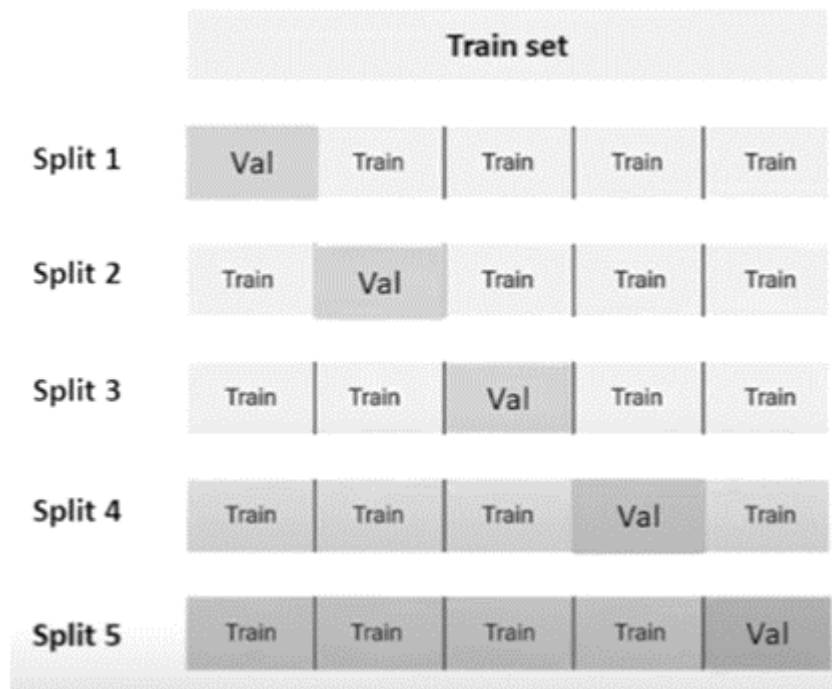


Figura 6 Visualización gráfica de la validación cruzada Fuente: Curso Python Lavegainnova

De esta manera se pueden utilizar todos los datos tanto para entrenamiento como para validación de forma sistemática. Al no depender de una única división aleatoria de los datos, la validación cruzada proporciona una estimación más confiable del rendimiento real del modelo.

Si un modelo se desempeña muy bien en el conjunto de entrenamiento pero pobremente en los conjuntos de validación cruzada, es una señal clara de sobreajuste (Overfitting).

3.2 Selección del modelo

La regresión logística es una elección adecuada para un problema de clasificación binaria como es el caso. estima la probabilidad de que una observación pertenezca a una de dos clases (en este caso, *tener certificación* o *no tener certificación*).

Se basa en la siguiente fórmula:

$$P(y = 1|X) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n)}}$$

Donde:

- $P(y = 1|X)$ Probabilidad de que la bodega tenga la certificación ISO 14.001 dado X.
- β_0 : Término independiente.
- β_i : Coeficientes asociados a cada predictor x_i
- La salida es una probabilidad entre 0 y 1 que se convierte en clase (0 o 1) usando un umbral, típicamente 0.5.

3.3 Script del modelo en Spyder

```
# import de las bibliotecas que se van a utilizar
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

from sklearn.model_selection import *
from sklearn.preprocessing import *
from sklearn.compose import *
from sklearn.pipeline import *
from sklearn.linear_model import *
from sklearn.tree import *
from sklearn.metrics import *

# Carga del data set: respuestas recibidas en .csv
df = pd.read_csv(r'C:\Users\Diana\Documents\TFG\Python\Respuestas_Sostenibilidad en bodegas.csv',
                delimiter=',',na_values=['N/A', 'NULL', 'NaN'])
df.fillna(0, inplace=True)

df.columns = [f'P_{i}' for i in range(df.shape[1])]

#Selección de columnas

features = ['P_3', 'P_4', 'P_5', 'P_7', 'P_8', 'P_9', 'P_10', 'P_11', 'P_12',
            'P_13', 'P_14', 'P_15', 'P_16', 'P_18', 'P_19', 'P_20', 'P_21',
            'P_22', 'P_25', 'P_26', 'P_28', 'P_29', 'P_30', 'P_32', 'P_36',
            'P_40', 'P_42', 'P_46']
target = 'P_21'

mapping = {
    'Si, ambas': 1,
    'Si, ISO 14.001': 1,
    'Si, EMAS': 1,
    'No, Ninguna': 0
}

df[target] = df[target].map(mapping)
```

Figura 7 Script del modelo de predicción Fuente: Elaboración propia

```
# Separación variables independientes (X) y variable objetivo (y)
X = df[features]
y = df[target]

# Conjunto de entrenamiento+validación (80%) y testeo (20%)
X_trainval, X_test, y_trainval, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Conjunto entrenamiento+validación en entrenamiento (60%) y validación (20%)
X_train, X_val, y_train, y_val = train_test_split(X_trainval, y_trainval, test_size=0.25, random_state=42)

# Verificación de tamaños
print("Tamaño de entrenamiento:", X_train.shape)
print("Tamaño de validación:", X_val.shape)
print("Tamaño de testeo:", X_test.shape)

# Preprocesamiento
cat_features = features

preprocessor = ColumnTransformer(
    transformers=[
        ('cat', OneHotEncoder(handle_unknown='ignore'), cat_features)
    ]
)

#Pipeline preprocesamiento , regresión logística
model_pip = Pipeline([
    ('preprocessor', preprocessor),
    ('logreg', LogisticRegression(max_iter=1000, random_state=42))
])

print("NaN en y_train:", y_train.isna().sum())

# Entrenamiento del modelo
model_pip.fit(X_train, y_train)
```

Figura 8 Script del modelo de predicción Fuente: Elaboración propia

3.4 Evaluación del modelo

```
# Crossvalidation
cv_scores = cross_val_score(model_pip, X, y, cv=5, scoring='accuracy')
cv_mean = np.mean(cv_scores)
cv_std = np.std(cv_scores)

print("Exactitud por fold:", cv_scores)
print("Exactitud media: {:.4f}".format(cv_mean))
print("Desviación estándar: {:.4f}".format(cv_std))

# Resultados
y_val_pred = model_pip.predict(X_val)
acc_train = accuracy_score(y_train, model_pip.predict(X_train))
acc_val = accuracy_score(y_val, y_val_pred)

print("Exactitud en entrenamiento: {:.4f}".format(acc_train))
print("Exactitud en validación: {:.4f}".format(acc_val))
print(classification_report(y_val, y_val_pred, target_names=["No Certificación", "Sí Certificación"]))

# coeficientes
modelo_entrenado = model_pip.named_steps['logreg']
coeficientes = modelo_entrenado.coef_
nombres_features = model_pip.named_steps['preprocessor'].get_feature_names_out(input_features=features)
df_coefs = pd.DataFrame(coeficientes[0], index=nombres_features, columns=["Coeficiente beta"])
df_coefs.sort_values(by='Coeficiente beta', ascending=False, inplace=True)
print(df_coefs)
```

Figura 9 Script en Python de evaluación del modelo Fuente: Elaboración propia

Comprobación del tamaño del data set de entrenamiento validación y test:

Tamaño de entrenamiento: (6, 28)

Tamaño de validación: (2, 28)

Tamaño de testeo: (3, 28)

NaN en y_train: 0

El tamaño de muestra es extremadamente reducido. Esto limita la capacidad del modelo para generalizar y hace que las métricas sean muy sensibles a cualquier error.

Validación cruzada

Exactitud por fold: [1. 1. 1. 1. 1.]

Exactitud media: 1.0000

Desviación estándar: 0.0000

El modelo acierta perfectamente en cada fold de la validación cruzada, lo cual, con tan pocos datos, sugiere un **sobreajuste severo**: el modelo ha memorizado las respuestas del entrenamiento

Overfitting:

Exactitud en entrenamiento: 1.0000

Exactitud en validación: 0.5000

El modelo no generaliza. Su rendimiento en validación cae drásticamente al nivel del azar. El modelo presenta **overfitting** debido a la poca cantidad de información dada.

Classification Report

```
precision recall f1-score support
No Certificación    0.50    1.00    0.67    1
Sí Certificación    0.00    0.00    0.00    1
```

El modelo no detecta correctamente ningún caso de bodegas con certificación.

La clase positiva no se predijo nunca. Genera advertencias por métricas indefinidas

```
accuracy            0.50    2
macro avg          0.25    0.50    0.33    2
weighted avg       0.25    0.50    0.33    2
```

3.5 Coeficientes logísticos

Tabla 7 Cuadro resultante de los coeficientes Beta del modelo Fuente: Elaboración propia

	Coficiente beta
cat_P_15_Anualmente	0,23797528
cat_P_10_Sí	0,23797528
cat_P_20_Incendio;Vertido accidental de productos de limpieza o con cargas orgánicas;Vertido accidental de contaminantes químicos	0,23797528
cat_P_21_1	0,23797528
cat_P_32_Si, ambos	0,190827133
cat_P_16_Sí	0,177408011
cat_P_22_Si	0,177408011
cat_P_19_Anualmente	0,168946073

cat__P_13_Reducción del consumo eléctrico;Reduccion del consumo de agua;Reduccion de residuos;Reduccion de uso de materias primas;Reduccion de filtraciones al suelo	0,126517368
cat__P_9_Clientes	0,126517368
cat__P_8_Página web;Redes sociales;Publicidad;Campañas de marketing	0,126517368
cat__P_12_Reducción del consumo de agua;Reduccion del uso de combustible fosil;Control del consumo de electricidad;Reduccion del uso de fertilizantes y pesticidas;Mejorar la eficiencia de uso de suelo;Mejora del embotellado y envasado	0,126517368
cat__P_5_Responsable de viticultura	0,126517368
cat__P_3_Más de 1.000.000 L/año	0,126517368
cat__P_36_Autogenerada, menos del 50%	0,126517368
cat__P_4_Entre 50 y 249	0,126517368
cat__P_7_Email;Redes sociales;Comunicación directa	0,111457913
cat__P_46_Plan de reducción de emisiones;Plan de mejora energética;Plan de reducción de consumo hídrico;Plan de reducción de residuos;Plan de conservación de la biodiversidad	0,111457913
cat__P_9_Clientes;Proveedores	0,111457913
cat__P_36_Autogenerada, más de 50%	0,111457913
cat__P_12_Reducción del consumo de agua;Reduccion del uso de combustible fosil;Control del consumo de electricidad;Reduccion del uso de fertilizantes y pesticidas;Mejora del embotellado y envasado; Distribución más eficiente	0,111457913
cat__P_26_Más del 75%	0,111457913
cat__P_8_Mailing;Página web; Redes sociales; Publicidad	0,111457913
cat__P_25_Sí, anualmente	0,111457913
cat__P_42_Si	0,108378803
cat__P_40_Si	0,107760807
cat__P_18_Sí	0,107760807

cat_P_46_Plan de mejora energética;Plan de reducción de residuos	0,065950098
cat_P_14 Impactos ambientales de la generación de residuos	0,06061266
cat_P_11_Sí	0,050890643
cat_P_4_Entre 10 y 49	0,050272647
cat_P_13_Reducción del consumo eléctrico;Reduccion del consumo de agua;Reduccion de residuos;Reduccion de uso de materias primas	0,050272647
cat_P_3_Entre 100.001 - 250.000 L/año	0,042428705
cat_P_7_Email	0,018183955
cat_P_25_No	0,010340013
cat_P_5_Director/a general	0,0031245
cat_P_30_No	4,53902E-05
cat_P_29_No	4,53902E-05
cat_P_28_No	4,53902E-05
cat_P_20_Incendio	-0,047148147
cat_P_13_Reducción del consumo eléctrico;Reduccion del consumo de agua	-0,047148147
cat_P_12_Distribución más eficiente	-0,047148147
cat_P_19_Nunca	-0,047148147
cat_P_8_Mailing;Campañas de marketing	-0,047148147
cat_P_9_No	-0,047148147
cat_P_11_No	-0,050845253
cat_P_12_Reducción del consumo de agua; Control del consumo de electricidad; Mejora del embotellado y envasado; Distribución más eficiente	-0,06056727
cat_P_8_Redés sociales	-0,06056727
cat_P_9_Clientes;Administraciones públicas	-0,06056727
cat_P_15_Cada 2 años o más	-0,06056727
cat_P_14 Impactos ambientales en la cadena de suministro	-0,06056727

cat_P_13_Reducción del consumo de agua;Reduccion de residuos;Reduccion de filtraciones al suelo	-0,06056727
cat_P_20_Incendio;Vertido accidental de productos de limpieza o con cargas orgánicas	-0,06056727
cat_P_8_Mailing;Página web;Redes sociales;Publicidad;Campañas de marketing	-0,061185266
cat_P_20_Incendio;Vertido accidental de productos de limpieza o con cargas orgánicas;Vertido accidental de contaminantes químicos;	-0,061185266
cat_P_12_Reducción del consumo de agua; Control del consumo de electricidad;Reduccion del uso de fertilizantes y pesticidas;Mejorar la eficiencia de uso de suelo;Mejora del embotellado y envasado; Distribución más eficiente	-0,061185266
cat_P_9_Clientes;Administraciones públicas; Tiendas	-0,061185266
cat_P_3_Entre 250.001 - 1.000.000 L/año	-0,061185266
cat_P_46_cap	-0,061185266
cat_P_8_Página web; Redes sociales; Campañas de marketing	-0,069029208
cat_P_13_Reducción del consumo eléctrico;Reduccion de residuos	-0,069029208
cat_P_12_Control del consumo de electricidad;Reduccion del uso de fertilizantes y pesticidas;Mejorar la eficiencia de uso de suelo;Mejora del embotellado y envasado	-0,069029208
cat_P_20_Incendio;Vertido accidental de productos de limpieza o con cargas orgánicas;Vertido accidental de contaminantes químicos; Fuga de sustancias peligrosas	-0,069029208
cat_P_16_No se han establecido objetivos medioambientales	-0,069029208
cat_P_32_Si, consumo de combustibles	-0,069029208
cat_P_9_Proveedores	-0,069029208
cat_P_40_No	-0,107715417
cat_P_3_Menos de 50.000 L/año	-0,107715417

cat__P_18_No	-0,107715417
cat__P_16_No	-0,108333413
cat__P_42_No	-0,108333413
cat__P_26_Menos del 25%	-0,111412522
cat__P_36_No se utilizan energías de origen renovable	-0,116177355
cat__P_46_No se dispone de ningún plan de reducción	-0,116177355
cat__P_32_Si, consumo eléctrico,	-0,121752535
cat__P_36_Adquirida, menos de 50%	-0,121752535
cat__P_19_Cada 2 años o mas	-0,121752535
cat__P_25_Si, cada 2 años o más	-0,121752535
cat__P_7_Email;Boletin interno	-0,129596477
cat__P_5_Administrativa/o	-0,129596477
cat__P_4_<10	-0,176744625
cat__P_22_No	-0,17736262
cat__P_15_No se tiene implantado un sistema de gestión ambiental	-0,17736262
cat__P_10_No	-0,23792989
cat__P_21_0	-0,23792989

4 MODELO DEL FORMULARIO

Tabla 8 Tabla recapitulativa de las preguntas y opciones de respuesta del formulario enviado a las bodegas Fuente: Elaboración propia

Sección/Epígrafe	Pregunta	Opciones de respuesta
Sección 1 de 3: SOSTENIBILIDAD EN BODEGAS		
P1	1. Nombre de la bodega	(campo abierto)
P2	2. Correo electrónico de contacto	(campo abierto)
P3	3. Producción de vino anual (L/año)	Menos de 50.000 L/año
		Entre 50.001 - 100.000 L/año
		Entre 100.001 - 250.000 L/año
		Entre 250.001 - 1.000.000 L/año
		Más de 1.000.000 L/año
P4	4. Número de trabajadores	<10
		Entre 10 y 49
		Entre 50 y 249
		Más de 250
P5	5. Cargo en la empresa en materia de sostenibilidad	Propietaria/o
		Director/a general
		Responsable de Medio-ambiente
		Responsable de viticultura
		Enóloga/o
		Administrativa/o
		Otro
Sección 2 de 3: ENFOQUE DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA BODEGA		
P6	6. ¿La bodega cuenta con alguno/s de los siguientes departamentos/áreas?	Gestión medioambiental
		Equipo de dirección
		Planning de objetivos medioambientales
		Riesgos y oportunidades medioambientales
		Recursos y apoyo medioambiental
		Comunicación
		Control operacional y medioambiental
		Plan de emergencia
		Monitoreo, análisis y evaluación del sistema de gestión ambiental
P7	7. ¿Cuál es la estrategia de comunicación interna de la bodega?	Email
		Página web

		Redes sociales
		Boletín interno
		Otra...
P8	8. ¿Cuál es la estrategia de comunicación externa de la bodega?	Mailing
		Página web
		Redes sociales
		Publicidad
		Campañas de marketing
		Otra...
P9	9. ¿La bodega divulga información ambiental a algún grupo de interés?	Clientes
		Asociaciones ecologistas
		Administraciones públicas
		Proveedores
		Tiendas
		Otra...
P10	10. ¿Existe claramente definido un Responsable Medioambiental en la bodega?	Sí
		No
P11	11. ¿Se ha definido una política ambiental?	Sí
		No
P12	12. ¿Cuál/es de estos compromisos está incluido en la política ambiental de la empresa?	Reducción del consumo de agua
		Reducción del uso de combustible fósil
		Control del consumo de electricidad
		Reducción del uso de fertilizantes y pesticidas
		Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero
		Mejorar la eficiencia de uso de suelo
		Mejora del embotellado y envasado
		Distribución más eficiente
P13	13. ¿Cuáles son los principales objetivos ambientales de la bodega?	Reducción del consumo eléctrico
		Reducción del consumo de agua
		Reducción del uso del suelo
		Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

		Reducción de residuos
		Reducción de uso de materias primas
		Reducción de filtraciones al suelo
		Otra...
P14	14. ¿Qué aspectos del economía circular y ciclo de vida del producto están incluidos en la política ambiental de la bodega?	Impactos ambientales en la cadena de suministro
		Impactos ambientales del uso del producto
		Impactos ambientales de la generación de residuos
P15	15. ¿Con qué frecuencia se revisa el sistema de gestión ambiental?	Cada 6 meses por lo menos
		Anualmente
		Cada 2 años o más
		No se revisa
		No se tiene implantado un sistema de gestión ambiental
P16	16. ¿Se cuenta con un plan para cumplir los objetivos medioambientales establecidos?	Sí
		No
		No se han establecido objetivos medioambientales
P17	17. ¿Qué método se usa para evaluar el análisis de riesgos?	Método cualitativo
		Método cuantitativo
		Otra...
P18	18. ¿Se cuenta con planes de prevención y mitigación de impactos ambientales en caso de emergencia?	Sí
		No
P19	19. ¿Cada cuánto se revisa el plan de emergencia?	Cada 6 meses por lo menos
		Anualmente
		Cada 2 años o más
		Nunca
P20	20. En caso positivo, ante qué situación/es está preparada la bodega?	Incendio
		Vertido accidental de productos de limpieza o con cargas orgánicas

		Vertido accidental de contaminantes químicos
		Vertido incontrolado de residuos o residuos abandonados
		Fuga de sustancias peligrosas
		Otra...
P21	21. ¿La bodega cuenta con la certificación ISO 14.001 o EMAS?	Sí, ambas
		Sí, ISO 14.001
		Sí, EMAS
		No, ninguna
P22	22. ¿Se monitorea, mide, evalúa la gestión ambiental?	Sí
		No
P23	23. ¿Cómo se registra la información para demostrar que evalúa la efectividad de su sistema de gestión ambiental?	Registros de datos
		Informes
		Instrucciones técnicas
		Procedimientos
		Otra...
P24	24. ¿Existen requisitos legales por parte de organismos gubernamentales u otras autoridades pertinentes que la bodega tenga que cumplir en relación con los impactos ambientales?	Sí
		No
P25	25. ¿Se ofrece formación medioambiental para el personal de la bodega?	Sí, por lo menos cada 6 meses
		Sí, anualmente
		Sí, cada 2 años o más
		No
P26	26. ¿Qué porcentaje de trabajadores ha recibido formación ambiental?	Menos del 25%
		Entre 25-50%
		Entre 50-75%
		Más del 75%
P27	27. Otros compromisos de la bodega	(campo abierto)
Sección 3 de 3: ASPECTOS AMBIENTALES		

<i>EMISIONES</i>		
P28	28. ¿La bodega mide su huella de carbono, emisiones directas e indirectas por energía importada (alcance 1+2)?	Sí
		No
P29	29. ¿Se mide en su huella de carbono las emisiones indirectas (alcance 3)?	Sí
		No
P30	30. ¿La bodega tiene su huella de carbono de la organización certificada?	Sí
		No
P31	31. ¿La bodega mide la huella de carbono de al menos una unidad funcional de producto acorde al análisis de ciclo de vida Cuna a Puerta ("Cradle to Door")?	Sí
		No
<i>ENERGÍA</i>		
P32	32. ¿Se miden consumos energéticos y otros combustibles?	Sí, ambos
		Sí, consumo eléctrico
		Sí, consumo de combustibles
		No
P33	33. Rango de consumo eléctrico kWh/año	Menos de 25.000 kWh/año
		Entre 25.000 y 50.000 kWh/año
		Entre 50.000 - 75.000 kWh/año
		Entre 75.000 - 150.000 kWh/año
		Entre 150.000 - 350.000 kWh/año
		Más de 350.000 kWh/año
		No se mide
P34	34. Rango de consumo de combustibles L/año	Menos de 1.000 L/año
		Entre 1.000 - 10.000 L/año
		Entre 10.000 - 25.000 L/año
		Entre 25.000 - 50.000 L/año
		Más de 50.000 L/año
		No se mide

P35	35. ¿Se dispone de un sistema de gestión Energética ISO 50.001?	Sí
		No
	36. Uso de energías renovables	Autogenerada, menos del 50%
		Autogenerada, más del 50%
		Adquirida, menos del 50%
		Adquirida, más del 50%
		No se utilizan energías de origen renovable
<i>AGUA</i>		
P37	37. ¿Se mide el consumo de agua?	Sí
		No
P38	38. ¿Se calcula la huella hídrica?	Sí
		No
P39	39. Rango de consumo de agua anual (m ³ /año)	Menos de 100 m ³ /año
		Entre 100 - 250 m ³ /año
		Entre 250 - 500 m ³ /año
		Entre 500 - 1.000 m ³ /año
		Más de 1.000 m ³ /año
<i>RESIDUOS</i>		
P40	40. ¿Se miden y caracterizan los residuos y vertidos?	Sí
		No
P41	41. ¿Qué cantidad de residuos es destinada a valorización (incluido en el propio proceso)?	Menos de 10%
		Entre 10 - 25%
		Entre 25 - 50%
		Más de 50%
P42	42. ¿Se han implantado Buenas Prácticas en el consumo de recursos sostenible?	Sí
		No
<i>BIODIVERSIDAD</i>		
P43	43. ¿Se han identificado áreas de biodiversidad en el viñedo o la bodega?	Sí
		No
P44	44. ¿La bodega está certificada en producción ecológica?	Sí
		No

P45	45. ¿Se emplea uva procedente de viñedo ecológico, biodinámico, viticultura regenerativa?	No
		Menos del 25%
		Entre 25-50%
		Entre 50-75%
		Más del 75%
		En su totalidad
<i>PLANES DE REDUCCIÓN</i>		
P46	46. ¿La bodega dispone de alguno/s de estos planes de reducción?	No se dispone de ningún plan de reducción
		Plan de reducción de emisiones
		Plan de mejora energética
		Plan de reducción de consumo hídrico
		Plan de reducción de residuos
		Plan de conservación de la biodiversidad
		Otro...

4.1 ESTADISTICAS OBTENIDAS

En este apartado se van a presentar los gráficos de respuesta de las distintas preguntas analizadas.

Figura 10 Conjunto de estadísticas de respuesta de las preguntas del formulario Fuente: Google Forms

Producción de vino anual (L/año)

11 respuestas

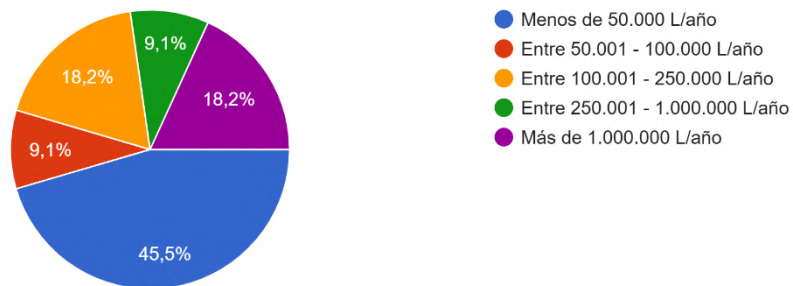
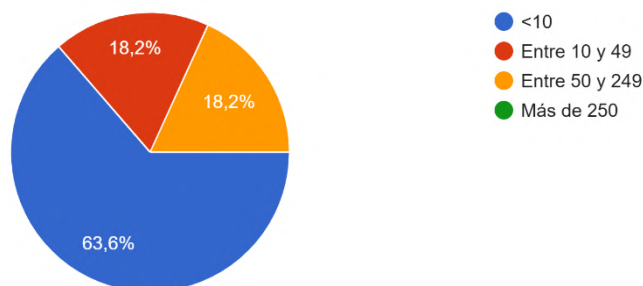


Figura 11 Conjunto de estadísticas de respuesta de las preguntas del formulario Fuente: Google Forms

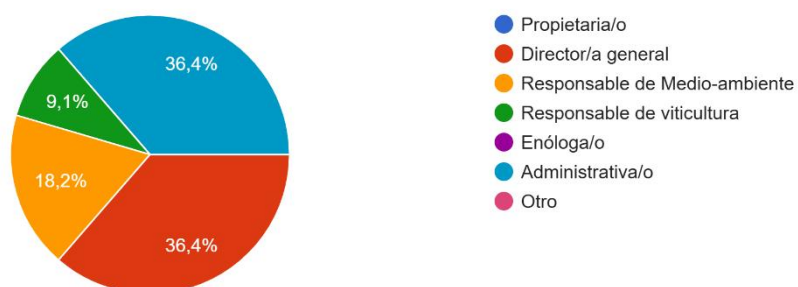
Numero de trabajadores

11 respuestas



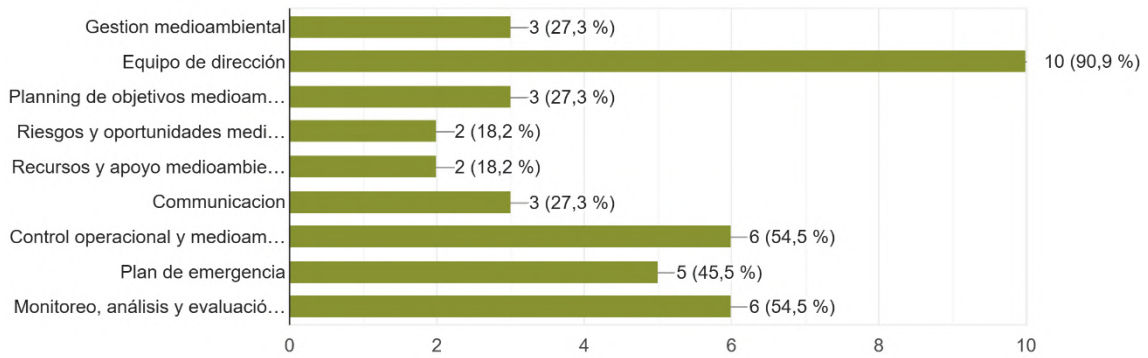
Cargo en la empresa en materia de sostenibilidad

11 respuestas



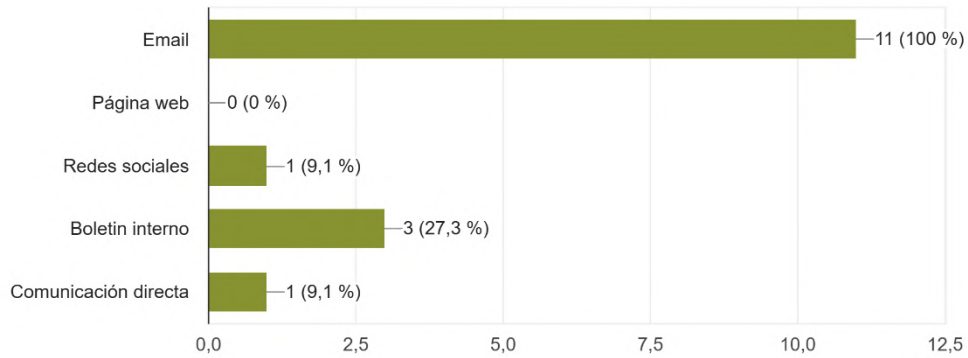
¿La bodega cuenta con alguno/s de los siguientes departamentos/áreas?

11 respuestas



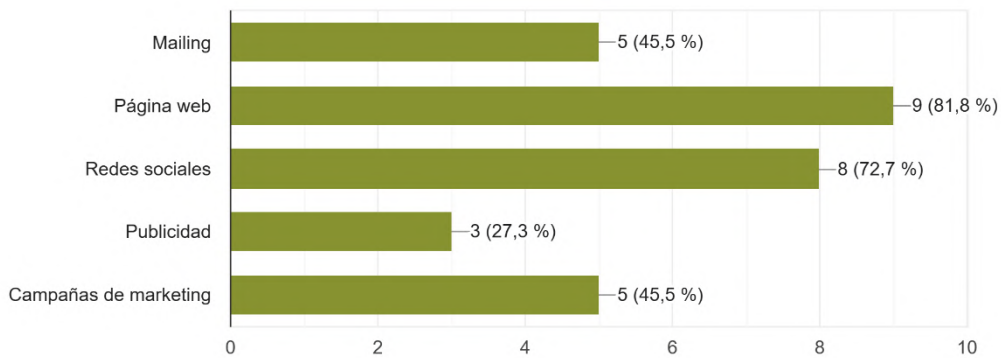
¿Cuál es la estrategia de comunicación interna de la bodega?

11 respuestas



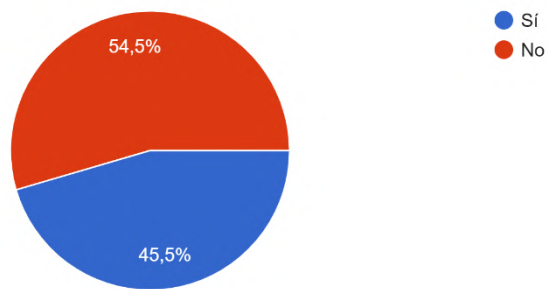
¿Cuál es la estrategia de comunicación externa de la bodega?

11 respuestas



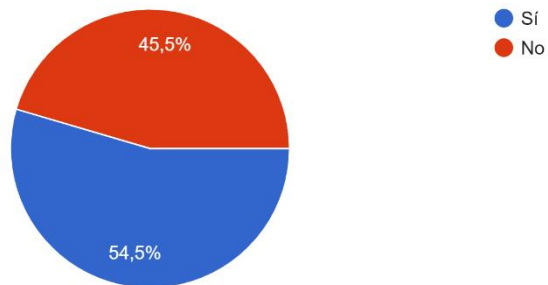
¿Existe claramente definido un Responsable Medioambiental en la bodega?

11 respuestas



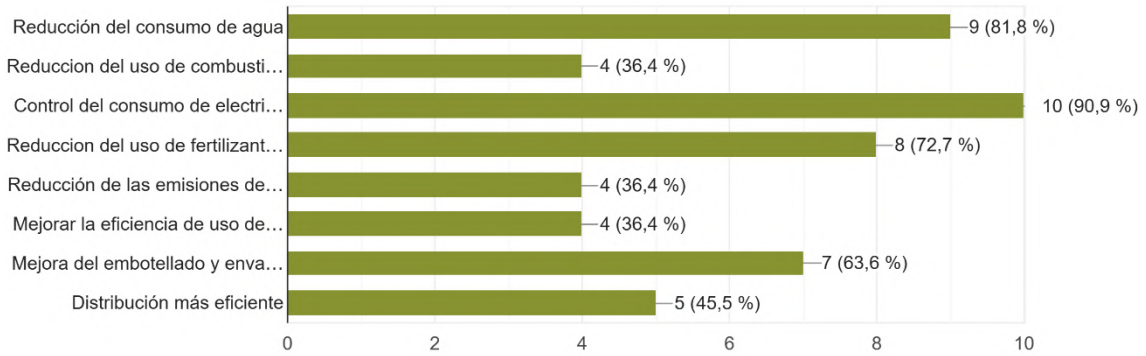
¿Se ha definido una política ambiental?

11 respuestas



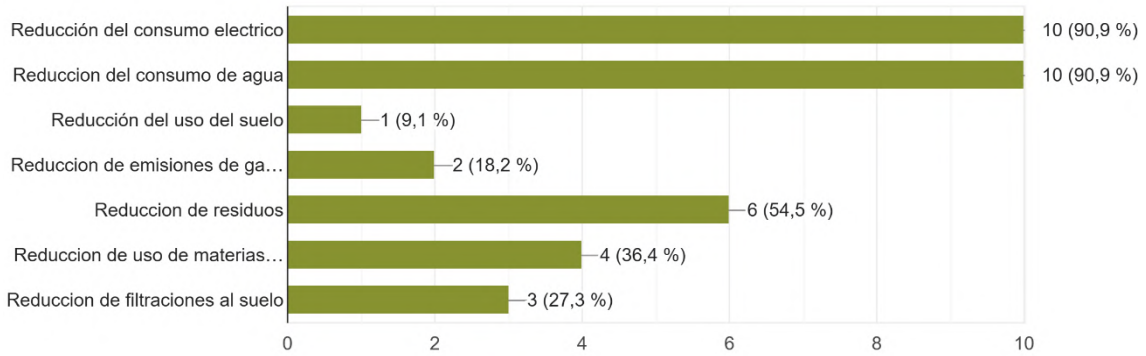
¿Cuál/es de estos compromisos esta incluido en la política ambiental de la empresa?

11 respuestas



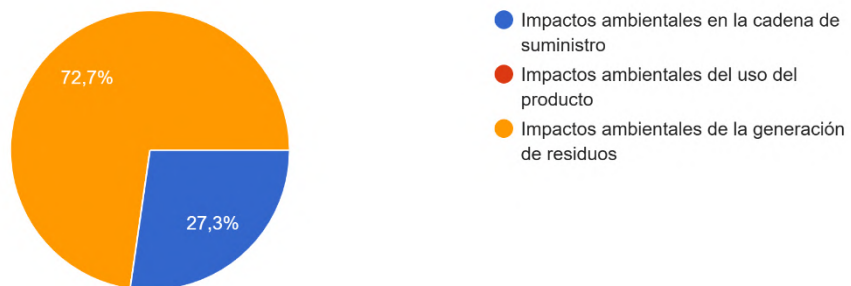
¿Cuáles son los principales objetivos ambientales de la bodega?

11 respuestas



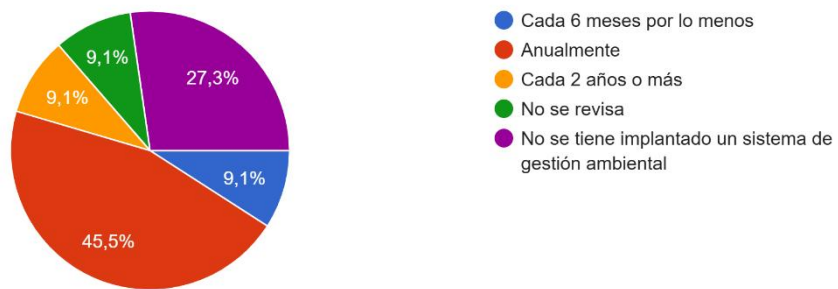
¿Qué aspectos del economía circular y ciclo de vida del producto están incluidos en la política ambiental de la bodega?

11 respuestas



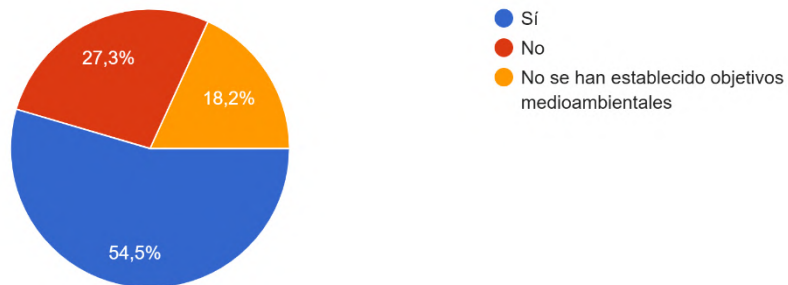
¿ Con que frecuencia se revisa el sistema de gestión ambiental?

11 respuestas



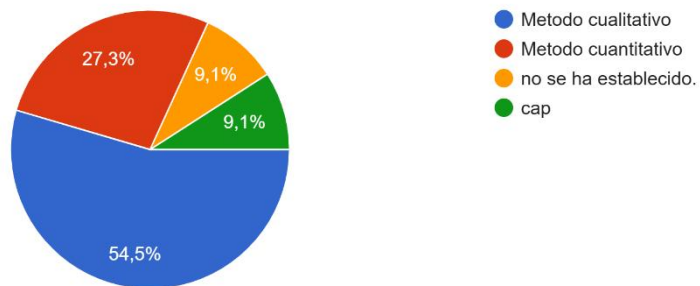
¿Se cuenta con un plan para cumplir los objetivos medioambientales establecidos?

11 respuestas



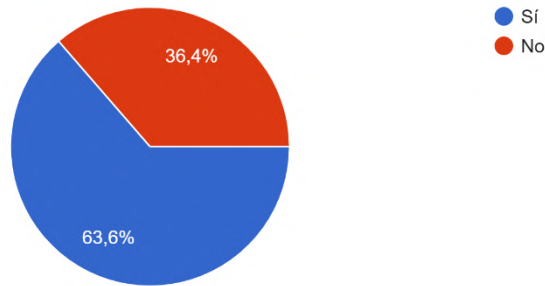
¿ Que método se usa para evaluar el análisis de riesgos?

11 respuestas



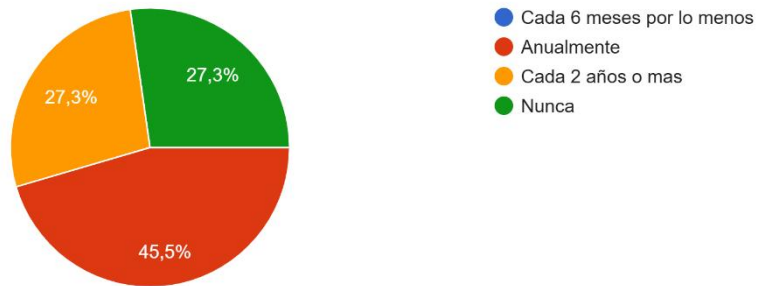
¿Se cuenta con planes de prevención y mitigación de impactos ambientales en caso de emergencia?

11 respuestas



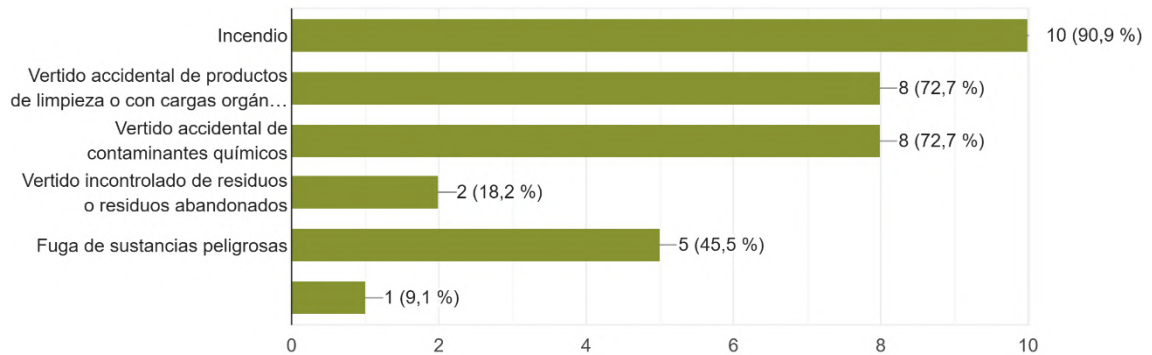
¿Cada cuanto se revisa el plan de emergencia?

11 respuestas



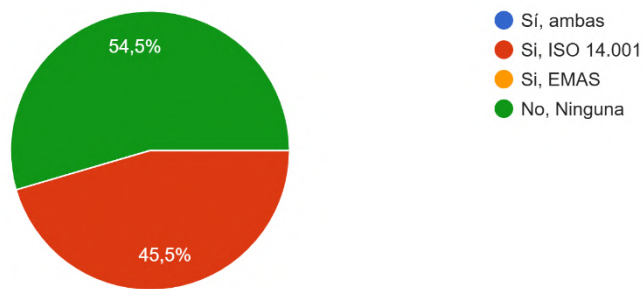
En caso positivo, ante que situación/es esta preparada la bodega?

11 respuestas



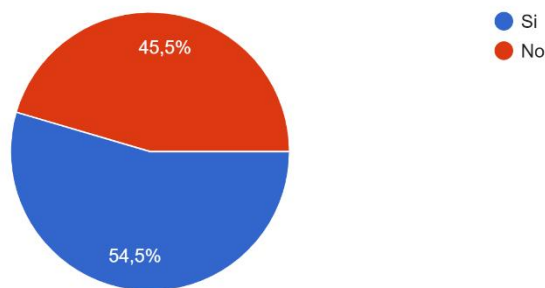
¿ La bodega cuenta con la certificación ISO 14.001 o EMAS?

11 respuestas



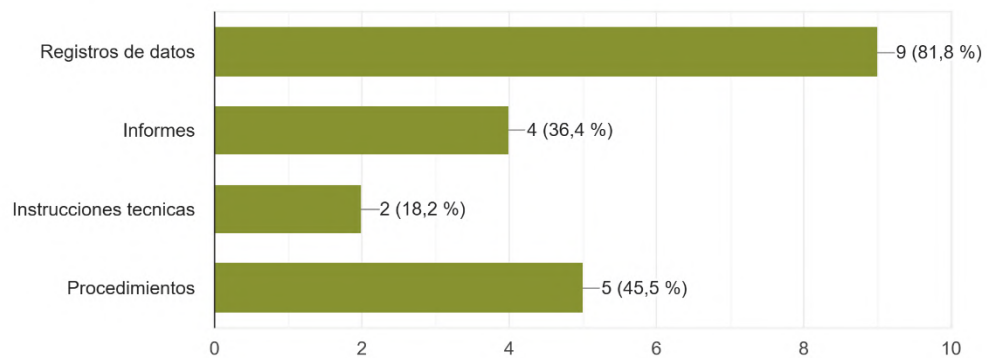
¿Se monitorea, mide, evalúa la gestión ambiental?

11 respuestas



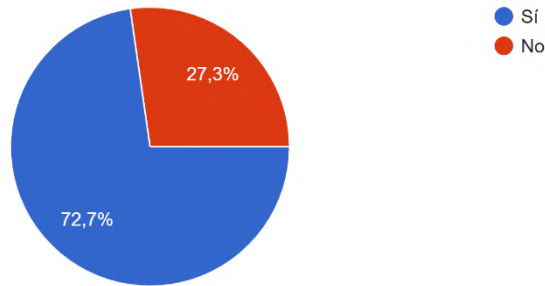
¿Cómo se registra la información para demostrar que evalúa la efectividad de su sistema de gestión ambiental?

11 respuestas



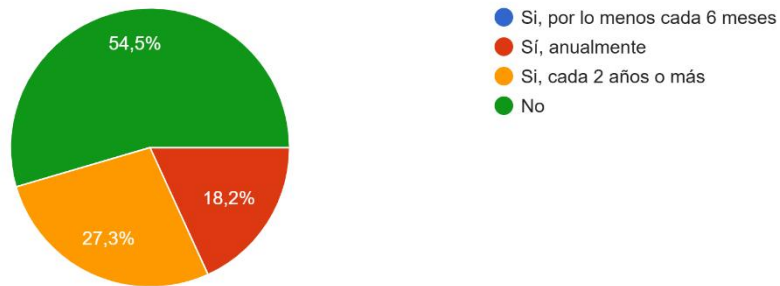
¿Existen requisitos legales por parte de organismos gubernamentales u otras autoridades pertinentes que la bodega tenga que cumplir en relación con los impactos ambientales?

11 respuestas



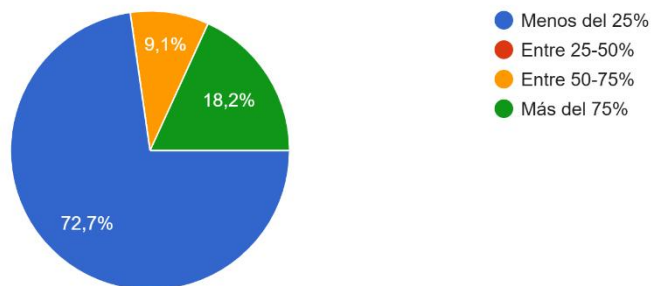
¿ Se ofrece formación medioambiental para el personal de la bodega?

11 respuestas



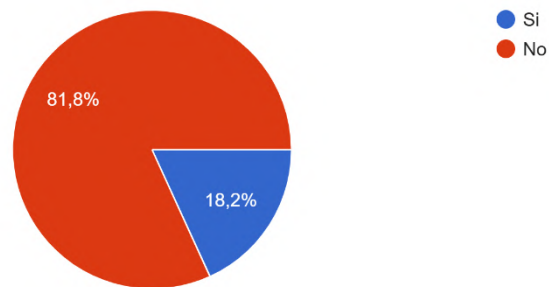
¿ Qué porcentaje de trabajadores ha recibido formación ambiental?

11 respuestas



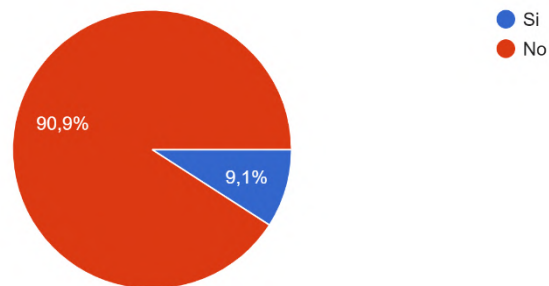
¿La bodega mide su huella de carbono, emisiones directas e indirectas por energía importada (alcance 1+2)?

11 respuestas



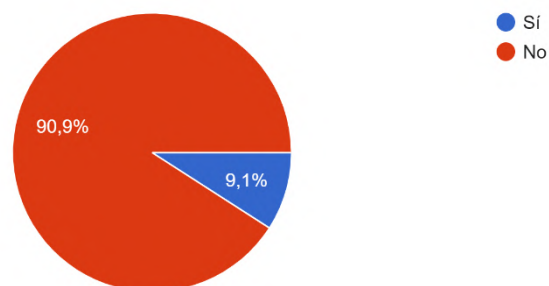
¿Se mide en su huella de carbono las emisiones indirectas (alcance 3)?

11 respuestas



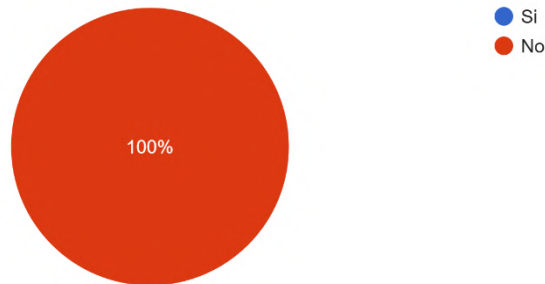
¿ La bodega tiene su huella de carbono de la organización certificada?

11 respuestas



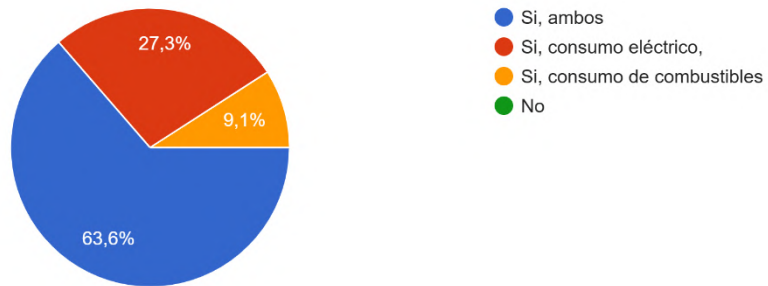
¿ La bodega mide la huella de carbono de al menos una unidad funcional de producto acorde al análisis de ciclo de vida Cuna a Puerta ("Cradle to Door")

11 respuestas



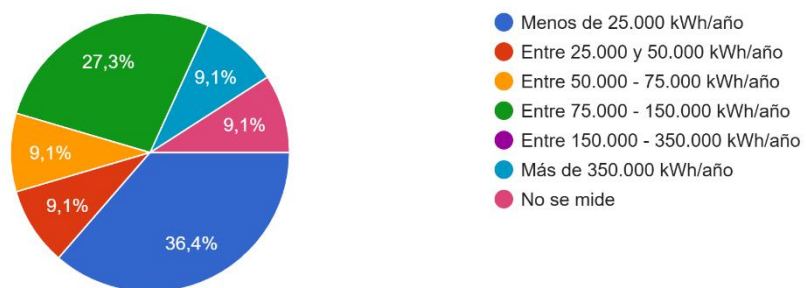
¿Se miden consumos energéticos y otros combustibles?

11 respuestas



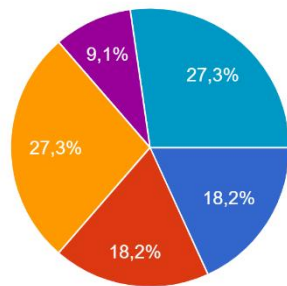
Rango de consumo eléctrico kWh/año

11 respuestas



Rango de consumo de combustibles L/año

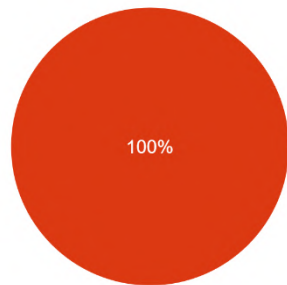
11 respuestas



- Menos de 1.000 L/año
- Entre 1.000 - 10.000 L/año
- Entre 10.000 - 25.000 L/año
- Entre 25.000 - 50.000 L/año
- Más de 50.000 L/año
- No se mide

¿Se dispone de un sistema de gestión Energética ISO 50.001?

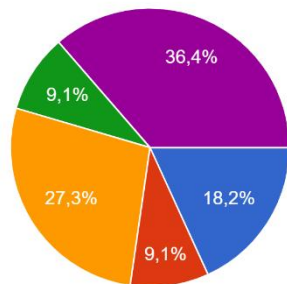
11 respuestas



- Si
- No

Uso de energías renovables

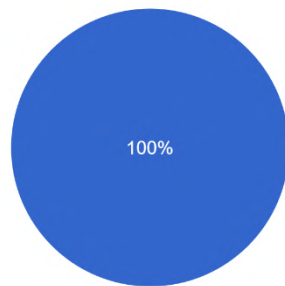
11 respuestas



- Autogenerada, menos del 50%
- Autogenerada, más de 50%
- Adquirida, menos de 50%
- Adquirida, más de 50%
- No se utilizan energías de origen renovable

¿Se mide el consumo de agua?

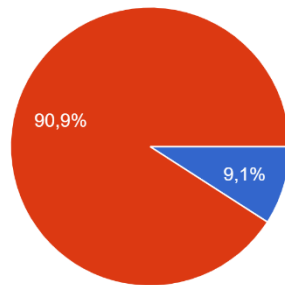
11 respuestas



- Si
- No

¿Se calcula la huella hídrica?

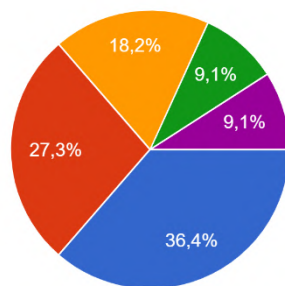
11 respuestas



- Si
- No

Rango de consumo de agua anual (m³/año)

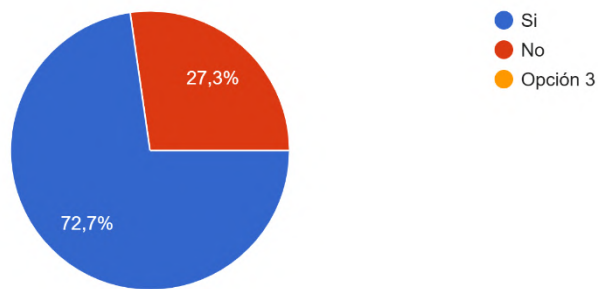
11 respuestas



- Menos de 100 m³/año
- Entre 100 - 250 m³/año
- Entre 250- 500 m³/año
- Entre 500 - 1000 m³/año
- Más de 1.000 m³/año

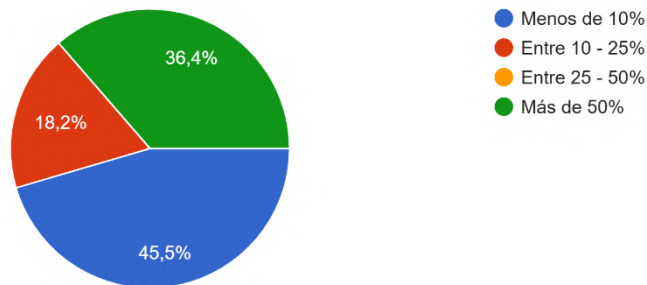
¿ Se miden y caracterizan los residuos y vertidos?

11 respuestas



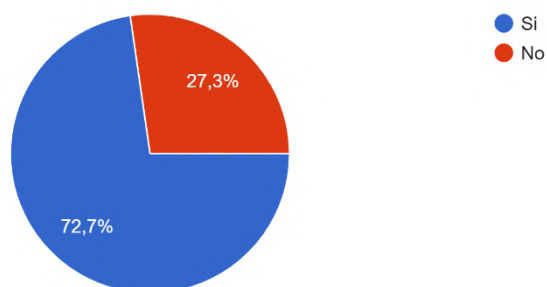
¿Qué cantidad de residuos es destinada a valorización (incluido en el propio proceso)?

11 respuestas



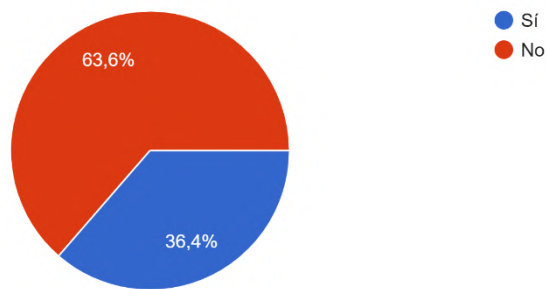
¿Se han implantado Buenas Prácticas en el consumo de recursos sostenible? (Reciclaje, eco-diseño, compra sostenible..)

11 respuestas



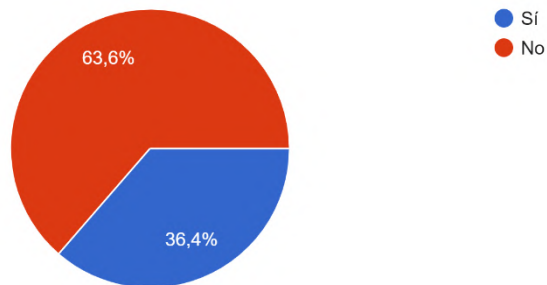
¿Se han identificado áreas de biodiversidad en el viñedo o la bodega?

11 respuestas



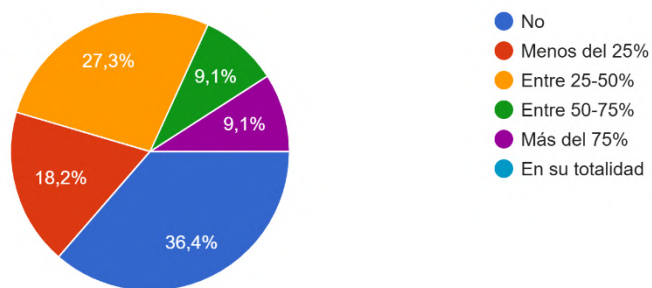
¿La bodega esta certificada en producción ecológica?

11 respuestas



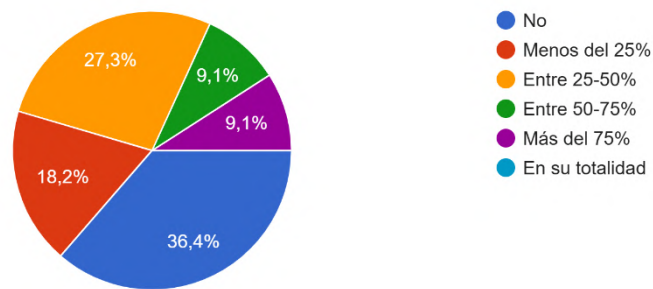
¿ Se emplea uva procedente de viñedo ecológico, biodinámico, viticultura regenerativa?

11 respuestas



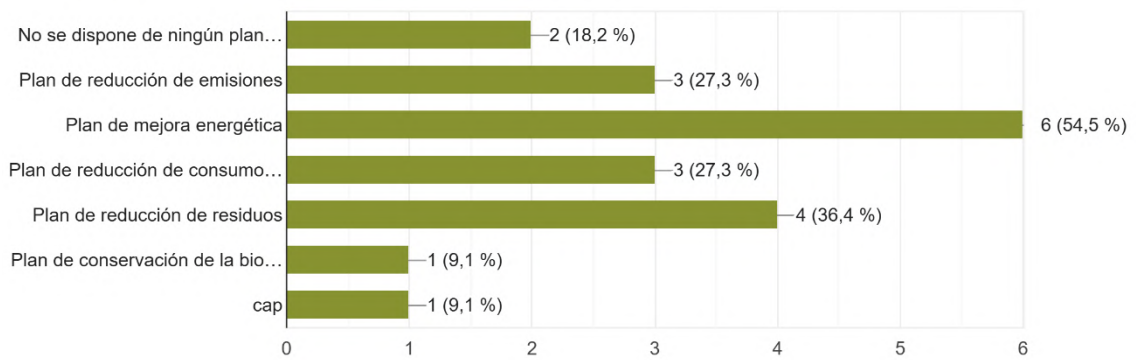
¿ Se emplea uva procedente de viñedo ecológico, biodinámico, viticultura regenerativa?

11 respuestas



¿La bodega dispone de alguno/s de estos planes de reducción?

11 respuestas



4.2 Análisis de las estadísticas

4.2.1 Tipos de bodega

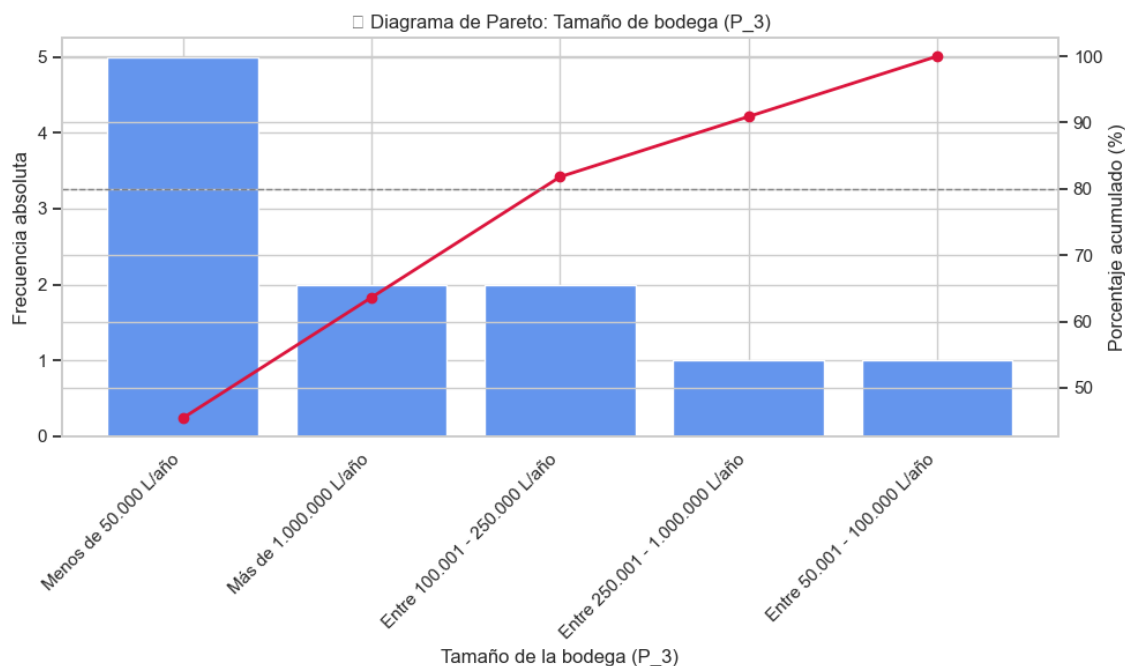


Figura 12 Diagrama Pareto de los tipos de bodega según su producción

Si bien el análisis visual mediante un gráfico de Pareto permite identificar que ciertas categorías de tamaño de bodega concentran una mayor frecuencia relativa, debe señalarse que el número total de casos analizados ($n=11$) es insuficiente para extraer conclusiones representativas.

Aunque a partir de los datos obtenidos no hay generalizaciones sólidas sobre la realidad del sector vitivinícola español, el resultado coincide con los datos nacionales que describen un ecosistema dominado por microproductores, con una presencia significativa de bodegas de carácter artesanal o familiar según la Organización Interprofesional del Vino de España (OIVE).

4.2.2 Perfil organizativo

La mayoría de las bodegas encuestadas son de tamaño pequeño, con el 63.6% empleando a menos de 10 trabajadores, lo que puede influir en la disponibilidad de recursos y la especialización en temas de sostenibilidad. En cuanto a la producción, hay una variabilidad significativa, con casi la mitad produciendo menos de 50.000 L/año, mientras que un porcentaje considerable supera el millón de litros. Esta variabilidad se achaca a la baja tasa de respuestas, teniendo una muestra poco representativa de bodegas de entre 50.000L y 1.000.000L.

Los roles de propietario/a y director/a general son los más comunes en materia de sostenibilidad (36.4% cada uno), aunque puede considerarse como un compromiso de la dirección para el impulso de iniciativas medio ambientales,

también se debe considerar que puede ser por la falta de un rol específico en materia de sostenibilidad. En el 54.5% de los casos (no existe un Responsable Medioambiental claramente definido).

4.2.3 Gestión Ambiental y Certificaciones

Aunque el 54.5% de las bodegas ha definido una política ambiental y se observa que el monitoreo, medición y evaluación de la gestión ambiental se realiza en el 54.5% de los casos, la implementación de sistemas formales como ISO 14.001 o EMAS es baja, con el 54.5% no contando con ninguna certificación. Esto sugiere que, si bien hay intenciones y acciones individuales, la formalización y el reconocimiento externo de la gestión ambiental aún están pendientes para las bodegas encuestadas

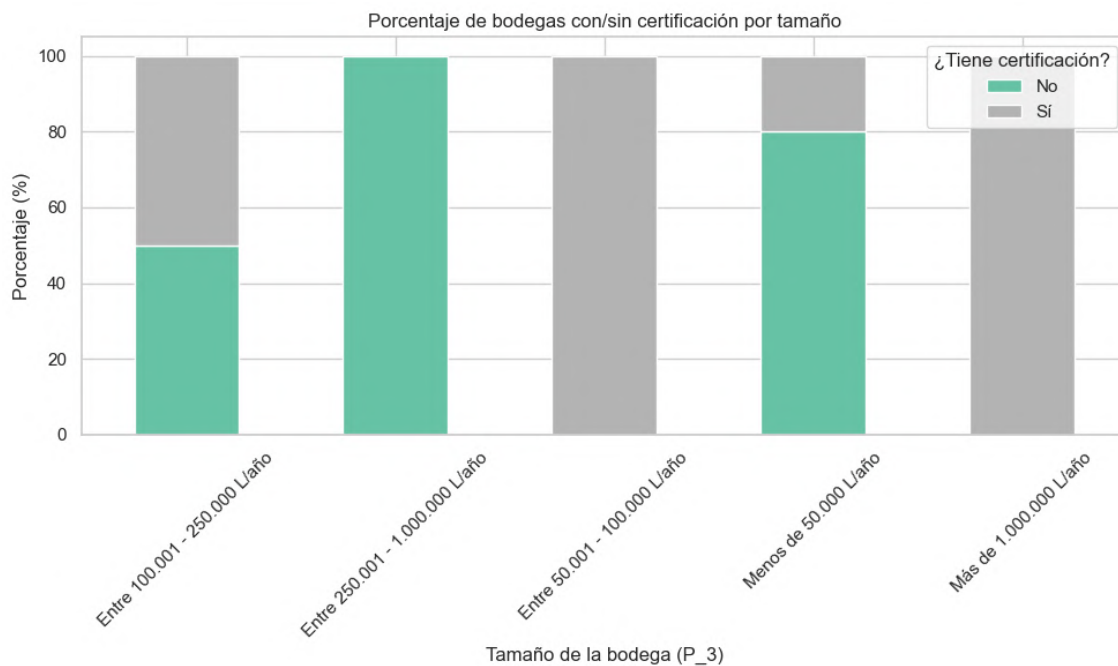


Figura 13 Porcentaje de bodegas con o sin certificación según su tamaño Fuente: Elaboración propia

A pesar de estas representaciones, es difícil establecer una relación significativa y concluyente entre el tamaño de la bodega y la certificación ISO 14001. La razón principal es la muy baja proporción de bodegas analizadas en general, y en particular, en cada una de las categorías de tamaño.

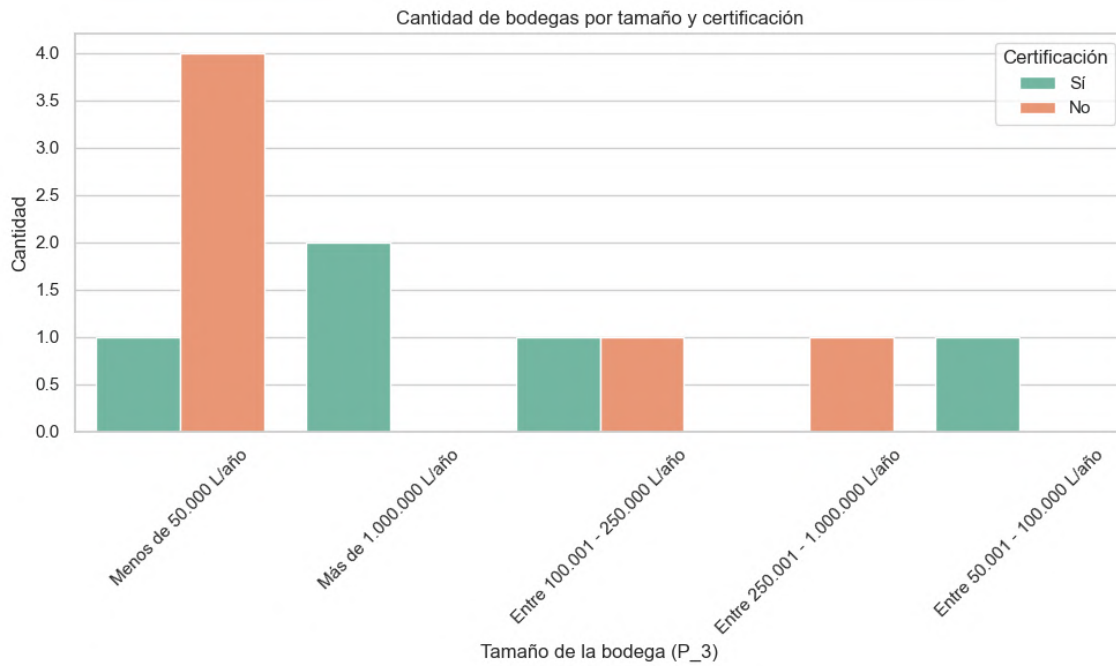


Figura 14 Cantidad de bodegas encuestadas en relación a su tamaño y certificación ISO 14.001 Fuente: Elaboración propia

Con tan pocos puntos de datos en cada segmento, cualquier patrón observado podría ser el resultado de una coincidencia o de la particularidad de las pocas bodegas incluidas en la muestra, en lugar de una tendencia real aplicable a una población más amplia de bodegas. Para poder determinar si existe una relación significativa, sería necesario contar con una muestra mucho mayor y más representativa de bodegas en cada uno de los rangos de tamaño.

No obstante si tomamos como referencia el número de empleados tal y como se muestra en la figura a continuación podemos observar una relación directa entre el número de empleados y la obtención de la certificación.

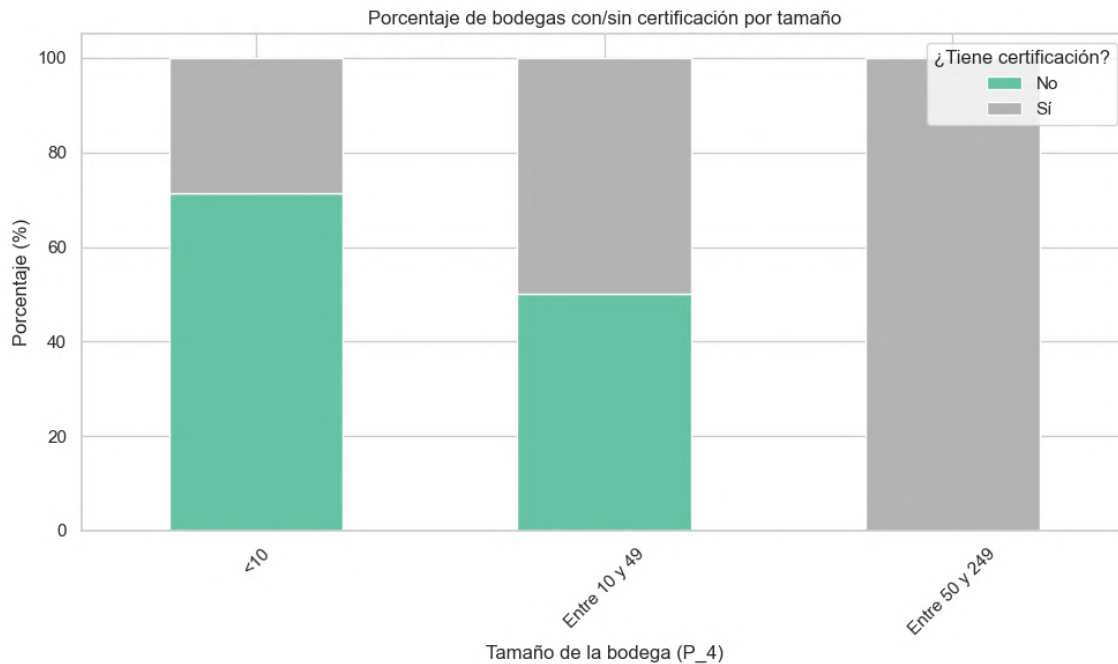


Figura 15 Relación entre el tamaño de la bodega según sus trabajadores y la certificación ISO 14:001 Fuente: Elaboración propia

Las bodegas que disponen de mayores recursos humanos y productivos presentan una mayor probabilidad de adoptar certificaciones ambientales. Esto podría explicarse por la presencia de personal técnico especializado o departamentos específicos encargados de la gestión ambiental, así como por la búsqueda de mejorar la imagen corporativa ante clientes o mercados internacionales y la necesidad de cumplir con exigencias regulatorias más estrictas. La ausencia de certificación en las bodegas de menor tamaño no puede consecuencia de limitaciones estructurales en cuanto a recursos, acceso a la información o acompañamiento técnico especializado.

El 81.8% de las bodegas no mide su huella de carbono (alcance 1+2), y un abrumador 90.9% no mide el alcance 3 (emisiones indirectas). Además, solo un pequeño 9.1% tiene su huella de carbono certificada. La ausencia total (100%) de medición de la huella de carbono de al menos una unidad funcional de producto bajo el enfoque "Cradle to Door" es un indicador claro de que las bodegas aún no han adoptado una perspectiva completa del ciclo de vida del producto en relación con el carbono.

El 81.8% de las bodegas no mide su huella de carbono (alcance 1+2), y 90.9% no mide el alcance 3 (emisiones indirectas). Además, solo un pequeño 9.1% tiene su huella de carbono certificada.

La implementación de un sistema de gestión energética ISO 50.001 es inexistente en las bodegas encuestadas, no existiendo un marco estructurado para optimizar la eficiencia energética.

4.2.4 Formación y comunicación

Los requerimientos legales de gestión de residuos pueden estar al origen que el 54,4% de bodegas que ofrece formación ambiental a sus empleados con frecuencia alta

El 100% de las bodegas ha completado que el correo electrónico es la forma de comunicación interna, en cuanto a la comunicación externa la mayoría de las bodegas lo hacen a través de su página web y redes sociales.

4.2.5 Consumos de las bodegas

En cuanto al consumo energético, el 63.6% mide tanto el consumo eléctrico como el de combustibles

Tabla 9 Consumos de la bodega en función de su producción Fuente: Elaboración propia

%	Electricidad (P_33) kWh/año						Combustible (P_34) L/año					Agua (P_39) m³/año				
	Tamaño de bodega (P_3) L/año	25.000 - 50.000	50.000 - 75.000	75.000 - 150.000	Menos de 25.000	Más de 350.000	No se mide	1.000 - 10.000	10.000 - 25.000	Menos de 1.000	Más de 50.000	No se mide	100 - 250	250- 500	500 - 1000	Menos de 100
Entre 1001 - 2500	0	0	0	50	0	50	100	0	0	0	0	0	50	0	50	0
Entre 2501 - 100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	100	0	0
Entre 501 - 1000	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0
Menos de 500	20	0	20	60	0	0	0	20	40	0	40	40	0	0	60	0
Más de 100	0	0	50	0	50	0	0	50	0	50	0	0	50	0	0	50

El análisis comparativo entre tamaño de bodega y rangos de consumo evidencia que a mayor volumen de producción, mayor el consumo energético e hídrico. Tanto en el caso de la electricidad (P_33) como del consumo de agua (P_39), se observa una progresión ascendente: las bodegas más pequeñas se concentran en los rangos bajos de consumo, mientras que las de mayor tamaño aparecen en categorías medias y altas.

El comportamiento del consumo de combustible (P_34) resulta menos lineal. Algunas bodegas pequeñas muestran valores altos o no medidos, y las de gran tamaño se dividen entre los rangos medios y altos. Puede influenciar la distancia al viñedo, tipo de maquinaria, la climatización o la presencia de fuentes energéticas alternativas.

El uso de energías renovables también es limitado, con el 36.4% que no utiliza ninguna, y la mayoría que sí lo hace, es en proporciones menores al 50% de su consumo total. En términos de consumo eléctrico, un 36.4% de las bodegas consume menos de 25.000 kWh/año que denota muchas de las bodegas encuestadas son de tamaño pequeño con poca demanda energética.

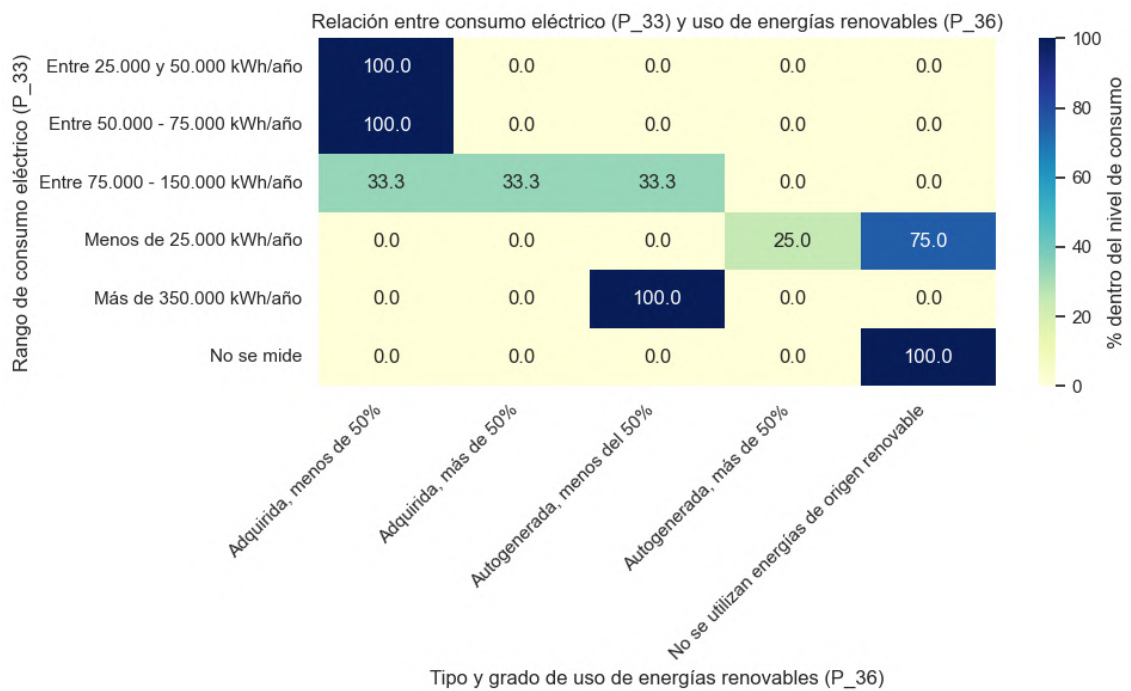


Figura 16 Relación entre el rango de consumo eléctrico y el tipo y grado de uso de energías renovables. Fuente: Elaboración propia

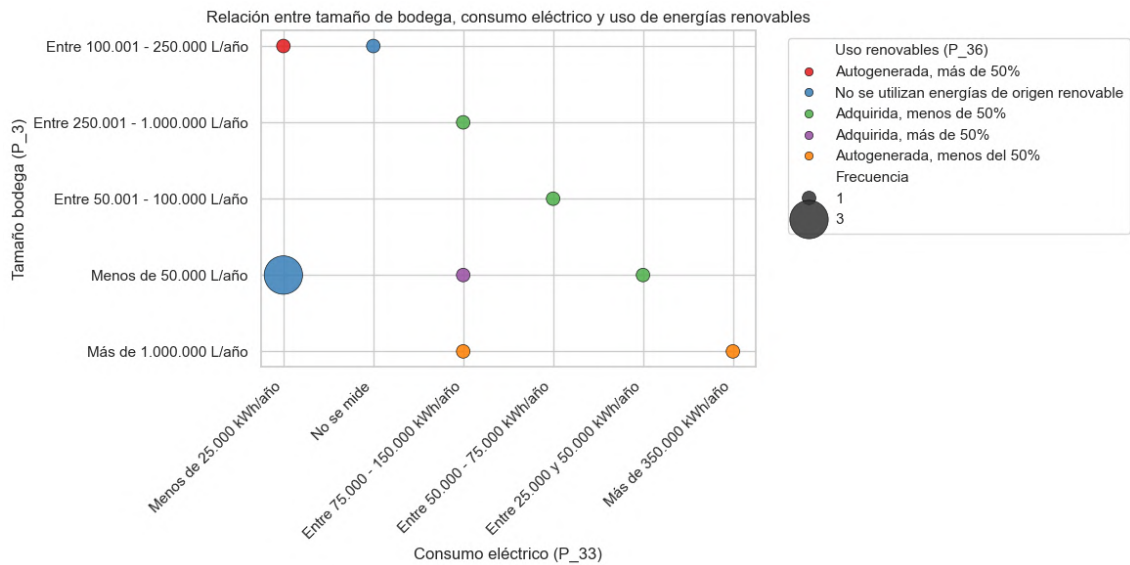


Figura 17 Diagrama de burbujas relacionando el consumo eléctrico con el uso de renovables y tipo de consumo Fuente: Elaboración propia

El cruce entre consumo eléctrico, tamaño de bodega y uso de energías renovables muestra que las bodegas de mayor escala presentan mayor diversidad energética, incluyendo alternativas renovables, mientras que las más pequeñas tienden a no utilizarlas o no medir su consumo. Aún con la baja densidad de datos en algunas combinaciones, los resultados coinciden en parte con estudios del sector vitivinícola que indican que las bodegas de mayor escala tienden a adoptar soluciones energéticas más sostenibles, favorecidas por su mayor capacidad de inversión y retorno económico

4.2.6 Políticas ambientales

Las políticas ambientales de las bodegas están enfocadas sobre todo a la reducción del consumo de agua (81.8%) y energía (90.9%), así como en la reducción de residuos (54.5%)

La existencia de planes para cumplir objetivos medioambientales (54.5% con planes) es positiva, aunque el 27.3% no haya establecido objetivos, lo que dificulta la medición del progreso. La predominancia del método cualitativo para evaluar el análisis de riesgos (54.5%) podría indicar una menor rigurosidad en la identificación y cuantificación de los riesgos ambientales.

La implantación de un plan de emergencias es del 63.6% contando con planes de prevención y mitigación. Las exigencias normativas y requerimientos legales cada vez más estrictos pueden haber fomentado la preparación de planes de emergencia como es el caso de la preparación para incendios con un 90,9%.

***ANEXO 4 MATRIZ DE SOSTENIBILIDAD CON INDICADORES DE
GESTIÓN AMBIENTAL***

ÍNDICE DE CONTENIDO

1 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES (KPI) DE SOSTENIBILIDAD	2
1.1 Asignación de variables a las preguntas	2
1.2 Consolidación de las variables con los indicadores de sostenibilidad (Key Performance IndicatorS)	5
2 RESULTADOS CON EL MODELO PREDICTIVO	6
2.1 Coeficientes Beta	7
2.2 Valoración cualitativa de los KPIS	8
2.3 Relación del modelo con los KPIs	16

Figura 1 Indicador según distintas variables asociadas Fuente: Elaboración propia

Figura 2 Visualización del impacto de los coeficientes logísticos. Fuente: Elaboración propia

Figura 3 Matriz de calor según los KPIs por tamaño de la bodega en relación a su producción anual Fuente: Elaboración propia

Figura 4 KPIs en relación a la tipología de bodega acorde a su producción anual Fuente: Elaboración propia

Figura 5 Influencia del aspecto evaluado en la probabilidad de certificación en la ISO 14.001 Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 Aspecto evaluado según la pregunta del formulario Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Codificación aplicada e indicador asociado de cada pregunta y respuesta Fuente: Elaboración propia

1 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES (KPI) DE SOSTENIBILIDAD

1.1 Asignación de variables a las preguntas

En la siguiente tabla se establecen las variables que se utilizarán para el modelo según las preguntas del formulario. Se identifica además el aspecto evaluado en cada una de las preguntas

Tabla 10 Aspecto evaluado según la pregunta del formulario Fuente: Elaboración propia

Código pregunta	Pregunta	Aspecto evaluado
P_1	1. Nombre de la bodega	/
P_2	2. Correo electrónico de contacto	/
P_3	3. Producción de vino anual (L/año)	CARACTERIZACION
P_4	4. Número de trabajadores	CARACTERIZACION
P_5	5. Cargo en la empresa en materia de sostenibilidad	CARACTERIZACION
P_6	6. ¿La bodega cuenta con alguno/s de los siguientes departamentos/áreas?	ESTRUCTURA
P_7	7. ¿Cuál es la estrategia de comunicación interna de la bodega?	COMUNICACIÓN
P_8	8. ¿Cuál es la estrategia de comunicación externa de la bodega?	COMUNICACIÓN
P_9	9. ¿La bodega divulga información ambiental a algún grupo de interés?	COMUNICACIÓN
P_10	10. ¿Existe claramente definido un Responsable Medioambiental en la bodega?	ESTRUCTURA
P_11	11. ¿Se ha definido una política ambiental?	POLITICA AMBIENTAL
P_12	12. ¿Cuál/es de estos compromisos está incluido en la política ambiental de la empresa?	POLITICA AMBIENTAL
P_13	13. ¿Cuáles son los principales objetivos ambientales de la bodega?	POLITICA AMBIENTAL
P_14	14. ¿Qué aspectos del economía circular y ciclo de vida del producto están incluidos en la política ambiental de la bodega?	POLITICA AMBIENTAL

P_15	15. ¿Con qué frecuencia se revisa el sistema de gestión ambiental?	POLITICA AMBIENTAL
P_16	16. ¿Se cuenta con un plan para cumplir los objetivos medioambientales establecidos?	PLANIFICACION AMBIENTAL
P_17	17. ¿Qué método se usa para evaluar el análisis de riesgos?	POLITICA AMBIENTAL
P_18	18. ¿Se cuenta con planes de prevención y mitigación de impactos ambientales en caso de emergencia?	PLANIFICACION AMBIENTAL
P_19	19. ¿Cada cuánto se revisa el plan de emergencia?	PLANIFICACION AMBIENTAL
P_20	20. En caso positivo, ante qué situación/es está preparada la bodega?	PLANIFICACION AMBIENTAL
P_21	21. ¿La bodega cuenta con la certificación ISO 14.001 o EMAS?	CERTIFICACIONES
P_22	22. ¿Se monitorea, mide, evalúa la gestión ambiental?	SISTEMA GESTION AMBIENTAL
P_23	23. ¿Cómo se registra la información para demostrar que evalúa la efectividad de su sistema de gestión ambiental?	SISTEMA GESTION AMBIENTAL
P_24	24. ¿Existen requisitos legales por parte de organismos gubernamentales u otras autoridades pertinentes que la bodega tenga que cumplir en relación con los impactos ambientales?	REQUERIMIENTOS LEGALES
P_25	25. ¿Se ofrece formación medioambiental para el personal de la bodega?	FORMACION
P_26	26. ¿Qué porcentaje de trabajadores ha recibido formación ambiental?	FORMACION
P_27	27. Otros compromisos de la bodega	POLITICA AMBIENTAL
P_28	28. ¿La bodega mide su huella de carbono, emisiones directas e indirectas por energía importada (alcance 1+2)?	HUELLA DE CARBONO
P_29	29. ¿Se mide en su huella de carbono las emisiones indirectas (alcance 3)?	HUELLA DE CARBONO
P_30	30. ¿La bodega tiene su huella de carbono de la organización certificada?	CERTIFICACIONES

P_31	31. ¿La bodega mide la huella de carbono de al menos una unidad funcional de producto acorde al análisis de ciclo de vida Cuna a Puerta ("Cradle to Door")?	HUELLA DE CARBONO
P_32	32. ¿Se miden consumos energéticos y otros combustibles?	CONSUMOS
P_33	33. Rango de consumo eléctrico kWh/año	CONSUMOS
P_34	34. Rango de consumo de combustibles L/año	CONSUMOS
P_35	35. ¿Se dispone de un sistema de gestión Energética ISO 50.001?	CERTIFICACIONES
P_36	36. Uso de energías renovables	ENERGÍAS RENOVABLES
P_37	37. ¿Se mide el consumo de agua?	CONSUMOS
P_38	38. ¿Se calcula la huella hídrica?	HUELLA HÍDRICA
P_39	39. Rango de consumo de agua anual (m ³ /año)	CONSUMOS
P_40	40. ¿Se miden y caracterizan los residuos y vertidos?	GESTION RESIDUOS
P_41	41. ¿Qué cantidad de residuos es destinada a valorización (incluido en el propio proceso)?	GESTION RESIDUOS
P_42	42. ¿Se han implantado Buenas Prácticas en el consumo de recursos sostenible?	POLITICA AMBIENTAL
P_43	43. ¿Se han identificado áreas de biodiversidad en el viñedo o la bodega?	POLITICA AMBIENTAL
P_44	44. ¿La bodega está certificada en producción ecológica?	CERTIFICACIONES
P_45	45. ¿Se emplea uva procedente de viñedo ecológico, biodinámico, viticultura regenerativa?	POLITICA AMBIENTAL
P_46	46. ¿La bodega dispone de alguno/s de estos planes de reducción?	PLANIFICACION AMBIENTAL

1.2 Consolidación de las variables con los indicadores de sostenibilidad (Key Performance IndicatorS)

Aspecto evaluado	Indicador	Variables
CARACTERIZACION		P_3
		P_4
		P_5
CERTIFICACIONES	I_cert	P_21
		P_30
		P_35
		P_44
COMUNICACIÓN	I_comu	P_7
		P_8
		P_9
CONSUMOS	I_cons	P_32
		P_33
		P_34
		P_37
		P_39
ENERGÍAS RENOPABLES	I_ren	P_36
ESTRUCTURA	I_est	P_10
		P_6
FORMACION	I_for	P_25
		P_26
GESTION RESIDUOS	I_res	P_40
		P_41
HUELLA DE CARBONO	I_hca	P_28
		P_29
		P_31
HUELLA HÍDRICA	I_hhi	P_38

POLITICA AMBIENTAL	I_pol	P_11
		P_12
		P_13
		P_14
		P_15
		P_17
		P_27
		P_42
		P_43
		P_45
REQUERIMIENTOS LEGALES	I_req	P_24
SISTEMA AMBIENTAL	GESTION I_sga	P_22
		P_23
PLANIFICACION AMBIENTAL	I_pla	P_16
		P_18
		P_19
		P_20
		P_46
		P_43
		P_45

Figura 18 Indicador según distintas variables asociadas Fuente: Elaboración propia

2 RESULTADOS CON EL MODELO PREDICTIVO

2.1 Coeficientes Beta



Figura 19 Visualización del impacto de los coeficientes logísticos. Fuente: Elaboración propia

2.2 Valoración cualitativa de los KPIS

2.2.1 Tabla de codificación

Con el objetivo de cuantificar el grado de implantación de prácticas ambientales en las bodegas participantes, se elaboró un sistema de indicadores ambientales o KPIS (Key Performance Indicators) agrupados en catorce dimensiones temáticas. Cada dimensión agrupa varias preguntas del cuestionario asociadas a una categoría específica (por ejemplo: planificación, certificaciones, residuos, etc.), cuyos valores fueron codificados en una escala de 0 a 1 según su tipo de respuesta.

La codificación de las respuestas se realizó según los siguientes criterios:

- Respuestas binarias (Sí/No): se asignó el valor 1 a la opción afirmativa y 0 a la negativa.
- Preguntas de respuesta múltiple: el Palor se calcula dividiendo el número de ítems seleccionados entre el total de opciones posibles, resultando en un Palor entre 0 y 1.
- Preguntas ordinales o categorizadas: se transformaron en valores numéricos en función de la intensidad o frecuencia de la acción descrita. Por ejemplo, la opción “Cada 6 meses” se codificó con 1, mientras que “Nunca” o “No se tiene implantado” se codificó con 0.
- Preguntas no codificadas (p. ej. datos personales, preguntas abiertas): fueron excluidas del cálculo de los KPIS.

Posteriormente, los KPIS se calcularon como el promedio aritmético de los Palores numéricos asignados a las preguntas asociadas a cada dimensión. Así, cada bodega obtuvo un Palor normalizado por indicador, lo que permitió la comparación directa entre bodegas de distinto tamaño o características operativas.

El conjunto final de indicadores incluye: caracterización (I_car), estructura (I_est), comunicación (I_com), política ambiental (I_pol), planificación (I_pla), certificaciones (I_cer), sistema de gestión ambiental (I_sga), requisitos legales (I_req), formación (I_for), huella de carbono (I_hca), consumo de recursos (I_con), uso de energías renovables (I_ren), huella hídrica (I_hhi) y residuos (I_res).

Tabla 11 Codificación aplicada e indicador asociado de cada pregunta y respuesta Fuente: Elaboración propia

Código	Pregunta	Tipo de respuesta	Codificación aplicada	Indicador(es) asociado(s)
--------	----------	-------------------	-----------------------	---------------------------

P_1	Nombre de la bodega	Abierta (texto)	No aplica	—
P_2	Correo electrónico de contacto	Abierta (texto)	No aplica	—
P_3	Producción de Pino anual (L/año)	Escala ordinal	No codificada, se usa como grupo	I_car
P_4	Número de trabajadores	Escala ordinal	No codificada, se usa como grupo	I_car
P_5	Cargo en la empresa en sostenibilidad	Categórica	No transformada numéricamente	I_car
P_6	¿La bodega cuenta con algún departamento/área ambiental?	Multirespuesta (9 ítems)	Normalizada (n/9)	I_est
P_7	Estrategia de comunicación interna	Multirespuesta (5 ítems)	Normalizada (n/5)	I_com
P_8	Estrategia de comunicación externa	Multirespuesta (6 ítems)	Normalizada (n/6)	I_com
P_9	Divulgación a grupos de interés	Multirespuesta (6 ítems)	Normalizada (n/6)	I_com
P_10	Responsable medioambiental definido	Binaria	Sí=1, No=0	I_est
P_11	¿Existe política ambiental?	Binaria	Sí=1, No=0	I_pol
P_12	Compromisos incluidos en política ambiental	Multirespuesta (8 ítems)	Normalizada (n/8)	I_pol
P_13	Objetivos ambientales principales	Multirespuesta (7 ítems)	Normalizada (n/7)	I_pol

P_14	Aspectos del ciclo de Pida incluidos	Multirespuesta (3 ítems)	Normalizada (n/3)	I_pol
P_15	Frecuencia de revisión del sistema de gestión ambiental	Ordinal categorizada	Escala: 1 a 0	I_pol
P_16	¿Se cuenta con un plan para objetivos ambientales?	Ordinal escalada	Sí=1, No= No existen=0	I_pla
P_17	Método de análisis de riesgos	Categórica ordinal	Cuant=0.5, Cualit=0.5, Otra=0	I_pol
P_18	¿Existen planes de prevención en caso de emergencia?	Binaria	Sí=1, No=0	I_pla
P_19	Revisión del plan de emergencia	Ordinal categorizada	Escala: 1 a 0	I_pla
P_20	Situaciones de emergencia contempladas	Multirespuesta (6 ítems)	Normalizada (n/6)	I_pla
P_21	¿Cuenta con certificación ISO 14001 o EMAS?	Categórica	Sí=1, No=0	I_cer
P_22	¿Se monitorea la gestión ambiental?	Binaria	Sí=1, No=0	I_sga
P_23	Formatos de registro de gestión ambiental	Multirespuesta (5 ítems)	Normalizada (n/5)	I_sga
P_24	¿Existen requisitos legales obligatorios?	Binaria	Sí=1, No=0	I_req

P_25	Frecuencia de formación ambiental	Ordinal categorizada	Escala: 1 a 0	I_for
P_26	Porcentaje de trabajadores con formación	Ordinal categorizada	0.25–1 según tramo	I_for
P_27	Otros compromisos	Abierta (texto)	No codificada	I_pol
P_28	¿Se mide la huella de carbono (alcances 1 y 2)?	Binaria	Sí=1, No=0	I_hca
P_29	¿Se mide huella de carbono (alcance 3)?	Binaria	Sí=1, No=0	I_hca
P_30	¿Está certificada la huella de carbono?	Binaria	Sí=1, No=0	I_cer
P_31	¿Se calcula huella de producto según ACD?	Binaria	Sí=1, No=0	I_hca
P_32	¿Se miden consumos energéticos o combustibles?	Categorica	Sí, consumo de combustibles=0.5 , Sí, consumo eléctrico=0.5 ,Sí, ambos=1 , No=0	I_con
P_33	Rango de consumo eléctrico anual	Ordinal categorizada	Escala: 1 a 0	I_con
P_34	Rango de consumo de combustibles	Ordinal categorizada	Escala: 1 a 0	I_con

P_35	¿Tiene certificación ISO 50001?	Binaria	Sí=1, No=0	I_cer
P_36	Uso de energías renovables	Escala ordinal	Autogenerada, menos del 50% = 1 Autogenerada, más del 50% = 0.75 Adquirida, menos del 50% = 0.25 Adquirida, más del 50% = 0.5 No se utilizan energías de origen renovable = 0	I_ren
P_37	¿Se mide el consumo de agua?	Binaria	Sí=1, No=0	I_con
P_38	¿Se calcula huella hídrica?	Binaria	Sí=1, No=0	I_hhi
P_39	Rango de consumo de agua anual	Ordinal categorizada	Escala: 1 a 0	I_con
P_40	¿Se miden y caracterizan residuos y vertidos?	Binaria	Sí=1, No=0	I_res
P_41	Porcentaje de residuos valorizados	Ordinal categorizada	0.25–1 según tramo	I_res
P_42	¿Se han implantado buenas prácticas en consumo de recursos?	Binaria	Sí=1, No=0	I_pol
P_43	¿Se han identificado áreas de biodiversidad?	Binaria	Sí=1, No=0	I_pol

P_44	¿Está certificada en producción ecológica?	Binaria	Sí=1, No=0	I_cer
P_45	Uso de uva de origen sostenible (ecológica, biodinámica...)	Escala ordinal	0 a 1 según proporción	I_pol
P_46	¿Dispone de planes de reducción ambiental?	Multirespuesta (6 ítems)	Normalizada (n/6)	I_pla

2.2.2 Resultados

La interpretación de los resultados obtenidos se ha realizado con un enfoque analítico y comparativo, valorando las diferencias entre grupos de producción en función de los indicadores ambientales construidos. No obstante, se es plenamente consciente de que el tamaño reducido de la muestra, especialmente en ciertos rangos de producción, limita la representatividad estadística de los datos. A pesar de esta limitación, los patrones observados coinciden con las tendencias identificadas en estudios recientes sobre sostenibilidad vitivinícola. Diversos informes sectoriales apuntan a que las grandes bodegas lideran la adopción de sistemas de gestión ambiental, mientras que las pequeñas y medianas enfrentan barreras estructurales para su implementación, lo que refuerza la validez contextual de los resultados obtenidos en este trabajo

El análisis del desempeño ambiental de las bodegas, medido a través de los indicadores (KPIs) agregados, revela una correlación positiva entre el volumen de producción y el grado de implantación de prácticas ambientales sistemáticas. Tal como se aprecia en el mapa de calor, los valores medios de los KPIs tienden a incrementarse conforme aumenta el tamaño de la bodega, especialmente en los grupos comprendidos entre 250.001 L/año y más de 1.000.000 L/año.

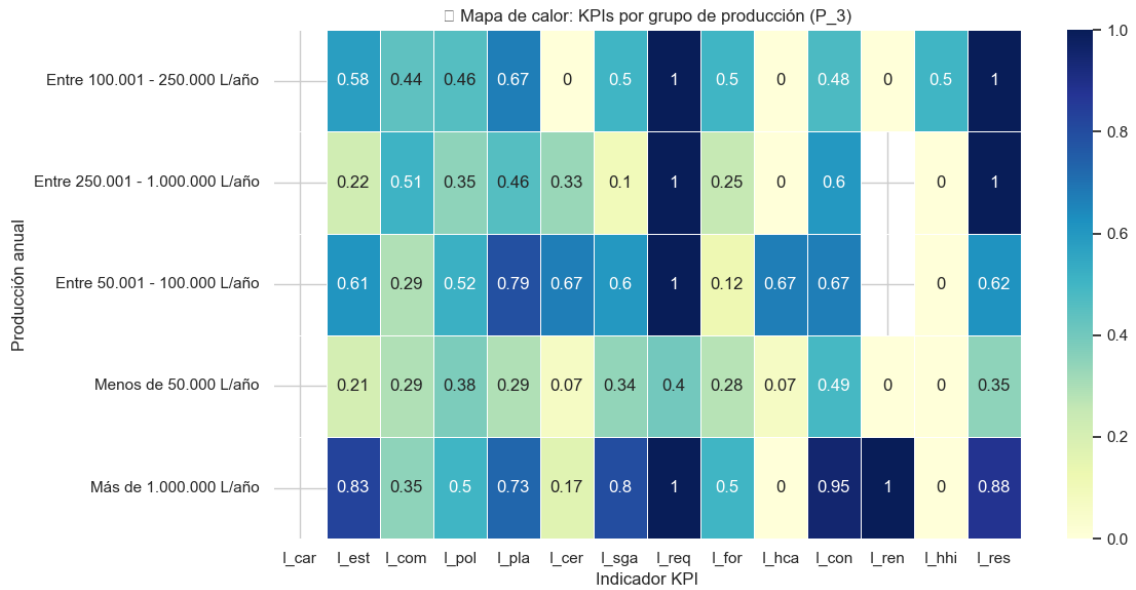


Figura 20 Matriz de calor según los KPIs por tamaño de la bodega en relación a su producción anual Fuente: Elaboración propia

En las bodegas de menor escala (<50.000 L/año), los indicadores I_pol, I_hca, I_hhi y I_ren presentan valores nulos o muy próximos a cero, lo que evidencia la ausencia o escasa formalización de políticas ambientales, la no cuantificación de huellas (carbono e hídrica) y una limitada utilización de energías renovables. Por el contrario, los indicadores relacionados con consumos (I_con) y con la existencia de sistemas de gestión (I_sga) muestran valores intermedios incluso en este grupo, lo que sugiere cierta presencia de controles básicos aunque no siempre articulados en una estructura formal de sostenibilidad.

En el segmento de 100.001–250.000 L/año se observan valores elevados en I_sga y I_res (ambos cercanos a 1), lo que indica un mayor grado de seguimiento documental y valorización de residuos. Este grupo parece representar un punto de inflexión en la transición hacia un perfil ambiental más consolidado. Asimismo, las bodegas de gran escala (>1.000.000 L/año) destacan por su desempeño integral: presentan valores altos o muy altos en I_est, I_pla, I_sga, I_cer, I_con y I_res, reflejando una implementación madura de políticas, planificación, certificaciones, control de consumos y valorización de residuos.

Cabe destacar, sin embargo, que incluso en los grupos de mayor tamaño, algunos indicadores como I_hca (huella de carbono) y I_hhi (huella hídrica) permanecen con Palores nulos, lo que sugiere que la medición cuantitativa de impactos aún no está generalizada. Esta carencia puede deberse a la falta de exigencia normativa o a la complejidad técnica de su cálculo.

A pesar de la nitidez de ciertas tendencias, es fundamental señalar que estos resultados deben interpretarse como exploratorios. El número limitado de bodegas dentro de algunos rangos de producción podría afectar la robustez estadística de los promedios obtenidos. Por tanto, las conclusiones aquí

presentadas deben entenderse como puntos de partida para futuras investigaciones más amplias y representativas.

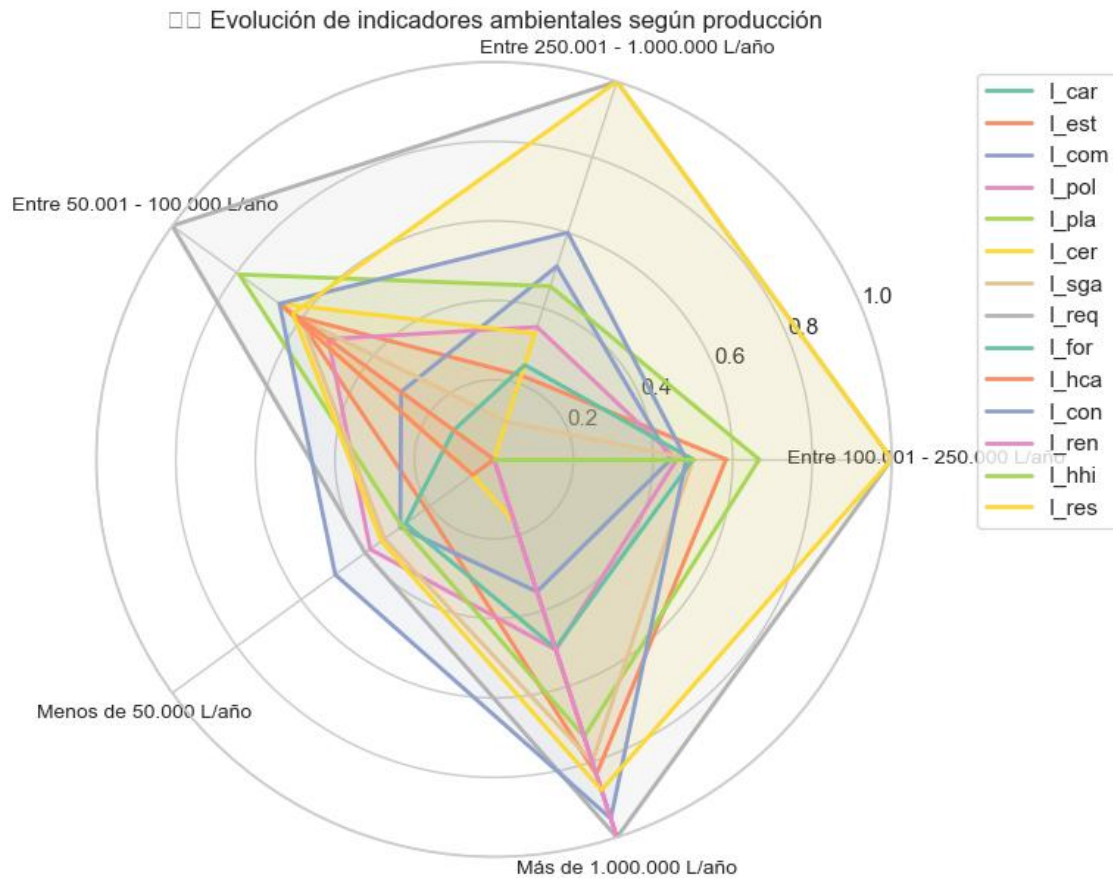


Figura 21 KPIs en relación a la tipología de bodega acorde a su producción anual Fuente: Elaboración propia

La representación radial de los indicadores ambientales evidencia que el desempeño en sostenibilidad mejora de manera correlacional con el aumento del volumen de producción, particularmente en las dimensiones de política, planificación, formación y certificaciones. Sin embargo, indicadores como huella de carbono o huella hídrica continúan mostrando baja implantación en todos los niveles, lo que refleja una brecha en la medición de impactos.

2.3 Relación del modelo con los KPIs

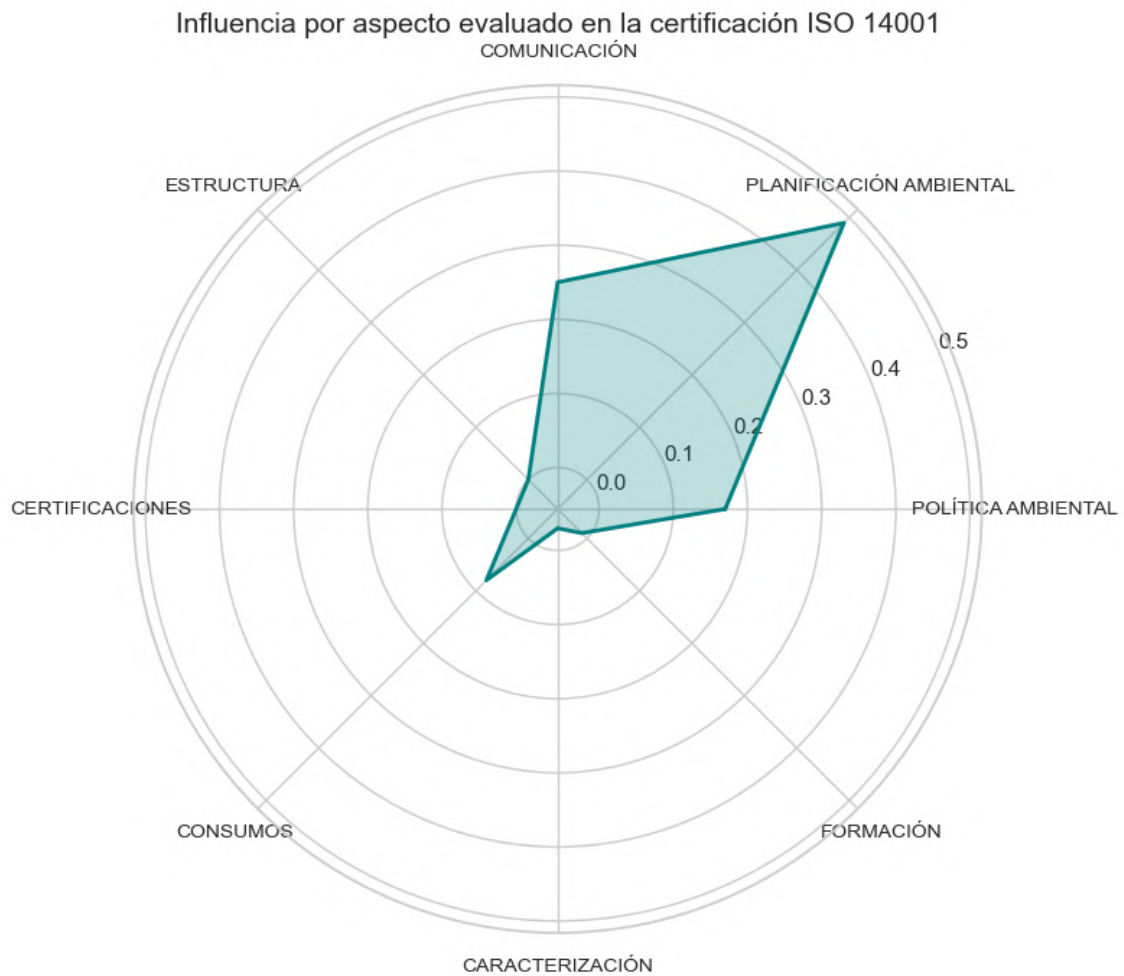


Figura 22 Influencia del aspecto evaluado en la probabilidad de certificación en la ISO 14.001 Fuente: Elaboración propia

Acorde con los resultados del modelo se obtiene que la mayor ponderación en la búsqueda de la certificación ISO 14.001 recae principalmente en la planificación ambiental. Los datos tendrán que estudiarse de nuevo con una muestra mas amplia para poder paliar los resultados.

ANEXO 5: DISEÑO E IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	EMPLAZAMIENTO DE LA BODEGA	5
2	DATOS DE RADIACIÓN	6
3	CONSUMO ELÉCTRICO DE LA BODEGA	8
4	IRRADIACIÓN SOLAR	9
5	CÁLCULO PRELIMINAR DE DIMENSIONAMIENTO	10
5.1	Potencia fotovoltaica	10
5.2	Cálculo preliminar de módulos	11
5.3	Inversor	11
6	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON EL PROGRAMA PYSYST	12
6.1	Datos meteorológicos, radiación solar y trayectorias solares	12
6.2	Orientación.....	15
6.3	Resumen del sistema.....	17
6.4	Definición del sistema	18
6.5	Simulación 3D	19
6.6	Diagrama de pérdidas	21
6.7	Resultados de la simulación	22
6.8	Componentes del sistema.....	23
6.9	Valoración económica	28
6.10	Viabilidad de la inversión.....	28
6.11	Balance Carbono estimado.....	31
7	IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTÁICO	32
7.1	Normativas de aplicación y reglamentos	32
7.2	Descripción general y particularidades del proyecto	33
7.3	Instalación Eléctrica.....	41
7.4	Cálculos Eléctricos - Instalación Fotovoltaica 20 kWp.....	46
7.5	FICHAS TÉCNICAS.....	49

Tabla 1 Detalle de la referencia catastral Fuente: Elaboración propia	5
Tabla 2 Cuadro de consumos electricos de la bodega de Navas del Rey Fuente: Elaboración propia	8
Tabla 3 Promedios de consumo Fuente: Elaboración propia.....	8
Tabla 4 Potencia fotovoltaica	10
Tabla 5 Número de módulos necesarios según la potencia del módulo Fuente: Elaboración propia	11
Tabla 6 Cadenas y módulos elegidos Fuente: Elaboración propia.....	34
Tabla 7 Características del inversor Fuente: Elaboración propia	37
Tabla 8 Datos de producción mensual generada Fuente: Elaboración propia ...	40
Tabla 9 Descripción según códigos Fuente: Elaboración propia	42
Tabla 10 Parametros de protección Fuente: Elaboración propia	44
Tabla 11 Secciones según corriente Fuente: Elaboración propia	45
Tabla 12 Resumen caídas Fuente: Elaboración propia	48
Figura 1 Emplazamiento de la bodega Fuente: Elaboración propia.....	5
Figura 2 Referencia catastral de la bodega Fuente: Elaboración propia.....	5
Figura 3 Área disponible para los paneles fotovoltaicos. Fuente: Google Earth Pro	6
Figura 4 Rendimiento de un Sistema FV. Fuente: PVGIS-5 UE.....	7
Figura 5 Energía FV y radiación solar mensual. Fuente PVGIS-5.....	7
Figura 6 Hora Solar Pico Fuente: power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/	9
Figura 7 Datos de radiación en Navas del Rey Fuente: ADRASE, Acceso a Datos de Radiación Solar en España	10
Figura 8 Coordenadas de la bodega Fuente: PVsyst	12
Figura 9 Datos meteorológicos y solares de Navas del Rey Fuente PVsyst.....	12
Figura 10 Irradiación horizontal Fuente PVsyst	13
Figura 11 Temperaturas medias en Navas del Rey Fuente: PVsyst	14
Figura 12 Zonas climáticas Fuente CTE	15
Figura 13 Orientación Fuente: PVsyst	16
Figura 14 Optimizaciones según estación Fuente: PVsyst.....	17
Figura 15 Vista del sistema Fuente: PVsyst	18
Figura 16 Diagrama unifilar Fuente: PVsyst	19
Figura 17 Simulación 3D Fuente: PVsyst	19
Figura 18 Reparación de cadenas de módulos Fuente: PVsyst	20
Figura 19 Diagrama de pérdidas Fuente: PVsyst.....	21
Figura 20 Producciones normalizadas Fuente: PVsyst	22
Figura 21 Proporción de rendimiento Fuente: PVsyst	22
Figura 22 Distribución de la potencia Fuente: PVsyst.....	23
Figura 23 Imagen panel 500W	24
Figura 24 Imagen inversor Huawei	25
Figura 25 Imagen vatímetro	25

Figura 26 Imagen Dongle	26
Figura 27 Imagen estructura	26
Figura 28 Imagen cables	27
Figura 29 Imagen conectores.....	27
Figura 30 Resumen de inersion Fuente: PVsyst	28
Figura 31 Flujo de caja Fuente: PVsyst	29
Figura 32 Resultados economicos detallados Fuente: PVsyst.....	30
Figura 33 Viabilidad economica Fuente: PVsyst.....	30
Figura 34 Perdidas estimadas Fuente: PVsyst.....	40

1 EMPLAZAMIENTO DE LA BODEGA

La bodega se sitúa en Navas del Rey, un municipio madrileño situado a unos 52 km de la capital, con acceso por la carretera M-501. Su emplazamiento un nexo entre Sierra de Guadarrama y la majestuosa Sierra de Gredos



Figura 23 Emplazamiento de la bodega Fuente: Elaboración propia

PARCELA CATASTRAL 4415606UK9741N

Croquis

Fotografía fachada

Parcela construida sin división horizontal
 PS CASTILLO ENRIQUE IV 1
 NAVAS DEL REY (MADRID)
 5.239 m²

Figura 24 Referencia catastral de la bodega Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Detalle de la referencia catastral Fuente: Elaboración propia

REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN	USO	SUP. CONSTRUIDA (m ²)	AÑO	PARTICIPACIÓN DEL INMUEBLE
4415606UK9741N0001ZK	PS CASTILLO ENRIQUE IV 1	Industrial	1.054	1990	100,00

Para la implantación de paneles fotovoltaicos, se estudió la ubicación y aprovechamiento de cubiertas disponibles para instalación fotovoltaica.



Figura 25 Área disponible para los paneles fotovoltaicos. Fuente: Google Earth Pro

La estructura de techado de la bodega es un tejado a 2 aguas con pendiente de 25° de cada lado. A efectos de este estudio, no se hará el cálculo de estructura para la instalación de los módulos fotovoltaicos. Se hará el estudio únicamente en la cubierta Sur considerándose una orientación más adaptada a la instalación de los paneles.

2 DATOS DE RADIACIÓN

Para estudiar los datos de radiación solar se utiliza el programa PVGIS-5 que analiza el rendimiento de un sistema FV conectado a la red.

Se ha tomado 25° de inclinación acorde con la pendiente del tejado y azimut 0° para estimar en una primera instancia el % de pérdidas en condiciones de exposición óptimas en la zona de la bodega. Se tendrá en cuenta el azimut en el programa PVSyst con el cual se hará una estimación más precisa.

Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

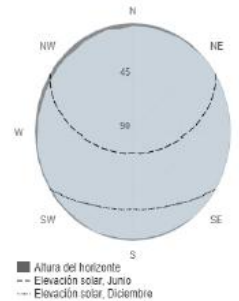
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 40.386,-4.245
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-SARAH2
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 1 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

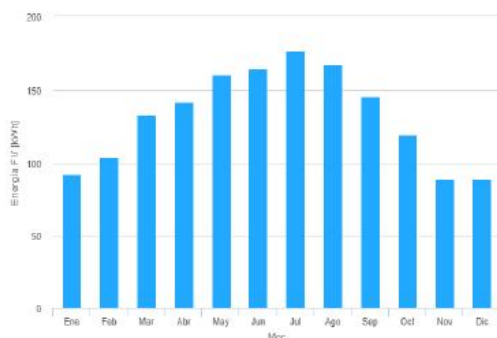
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 25 °
 Ángulo de azimut: 0 °
 Producción anual FV: 1586.58 kWh
 Irradiación anual: 2056.04 kWh/m²
 Variación interanual: 49.15 kWh
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -2.78 %
 Efectos espectrales: 0.46 %
 Temperatura y baja irradiancia: -8.12 %
 Pérdidas totales: -22.83 %

Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:

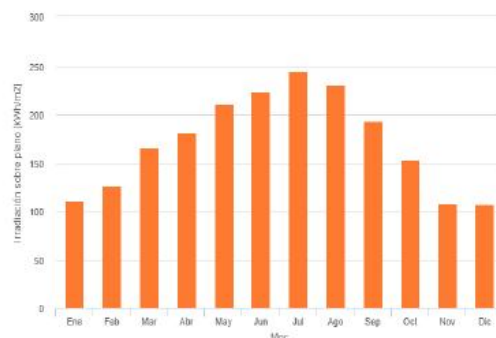


Figura 26 Rendimiento de un Sistema FV. Fuente: PVGIS-5 UE

Las gráficas presentan un resumen de la producción de energía fotovoltaica (FV) y la radiación solar mensual. A lo largo del año, se observa una tendencia en la que tanto la producción de energía como la irradiación solar alcanzan sus picos en los meses de verano, como julio, y disminuyen durante los meses de invierno, lo que es coherente con los patrones estacionales de la radiación solar.

Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E _m	H(i) _m	SD _m
Enero	92.5	110.9	18.2
Febrero	104.0	126.3	14.9
Marzo	133.3	165.6	17.1
Abril	141.9	181.6	11.4
Mayo	160.5	210.9	11.9
Junio	165.3	223.3	6.9
Julio	177.9	245.0	5.2
Agosto	168.1	230.5	5.0
Septiembre	145.5	193.3	6.0
Octubre	119.5	152.9	12.2
Noviembre	88.8	108.6	15.2
Diciembre	89.2	107.3	10.8

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

Figura 27 Energía FV y radiación solar mensual. Fuente PVGIS-5

La producción de energía mensual (E_m) representa la cantidad media de electricidad generada por el sistema fotovoltaico en kilovatios-hora (kWh) para cada mes del año. La irradiación (H(i)_m) indica la suma media mensual de la irradiancia global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema,

expresada en kilovatios-hora por metro cuadrado (kWh/m²). Finalmente, la desviación estándar de la producción mensual (SDm) cuantifica la variabilidad interanual de la producción eléctrica, lo que refleja la consistencia de la generación de energía en un mes determinado a lo largo de diferentes años. La desviación estándar (SDm) es generalmente menor en los meses de mayor producción, lo que sugiere una mayor estabilidad en la generación de energía durante esos períodos.

3 CONSUMO ELÉCTRICO DE LA BODEGA

Para hacer el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica, la bodega proporciona los datos de su consumo mensual para hacer el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica.

Tabla 13 Cuadro de consumos eléctricos de la bodega de Navas del Rey Fuente: Elaboración propia

Consumo eléctrico (kWh/mes)	
Enero	2380
Febrero	2885
Marzo	2419
Abril	2950
Mayo	2165
Junio	2232
Julio	2380
Agosto	2069
Septiembre	10030
Octubre	10402
Noviembre	4937
Diciembre	4058
Total anual	48907

Los consumos aumentan notablemente en temporada de vendimia concentrándose entre septiembre y diciembre el 60% del consumo anual. Este aumento de consumo significativo se debe a los procesos de fermentación donde es preciso el control de temperatura.

Teniendo en cuenta que la instalación se va a dimensionar para mejorar los datos de sostenibilidad y generación de energía renovable de autoconsumo, utilizaremos el promedio diario de 10 meses excluyendo los picos de consumo de septiembre y octubre para no sobredimensionar la instalación.

Tabla 14 Promedios de consumo Fuente: Elaboración propia

Promedios	
Promedio mensual kWh	2847,5
Promedio diario kWh	93,62

4 IRRADIACIÓN SOLAR

Para calcular la potencia la instalación fotovoltaica se recoge de los datos de la NASA la hora solar pico (HSP).

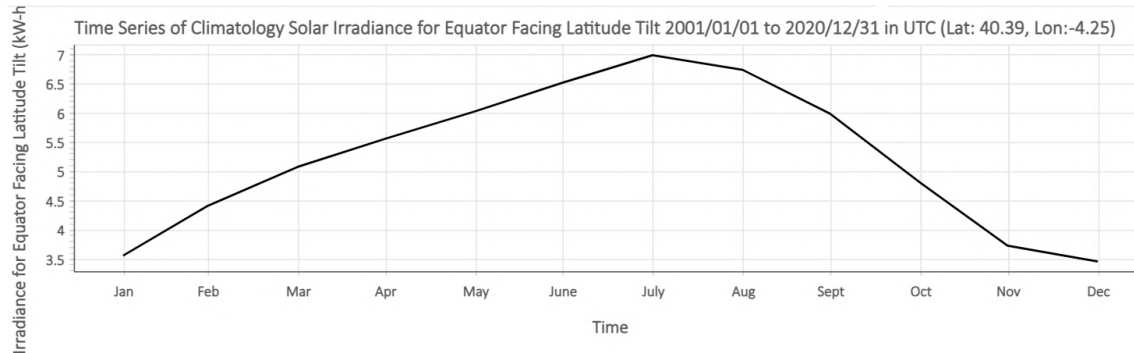
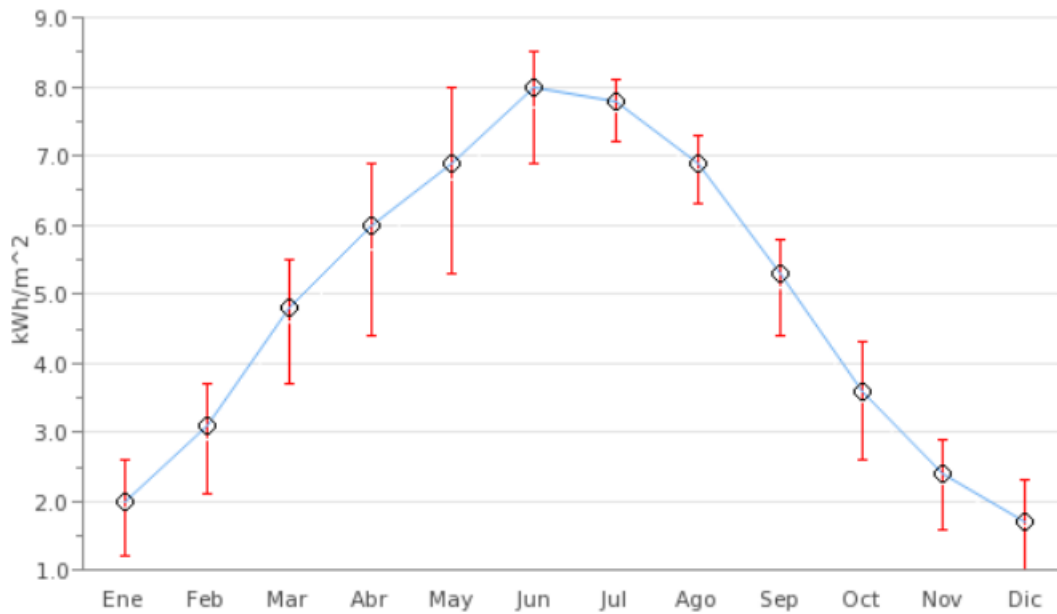


Figura 28 Hora Solar Pico Fuente: power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/

La hora solar pico representa la cantidad de radiación solar por unidad de superficie con una irradiación solar constante de $1.000\text{W}/\text{m}^2$. Se define como una franja horaria del día. En nuestro caso, la HSP es de 5,24h acorde con los datos extraídos

A través del ADRASE, Acceso a Datos de Radiación Solar en España, se obtienen los siguientes irradiación solar global sobre plano horizontal.

IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL SOBRE PLANO HORIZONTAL
Valores diarios medios para el emplazamiento: Latitud: 40.35 Longitud: -4.28



(kWh/m ²)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Percentil 75	2.6	3.7	5.5	6.9	8.0	8.5	8.1	7.3	5.8	4.3	2.9	2.3
Valor medio	2.0	3.1	4.8	6.0	6.9	8.0	7.8	6.9	5.3	3.6	2.4	1.7
Percentil 25	1.2	2.1	3.7	4.4	5.3	6.9	7.2	6.3	4.4	2.6	1.6	1.0

Figura 29 Datos de radiación en Navas del Rey Fuente: ADRASE, Acceso a Datos de Radiación Solar en España

5 CÁLCULO PRELIMINAR DE DIMENSIONAMIENTO

5.1 Potencia fotovoltaica

Para calcular la potencia fotovoltaica utilizamos los parámetros que hemos calculado anteriormente dividiendo el consumo diario por la hora solar pico

$$\text{Potencia fotovoltaica} = \frac{\text{Consumo diario}}{\text{HSP}}$$

Tabla 15 Potencia fotovoltaica

Promedio diario kWh/día	93,62
HSP h	5,24

Potencia fotovoltaica kW	17,87
---------------------------------	--------------

Las pérdidas del sistema debidas a temperatura, nubosidad, eficiencia del inversor o coeficientes de temperatura del módulo se considerarán directamente con el programa PVsyst. Se considerará puede considerar un sobredimensionamiento de ~10%-20%.

5.2 Cálculo preliminar de módulos

$$N^{\circ} \text{ de módulos} = \frac{\text{Potencia fotovoltaica (W)}}{\text{Potencia del módulo (W)}}$$

Considerando los principales módulos del mercado los valores de módulos, la potencia de módulos instalada oscila entre 370W y 550W. Para tener un orden de magnitud calculamos los módulos para dichas potencias acorde con las potencias genéricas disponibles en el programa de simulación PVsyst.

Tabla 16 Número de módulos necesarios según la potencia del módulo Fuente: Elaboración propia

Potencia Módulos W	N.º Módulos	N.º Módulos con pérdidas 20%
370	48	60
400	44	55
440	40	50
500	35	44
550	32	40

5.3 Inversor

El inversor cumple con la función de convertir la corriente continua generada por los módulos solares en corriente alterna. Deben cumplir con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica en baja tensión.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- principio de funcionamiento: fuente de corriente;
- auto conmutado;
- seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador;
- no funcionará en isla o modo aislado.

La potencia del inversor será como mínimo el 80% de la potencia pico real del generador fotovoltaico. Se opta para simplificar el estudio hacer la simulación del diseño de la instalación con un Kit Solar de Autosolar, inversor Huawei SUN2000-20KTL-M5 20kW Trifásico.

6 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON EL PROGRAMA PYSYST

Se define un sistema conectado a la red para el autoconsumo. Para diseñar la instalación fotovoltaica de la bodega se utiliza el programa PVsyst versión 8.0.13. de donde se extraen los datos presentados a continuación.

Se toman las coordenadas de la bodega:

Decimal Grad. Min. Seg.

Latitud [°] (+ = Norte, - = Hemisferio Sur)

Longitud [°] (+ = Este, - = Oeste de Greenwich)

Altitud M por encima del nivel del mar

Zona horaria Corresponde a una diferencia promedio
Hora Legal - Hora Solar = 1h 17m

Figura 30 Coordenadas de la bodega Fuente: PVsyst

6.1 Datos meteorológicos, radiación solar y trayectorias solares

Se selecciona el archivo de datos meteorológicos 'Navas del Rey_MN82_SYN.MET de Meteororm 8.2 (2001-2020)' del cual se extraen los valores medios mensuales de radiación , temperatura, velocidad del viento y humedad relativa.

	Irradiación horizontal global kWh/m ² /mes	Irradiación difusa horizontal kWh/m ² /mes	Temperatura °C	Velocidad del viento m/s	Turbidez Linke [-]	Humedad relativa %
Enero	63.3	25.1	6.0	2.69	2.373	69.5
Febrero	87.2	33.9	7.3	3.09	2.507	62.7
Marzo	136.1	51.1	10.8	3.49	2.857	55.6
Abril	171.0	52.2	13.3	3.40	2.878	53.6
Mayo	203.3	69.1	18.3	3.00	2.994	47.2
Junio	226.5	63.9	24.2	3.10	2.987	38.2
Julio	240.5	54.8	27.8	3.10	2.769	32.6
Agosto	210.0	60.7	27.2	2.90	2.844	34.1
Septiembre	155.7	45.2	21.9	2.60	2.788	43.6
Octubre	110.0	40.5	16.2	2.49	2.705	56.6
Noviembre	69.1	28.0	9.6	2.70	2.494	66.8
Diciembre	53.9	23.5	6.7	2.30	2.390	71.0
Año	1726.6	548.0	15.8	2.9	2.716	52.6
	Pegar	Pegar	Pegar	Pegar		

Irradiación horizontal global variabilidad año a año 3.7%

Figura 31 Datos meteorológicos y solares de Navas del Rey Fuente PVsyst

La irradiación horizontal global, representa la cantidad total de energía solar que llega a una superficie horizontal en un lugar determinado durante un periodo de tiempo. Se divide entre las componentes de Irradiación Directa Normal proyectada en el plano horizontal y la Irradiación difusa Horizontal.

La Irradiación Directa Normal proyectada en el plano horizontal es la radiación solar proveniente directamente sin ser dispersada. Para obtener el componente horizontal se tiene que tener en cuenta el ángulo cenital.

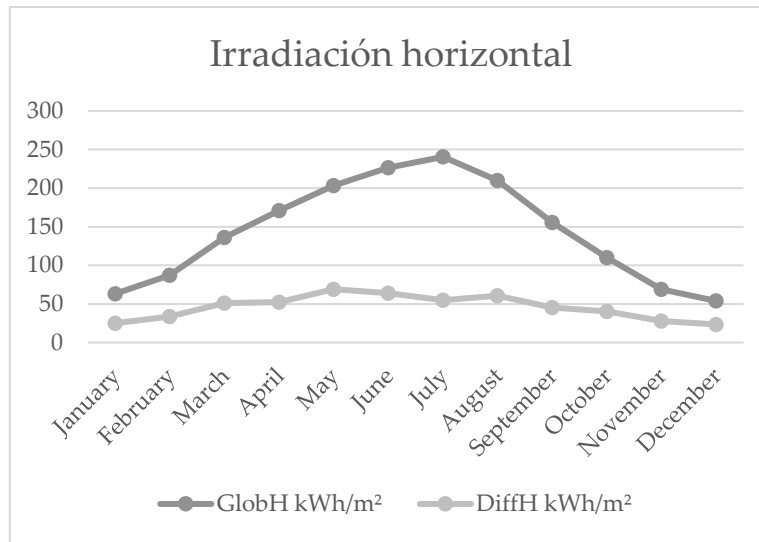


Figura 32 Irradiación horizontal Fuente PVsyst

La Irradiación difusa horizontal es la radiación solar dispersada por la atmosfera. En los meses con mayor probabilidad de nubosidad se observan una bajada considerable en la irradiación difusa horizontal.

En cuanto a las temperaturas, Navas del Rey de la Comunidad de Madrid con una altitud sobre el nivel del mar de 716 m, se sitúa en la zona D3 acorde con el Anejo B de Código Técnico de Edificación (CTE).

El CTE clasifica las distintas zonas de España según su severidad climática en invierno (letra A-E siendo A más cálida E más fría) y su severidad climática en verano (número 1-4 siendo 1 más suave y 4 más extrema).

En este caso y como bien se aprecia en el gráfico, acorde a las temperaturas medias estamos efectivamente en una zona D3 fría en invierno y con veranos calurosos.

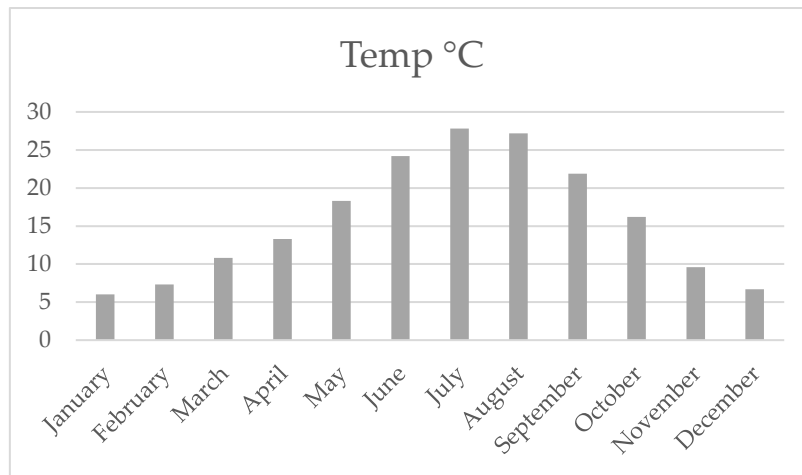


Figura 33 Temperaturas medias en Navas del Rey Fuente: PVsyst

La temperatura media anual en la zona de la bodega es de 15,8°C alcanzando temperaturas medias de 27,5°C en julio, el mes más caluroso y 6°C en enero el mes más frío.

El efecto de la temperatura, sobre todo en los meses calurosos puede afectar al rendimiento del sistema pudiendo tener rendimientos de 80% según los fabricantes. No obstante dada la mayor incidencia solar en verano, las pérdidas por temperatura pueden verse compensadas.

Tabla a-Anejo B. Zonas climáticas

Provincia	Altitud sobre el nivel del mar (h)																						
	≤ 50 m	51 - 100 m	101 - 150 m	151 - 200 m	201 - 250 m	251 - 300 m	301 - 350 m	351 - 400 m	401 - 450 m	451 - 500 m	501 - 550 m	551 - 600 m	601 - 650 m	651 - 700 m	701 - 750 m	751 - 800 m	801 - 850 m	851 - 900 m	901 - 950 m	951 - 1000 m	1001 - 1050 m	1051 - 1250 m	1251 - 300 m
Albacete	C3									D3									E1				
Alicante/Alacant	B4				C3					D3													
Almería	A4		B4		B3			C3				D3											
Araba/Álava	D1									E1													
Asturias	C1	D1								E1													
Ávila	D2									D1				E1									
Badajoz	C4						C3			D3													
Balears, Illes	B3				C3																		
Barcelona	C2				D2			D1				E1											
Bizkaia	C1				D1																		
Burgos	D1									E1													
Cáceres	C4									D3						E1							
Cádiz	A3			B3				C3			C2			D2									
Cantabria	C1	D1								E1													
Castellón/Castelló	B3		C3					D3			D2				E1								
Ceuta	B3																						
Ciudad Real	C4						C3			D3													
Córdoba	B4		C4							D3													
Coruña, A	C1				D1																		
Cuenca	D3									D2			E1										
Gipuzkoa	D1									E1													
Girona	C2		D2					E1															
Granada	A4	B4				C4				C3			D3			E1							
Guadalajara	D3									D2			E1										
Huelva	A4	B4		B3			C3				D3												
Huesca	C3				D3			D2				E1											
Jaén	B4					C4				D3				E1									
León	E1																						
Lleida	C3		D3						E1														
Lugo	D1									E1													
Madrid	C3										D3				D2		E1						
Málaga	A3		B3			C3				D3													
Melilla	A3																						
Murcia	B3		C3						D3														
Navarra	C2	D2			D1				E1														
Ourense	C3			C2		D2						E1											
Palencia	D1									E1													
Palmas, Las	α3					A2				B2			C2										
Pontevedra	C1				D1																		
Rioja, La	C2			D2						E1													
Salamanca	D2									E1													
Santa Cruz de Tenerife	α3					A2				B2			C2										
Segovia	D2									E1													
Sevilla	B4				C4																		
Soria	D2									D1	E1												
Tarragona	B3		C3					D3															
Teruel	C3						C2			D2				E1									
Toledo	C4									D3													
Valencia/València	B3		C3					D2				E1											
Valladolid	D2									E1													
Zamora	D2									E1													
Zaragoza	C3			D3						E1													

Figura 34 Zonas climáticas Fuente CTE

6.2 Orientación

Es necesario definir la orientación para la simulación del modelo. Para simplificar a nivel estructural la instalación se opta por alinear la orientación a la del edificio.

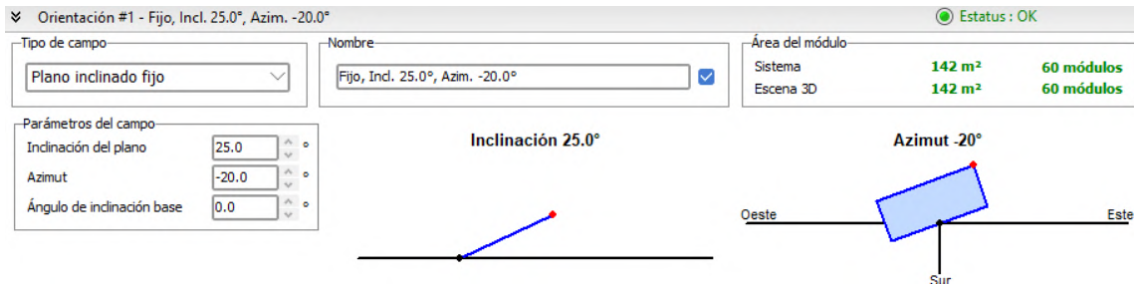
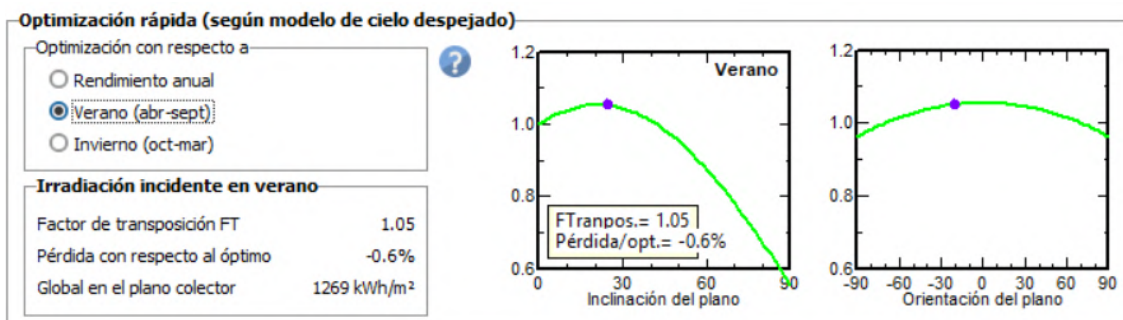
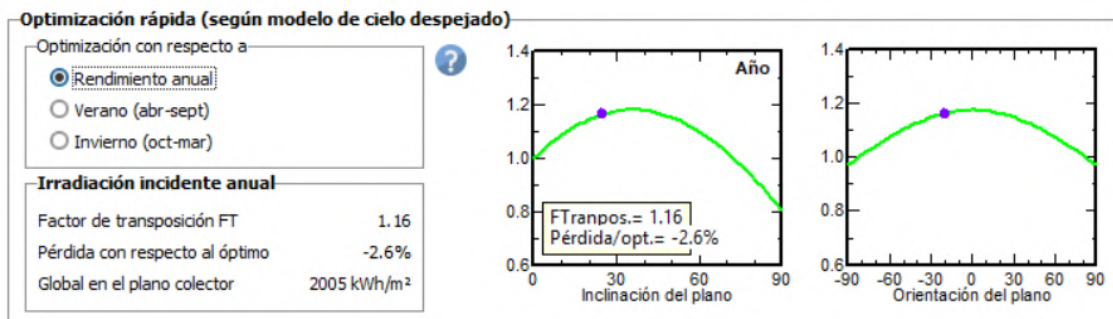


Figura 35 Orientación Fuente: PVsyst

Según los datos proporcionados por la bodega, la inclinación del tejado es de 25°. Se considera un azimut acorde con la orientación del edificio al Norte. Teniendo en cuenta la configuración del programa se toma -20° de azimut. Se genera un pérdida con respecto al óptimo de 0.6% en verano y 15.6% en invierno.

El programa cuenta con una parte de optimización rápida donde se puede observar según el rendimiento anual, verano o invierno, los cambios resultantes en el factor de transposición FT, la pérdida con respecto a la irradiación óptima y el global en el plano colector.

En relación a las posibles pérdidas por sombras, se ha establecido que instalación se realizará en el tejado de la bodega. Dada esta ubicación, se espera que no haya pérdidas significativas por sombreado debido a la altura y la ausencia de obstáculos cercanos en los alrededores del tejado y que los módulos no hacen sombra unos con otros.



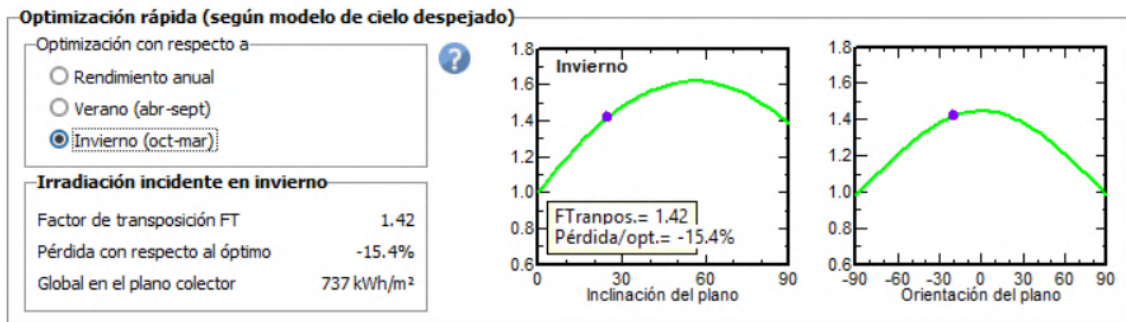


Figura 36 Optimizaciones según estación Fuente: PVsyst

6.3 Resumen del sistema

Sistema conectado a la red

Sitio geográfico	Navas del Rey (España)
Hemisferio	Norte
Coordenadas geográficas	40.39°(N), -4.25°(W), 716m,
UTC+1	

Compatibilidad entre definiciones de sistemas

Parámetros de orientación:	1 Orientaciones
Parámetros del sistema:	1 subconjuntos

Orientación completa del sistema - Fijo, Incl. 25.0°, Azim. -20.0°

Tipo de campo:	Plano inclinado fijo
Inclinación del plano/azimut:	25° / -20°

Subconjunto #1 - Generador FV

Módulo PV: Generic_Mono_500W_Half_Bifacial.PAN (500 Wp)

Número de módulos FV: 40 unidades - 2 Cadenas x 20 En serie

Área de módulos: 95 m²

Nominal (STC): 20.00 kWp

Inversor:

400V.OND (20.0 kWca)

Entradas MPPT: 2 Entradas

Potencia total 20kWca

Proporción Pnom 1.00

Huawei_SUN2000_20KTL_M5_

6.4 Definición del sistema

Figura 37 Vista del sistema Fuente: PVsyst

Para los módulos, se han elegido paneles genéricos de 500 Wp, tipo "Mono Twin half-cells". Esta tecnología, con celdas partidas, es común hoy en día para mejorar el rendimiento y la eficiencia, reduciendo las pérdidas internas. La tensión de trabajo de cada panel es de 33.2 V, mientras que su tensión en circuito abierto alcanza los 49.9 V.

El inversor seleccionado es un inversor Huawei, modelo SUN2000-20KTL-M5-400V. Es un equipo trifásico de 20 kW que opera a 50 Hz. Cuenta con dos entradas MPPT independientes, permitiendo conectar las dos cadenas de módulos de forma separada, optimizando la producción. El inversor soporta hasta 1100 V de entrada, asegurando un margen de seguridad para las tensiones de las cadenas.

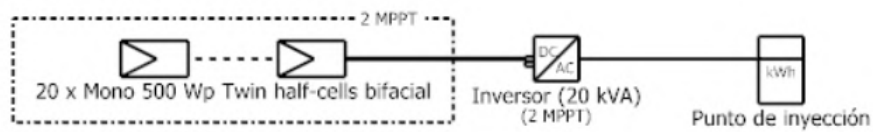
El sistema en su conjunto se compone de 40 módulos solares, ocupando una superficie de 95 metros cuadrados. Toda esta potencia se gestiona con un único inversor de 20 kW. La potencia total de los paneles es de 20.0 kWp, lo que coincide perfectamente con la potencia nominal de salida en corriente alterna del inversor, también de 20.0 kWCA. Esta relación de 1 a 1 entre la potencia de los paneles y la del inversor minimiza las pérdidas por sobrecarga y asegura que el inversor pueda manejar toda la energía que producen los paneles.

La configuración de las 2 cadenas de 20 módulos conectados en serie, permite encajar con las dos entradas MPPT del inversor. La pérdida por sobrecarga se estima en un 0.0%, lo que evita recortes en la producción por exceso de potencia.

Las tensiones de las cadenas se mantienen dentro de los límites seguros para el inversor, incluso bajo temperaturas extremas. A -10°C, la tensión de circuito abierto es de 998 V < límite de 1100 V del inversor. Bajo condiciones estándar (1000

W/m² de irradiación), el conjunto de módulos produce sus 20.0 kW nominales. A 50°C debido a la pérdida de eficiencia por altas temperaturas, se estima una potencia máxima de 18.3 kW

Los valores obtenidos con la simulación corresponden con los apartados anteriores de predimensionamiento del número de módulos e inversor. Factor de sobredimensionamiento con la potencia fotovoltaica calculada de 11,9%



Módulo PV	Mono 500 Wp Twin half-cells bifacial
Inversor	SUN2000-20KTL-M5-400V
Cadena	20 x Mono 500 Wp Twin half-cells bifacial

Figura 38 Diagrama unifilar Fuente: PVsyst

6.5 Simulación 3D

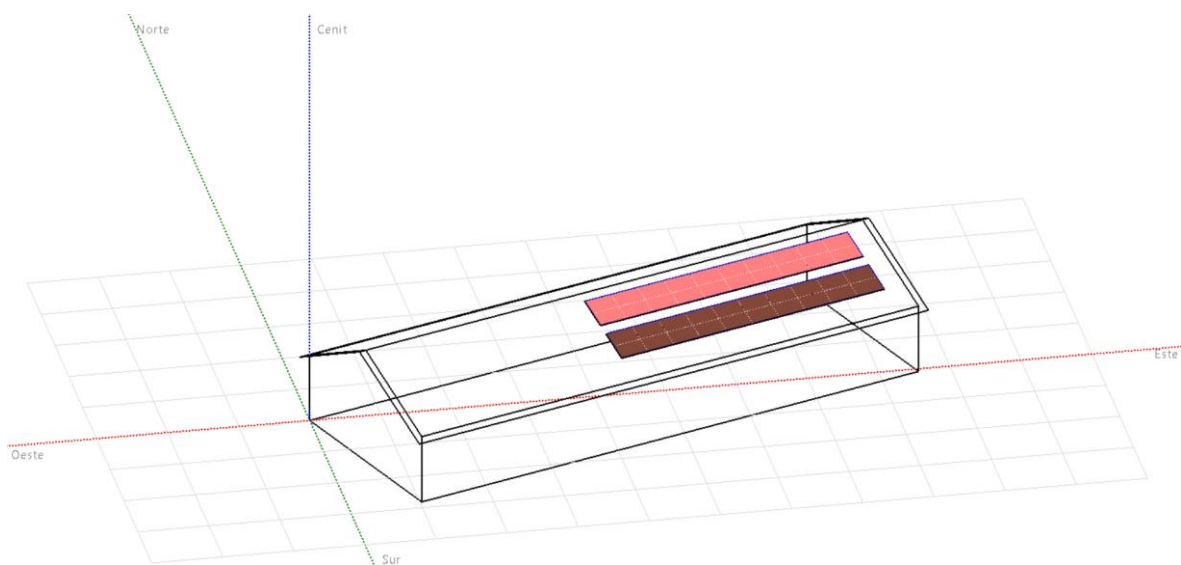


Figura 39 Simulación 3D Fuente: PVsyst

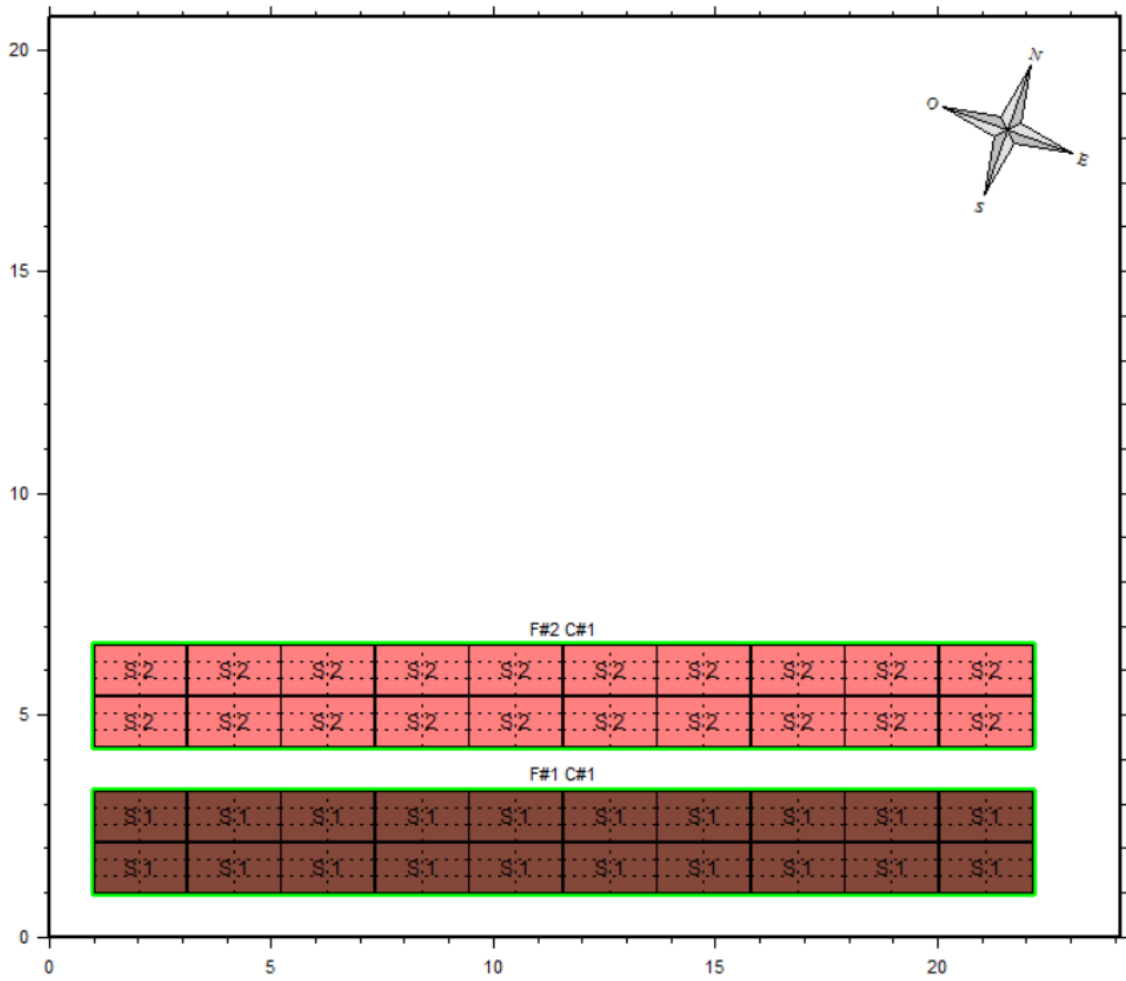


Figura 40 Reparación de cadenas de módulos Fuente: PVsyst

6.6 Diagrama de pérdidas

Diagrama de pérdida para "BODEGA Navas del Rey" - año

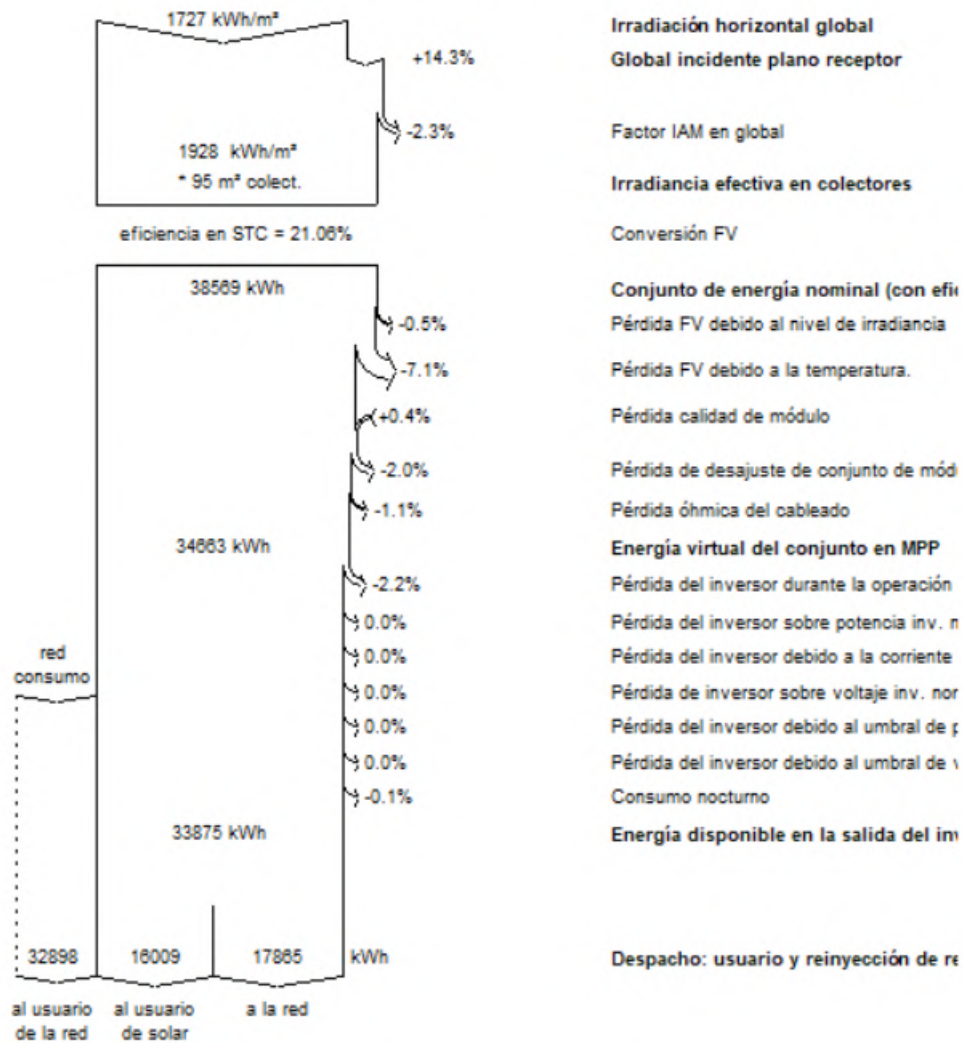


Figura 41 Diagrama de pérdidas Fuente: PVsyst

6.7 Resultados de la simulación

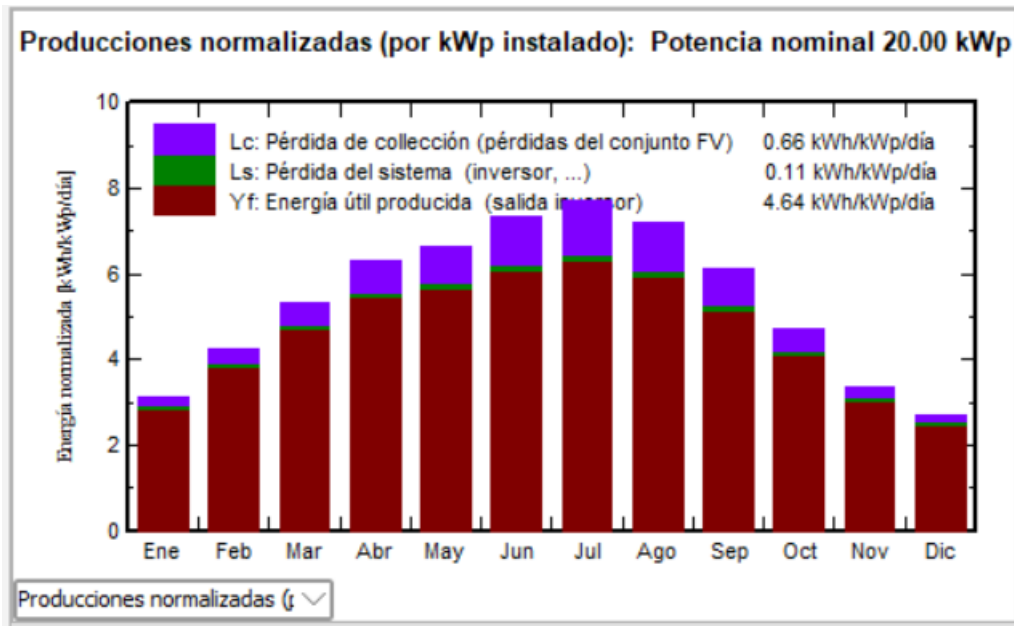


Figura 42 Producciones normalizadas Fuente: PVsyst

La energía útil anual promedio es de 4.64 kWh/kWp/día, con unas pérdidas del inversor de 0.11 kWh/kWp/día y pérdidas del conjunto FV de 0.66 kWh/kWp/día.

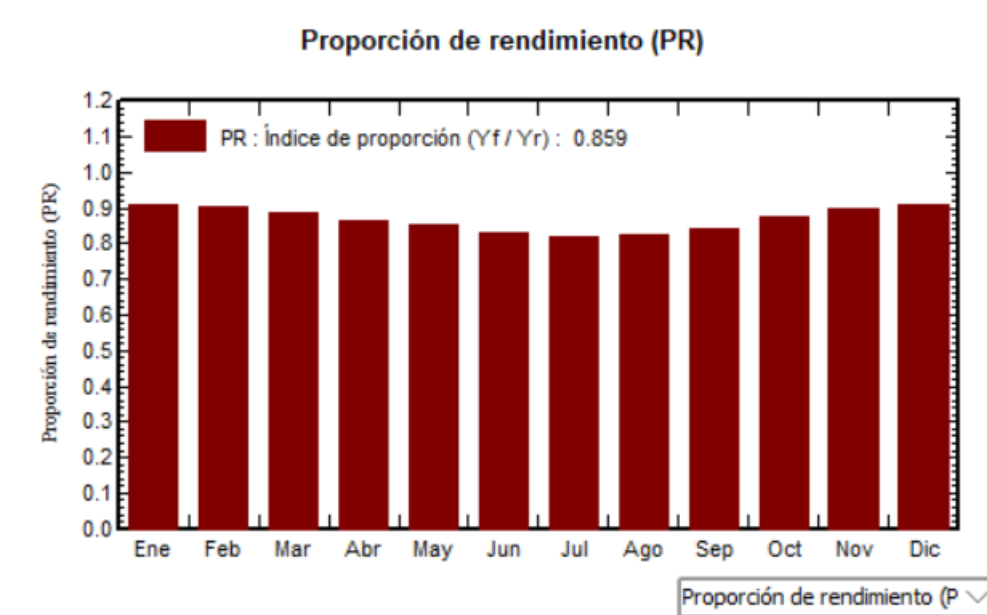


Figura 43 Proporción de rendimiento Fuente: PVsyst

El PR compara la energía real producida con la energía que se esperaría producir bajo condiciones ideales, descontando las pérdidas por el inversor y el propio conjunto FV. El PR de 0.859 (o 85.9%) para el año se mantiene relativamente constante a lo largo de los meses, con ligeras variaciones que podrían deberse a factores como la temperatura o la suciedad de los paneles.

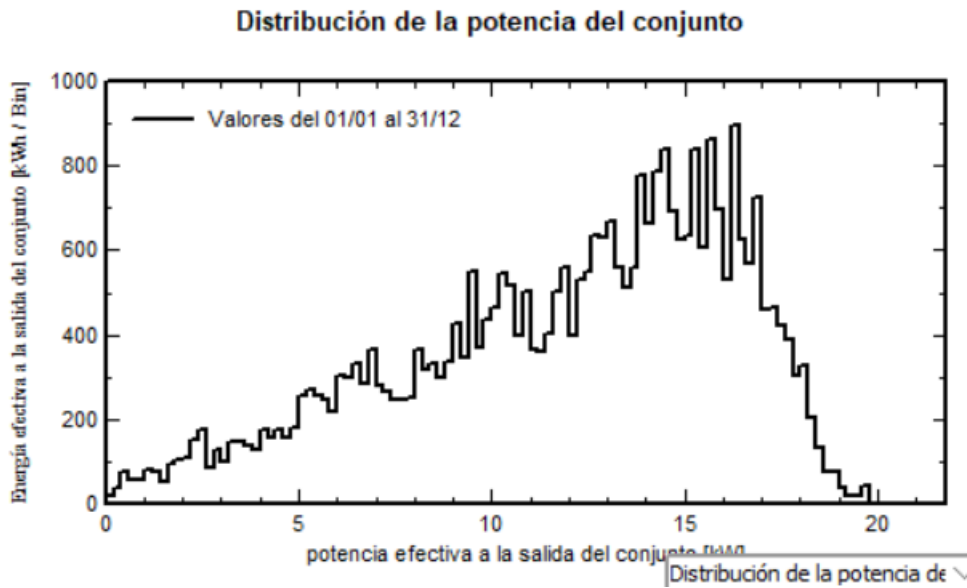


Figura 44 Distribución de la potencia Fuente: PVsyst

Se observa que la mayor parte de la energía se produce cuando el sistema opera en un rango de potencia entre aproximadamente 10 kW y 20 kW. El pico en la distribución cerca de los 20 kW (que es la potencia nominal del inversor) indica que el sistema opera con frecuencia a su máxima capacidad o cerca de ella, aprovechando al máximo la energía solar disponible. Las barras más bajas en los rangos de menor potencia representan momentos de baja irradiación

6.8 Componentes del sistema

Acorde con los datos obtenidos en Autosolar, estos son los detalles del sistema:

El sistema de autoconsumo trifásico propuesto se compone de 40 módulos solares fotovoltaicos, un inversor Huawei, un vatímetro para la gestión energética, un dongle para monitorización, estructuras de montaje, cableado y conectores..

Las características del sistema ofertado son:

- Potencia solar fotovoltaica instalada: 21.000 W
- Potencia máxima de salida: 20000 W
- Producción diaria en INVIERNO: 63,00 kWh
- Producción diaria en VERANO: 147,00 kWh
- Producción MEDIA diaria Anual: 105,00 kWh

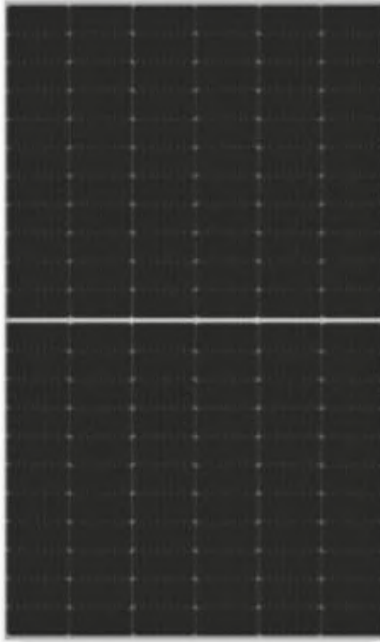


Figura 45 Imagen panel 500W

40 x Panel Solar 500W LONGI SOLAR Hi-MO5m 66HPH-G2 500W Half-Cut: son módulos fotovoltaicos de alta potencia, cada uno con una capacidad nominal de 500W y una eficiencia destacada del 21,1%. Cada panel tiene unas dimensiones de 2093 mm de largo, 1134 mm de ancho y 35 mm de espesor, con un peso unitario de 25,3

Tipo de módulo	Célula estándar
Células	66
Tipo de células	Half-cut
Temp. Coef P _{MAX}	-0,34%/K
Color marco	Silver
Dimensiones	209,3 x 113,4 x 3,5 cm
Peso	25,3kg
Cable	1 600mm con conectores MC4-EVO2
Caja de conexión	Split box - Mid
Garantía de producto	12 años
Garantía de generación	84,8% a 25 años
Embalaje de módulos	31,0 por pallet - 682 por contenedor
Eficiencia del módulo	21,1%



Figura 46 Imagen inversor Huawei

1 x Inversor Huawei SUN2000-20KTL-M5 20kW Trifásico: equipo trifásico diseñado para conexión a red, con una potencia de salida nominal de 20kW. Este inversor integra dos seguidores de punto de máxima potencia (MPPT), lo que le permite gestionar eficientemente dos series de paneles solares diferentes, . Posee una protección IP65, que garantiza resistencia al polvo y chorros de agua, y ofrece conectividad WiFi para monitoreo.

- Peso: 25,00
- Potencia de salida continuada: 20.000 W
- Potencia máxima: 20.000 W
- Rango de funcionamiento del MPP: 480V - 850



Figura 47 Imagen vatímetro

1 x Vatímetro Chint DTSU666-H 250A/50mA: El Vatímetro Chint DTSU666-H 250A/50mA es un dispositivo calibrado para poder medir la cantidad de energía que pasa a través de la acometida de electricidad de nuestra instalación. Integra una pantalla retroiluminada LCD y teclado para configurarlo desde el mismo dispositivo.



Figura 48 Imagen Dongle

1 x Huawei Smart Dongle-WLAN FE: El Huawei Smart Dongle-WiFi Esta antena, de instalación Plug & Play, facilita la comunicación inalámbrica (WLAN) con el inversor, permitiendo el acceso a datos de rendimiento del sistema. Puede conectar hasta un máximo de 10 dispositivos, posee unas dimensiones compactas de 130 x 48 x 33 mm, un consumo energético de 2W y cuenta con certificación IP65.



Figura 49 Imagen estructura

20 x Estructura 2 Paneles Coplanar Falcat: Para la fijación de los paneles, se incluyen 20 unidades de estructura coplanar Falcat, diseñadas para dos paneles cada una. Estos soportes permiten la instalación vertical de los paneles solares sobre cubiertas con la inclinación y orientación adecuadas, de manera que los paneles se sitúan en el mismo plano que la superficie de montaje. Las estructuras son versátiles, compatibles con paneles de cualquier longitud y perfiles de entre 30 y 45mm, siendo adecuadas para diversos tipos de tejados como cubiertas metálicas, paneles sándwich o soleras de hormigón



Figura 50 Imagen cables

1 x Rollo Cable Unifilar 6mm² H1Z2Z2-K 200m rojo 1 x Rollo Cable Unifilar 6mm² H1Z2Z2-K: El cableado del sistema se compone de 200 metros de cable unifilar rojo y 200 metros de cable unifilar negro, ambos de 6mm² y clasificación H1Z2Z2-K. Estos cables son de potencia, flexibles y libres de halógenos, diseñados para cumplir con los requisitos de seguridad y rendimiento.



Figura 51 Imagen conectores

6 x Conectores Solares Paneles Solares MC4: Se instalan para asegurar una buena conexión entre los cables de los paneles solares y el cableado principal del sistema, asegurando la estanqueidad y la correcta polaridad

6.9 Valoración económica

El análisis financiero del proyecto fotovoltaico se ha efectuado directamente con el simulador PVsyst. Se basa en una proyección a 20 años, destacando los costos, el retorno de la inversión y el flujo de caja.

6.10 Viabilidad de la inversión

6.10.1 Costes e Inversión

Cost of the system			
Installation costs			
Item	Quantity units	Cost EUR	Total EUR
PV modules			
Mono 500 Wp Twin half-cells bifacial	40	96.20	3.848.00
Supports for modules	20	103.43	2.068.60
Inverters			
SUN2000-20KTL-M5-400V	1	2.777.71	2.777.71
Other components			
Accessories, fasteners	1	5.43	5.43
Wiring	1	200.00	200.00
Monitoring system, display screen	1	223.89	223.89
Installation			
Global installation cost per module	40	103.56	4.142.37
Global installation cost per inverter	1	287.50	287.50
Transport	1	300.00	300.00
		Total	13.853.50
		Depreciable asset	8.699.74
Operating costs			
Item			Total EUR/year
Maintenance			
Cleaning			180.00
Total (OPEX)			180.00
Including inflation (1.50%)			208.11
System summary			
Total installation cost		13.853.50 EUR	
Operating costs (incl. inflation 1.50%/year)		208.11 EUR/year	
Useful energy from solar		16.0 MWh/year	
Energy sold to the grid		17.9 MWh/year	

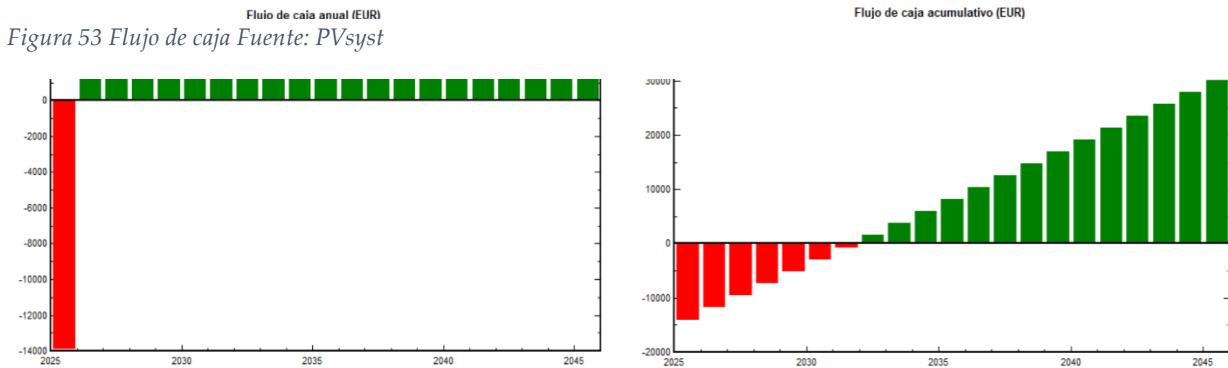
Figura 52 Resumen de inversión Fuente: PVsyst

El Costo Total de Instalación (CAPEX) asciende a 13.853,50 EUR. Esta cifra representa la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del sistema. La totalidad de esta inversión es financiada mediante Fondos Propios, lo que implica

que no hay dependencia de préstamos ni subsidios externos, lo que generalmente contribuye a una mayor rentabilidad neta

Los Costos de Operación (OPEX) anuales son de 208,11 EUR/año, que cubren los gastos recurrentes necesarios para el mantenimiento y funcionamiento del sistema.

6.10.2 Flujo de caja anual y acumulativo



Se toma como vida del proyecto 20 años a efectos de cálculo.

El flujo de caja anual se calcula como la diferencia entre los beneficios (ahorros) generados y los gastos operativos y impuestos que en este caso no se consideran. Para este proyecto, se mantiene constante en 2.401 euros anuales. Este es el valor de la electricidad que el sistema fotovoltaico produce y que, por tanto, no se compra a la red eléctrica. Se muestra una gran salida de efectivo inicial (la inversión CAPEX) en el año 1, seguida de una serie consistente de flujos de caja positivos (ahorros netos anuales) durante los 19 años restantes del período de análisis.

El flujo de caja acumulativo se calcula sumando los flujos de caja anuales de todos los años anteriores al flujo de caja anual del año actual. En este caso, se identifica cómo la inversión inicial se recupera y, a partir del sexto año aproximadamente, el saldo acumulado se vuelve positivo hasta alcanzar 30.113€ en el año 20

El periodo de recuperación es el punto en el que el flujo de caja acumulativo se vuelve positivo, en este caso al cabo de 6,3 años.

Resultados económicos detallados (EUR)

Año	Venta de electricidad	Fondos propios	Costos de func.	Amort. perm.	Ingreso Imponible	Impuestos	Beneficio después de Im	Ahorro de autoconsum	Cumul Lucro	% amort.
0	0	13.854	0	0	0	0	0	0	-13.854	0.0%
1	0	0	180	435	0	0	-180	2.401	-11.632	16.0%
2	0	0	183	435	0	0	-183	2.401	-9.413	32.1%
3	0	0	185	435	0	0	-185	2.401	-7.197	48.0%
4	0	0	188	435	0	0	-188	2.401	-4.984	64.0%
5	0	0	191	435	0	0	-191	2.401	-2.774	80.0%
6	0	0	194	435	0	0	-194	2.401	-566	95.9%
7	0	0	197	435	0	0	-197	2.401	1.639	111.8%
8	0	0	200	435	0	0	-200	2.401	3.840	127.7%
9	0	0	203	435	0	0	-203	2.401	6.039	143.6%
10	0	0	206	435	0	0	-206	2.401	8.235	159.4%
11	0	0	209	435	0	0	-209	2.401	10.427	175.3%
12	0	0	212	435	0	0	-212	2.401	12.617	191.1%
13	0	0	215	435	0	0	-215	2.401	14.803	206.9%
14	0	0	218	435	0	0	-218	2.401	16.986	222.6%
15	0	0	222	435	0	0	-222	2.401	19.166	238.3%
16	0	0	225	435	0	0	-225	2.401	21.342	254.1%
17	0	0	228	435	0	0	-228	2.401	23.515	269.7%
18	0	0	232	435	0	0	-232	2.401	25.685	285.4%
19	0	0	235	435	0	0	-235	2.401	27.851	301.0%
20	0	0	239	435	0	0	-239	2.401	30.013	316.6%

Figura 54 Resultados económicos detallados Fuente: PVsyst

6.10.3 Viabilidad económica

Costes de instalación (CAPEX)	
Costo total de instalación	13.853.50 EUR
Activo amortizable	8.699.74 EUR

Financiamiento	
Fondos propios	13.853.50 EUR
Subsidios	0.00 EUR
Préstamos	0.00 EUR
Total	13.853.50 EUR

Gastos	
Costos de operación(OPEX)	208.11 EUR/año
Anualidades del préstamo	0.00 EUR/año
Total	208.11 EUR/año
LCOE	0.0266 EUR/kWh

Retorno de la inversión	
Valor presente neto (VPN)	30.013.39 EUR
Tasa de rendimiento interno (TRI)	14.95 %
Período de recuperación	6.3 años
Retorno de la inversión (ROI)	216.6 %

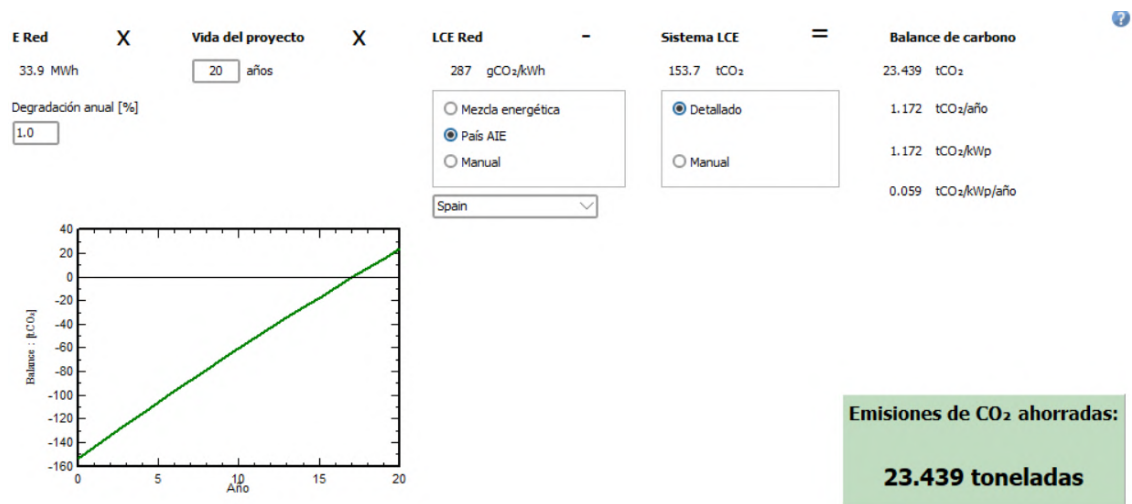
Figura 55 Viabilidad económica Fuente: PVsyst

El Retorno de la inversión, ROÍ, es una medida de la eficiencia de una inversión, calculada como el beneficio neto de la inversión dividido por el costo de la inversión, expresado como porcentaje. El ROI de este proyecto es de 216,6% lo que significa que se ha generado un beneficio de más del doble del capital invertido en la vida útil del proyecto con una tasa de rendimiento interno del 14,95%.

Con estos indicadores se puede afirmar que este proyecto de autoconsumo es altamente rentable generando buenos rendimientos sobre el capital invertido con una tasa de retorno del 6.3%

6.11 Balance Carbono estimado

Este balance se calcula para una vida útil del proyecto de 20 años, considerando una degradación anual del rendimiento del 1.0%



Estas emisiones se calculan en base a los factores de conversión de energía gris de cada artículo y su procedencia utilizando un sistema de Emisiones del Ciclo de vida (LCE Life Cycle Emissions) expresadas en kgCO₂/kWp.

7 IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

En este apartado se proyecta la implementación de la instalación fotovoltaica para la bodega de estudio, situada en Navas del Rey y con un consumo eléctrico anual de 48.907 kWh. Este proyecto contempla una potencia pico total de 20 kWp y una potencia nominal del inversor de 20 kW.

Con la implementación de esta medida, se espera mejorar la sostenibilidad de la bodega, disminuyendo su balance de carbono, optando por energía renovable para el autoconsumo.

No se realizarán trabajos en la cubierta existente ni se incluirá el diseño de estructuras de soporte o anclaje. La instalación solar fotovoltaica se enfocará en el autoconsumo en baja tensión, con módulos colocados sobre una estructura fija en la cubierta actual.

7.1 Normativas de aplicación y reglamentos

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02, y todas las actualizaciones que lo afecten.
- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión RD 842/2002.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (R.D. 223/2008).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000) y todas las actualizaciones que lo afecten.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico, y todas las actualizaciones que lo afecten.

- Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, y todas las actualizaciones que lo afecten.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, y todas las actualizaciones que lo afecten.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de retribución del R.D. 661/2007, y todas las actualizaciones que lo afecten.
- Real Decreto Ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Real Decreto-Ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Manual Técnico de Compañía Distribuidora.
- Normativa Municipal

7.2 Descripción general y particularidades del proyecto

La instalación solar fotovoltaica se proyecta con una potencia pico total de 20kWp y una potencia nominal de 20kW.

Se proyecta la instalación de un inversor, marca Huawei SUN2000-20KTL-M5 20 kW de potencia. Se proyectan las siguientes cadenas y potencias:

Tabla 17 Cadenas y módulos elegidos Fuente: Elaboración propia

Cadena	Marca Panel	Nº Paneles	Potencia pico (kWp)
1	LONGI SOLAR Hi-MO5m 66HPH-G2 500W	20	10
2	LONGI SOLAR Hi-MO5m 66HPH-G2 500W	20	10

Total 40 20kWp

Se proyecta el empleo de los módulos o paneles siguientes:

40 módulos o paneles LONGI SOLAR Hi-MO5m 66HPH-G2 500Wp y estará formado por 132 células tipo monocristalino

7.2.1 Características de los módulos elegidos

Datos Eléctricos:

- Potencia nominal: 500Wp
- Tolerancia de potencia: 0/+3%
- Voltaje a máxima potencia (Vmp): 38.38 V
- Corriente a máxima potencia (Imp): 13.03
- Voltaje de circuito abierto (Voc): 45.55
- Corriente de cortocircuito (Isc): 13.90
- Eficiencia del módulo: 21,7%
- Tensión máxima del sistema: 1500 V (IEC/UL)
- Valor máximo del fusible en serie: 25A
- Temperatura de funcionamiento: -40 °C a +85 °C
- Datos Mecánicos:
- Tipo de célula: Monocristalina 132(6X22)
- Dimensiones: 2093 × 1134 × 35 mm
- Peso: 25,3 kg
- Vidrio frontal: Cristal templado de alta transmisión y recubrimiento antirreflejante (3,2 mm)
- Marco: Aleación de aluminio anodizado
- Caja de conexiones (J-Box): IP68, 3 diodos de derivación
- Cable: 12 AWG, longitud estándar 1400 mm
- Conectores: MC4 compatibles
- Temperaturas:
- Coeficiente de temperatura de Pmax: -0,34 %/°C
- Coeficiente de temperatura de Voc: -0,265 %/°C
- Coeficiente de temperatura de Isc: +0,05 %/°C

Los paneles estarán diseñados y fabricados cumpliendo especificaciones: IEC 61215, IEC 61730, CE, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, BS OHSAS 18001:2007, SA 8000

Cada módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble grabada la información de: marca / modelo / logotipo del fabricante. Además, tendrán una identificación individual en forma de número de serie.

El rendimiento de las células que componen cada módulo fotovoltaico será del 21,1%. Los módulos estarán debidamente encapsulados y protegidos contra intemperie, grado de protección IP-68. El grado de protección de las cajas de conexión de los módulos fotovoltaicos será mayor a IP-68.

El fabricante de los módulos fotovoltaicos garantizará que la potencia de cada módulo está dentro de 0/3% de la potencia nominal.

7.2.2 Descripción de estructura de soporte

Si bien el diseño de la estructura de soporte principal, su anclaje a la cubierta existente y la evaluación de la resistencia de dicha cubierta quedan fuera del alcance de este proyecto, la instalación solar se realizará con una estructura fija sin seguimiento, dispuesta directamente sobre la cubierta existente.

Se garantizará que la estructura suponga un anclaje seguro del generador solar para su mantenimiento e instalación. La orientación se a definido como la correspondiente al tejado.

Para la fijación de los paneles, se emplearán 20 unidades de estructura coplanar Falcat, cada una diseñada para dos paneles. Estos soportes permiten la instalación vertical de los paneles solares, asegurando que queden en el mismo plano que la superficie de montaje de cubiertas con la inclinación y orientación adecuadas. Dichas estructuras son compatibles con paneles de cualquier longitud y perfiles de entre 30 y 45 mm y se consideran adecuadas para el tejado de la bodega.

Todas las fijaciones se harán con cinta de caucho y arandelas de goma para garantizar la estanqueidad de la cubierta y proteger en la zona de los anclajes posibles filtraciones.

7.2.3 Descripción del inversor

El inversor seleccionado para este proyecto, Huawei SUN2000-20KTL-M5 cumple con un conjunto de estándares internacionales y normativas de

seguridad y conexión a red. El equipo se adhiere a las normas EN/IEC 62109-1 y EN/IEC 62109-2, que establecen los requisitos de seguridad para inversores de potencia en sistemas fotovoltaicos. Adicionalmente, su conformidad con múltiples estándares de conexión a red, como G99 (Reino Unido), EN 50549 (Europa), CEI 0-21 y CEI 0-16 (Italia), VDE-AR-N-4105 y VDE-AR-N-4110 (Alemania), C10/11 (Bélgica) y ABNT (Brasil), valida su capacidad para integrarse en diferentes infraestructuras eléctricas nacionales e internacionales.

- Aislamiento galvánico entre la parte de CC y CA.
- Protección contra polaridad inversa.
- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas de salida.
- Protección contra fallos de aislamiento.
- Protección anti-isla con desconexión automática.
- Seccionador de corriente continua integrado.
- Descargadores de sobretensiones tipo II tanto en entrada CC como en salida CA.
- Protección contra sobrecalentamiento.
- Detección de fallos en cadenas y protección contra corriente residual.

El inversor Huawei SUN2000-20KTL-M5, seleccionado para este proyecto, presenta una eficiencia máxima del 98.4% y una eficiencia ponderada europea del 98.1%. Este equipo transforma la corriente continua generada por los paneles en corriente alterna, iniciando su operación a partir de una tensión de arranque de 200V y con un rango de tensión de operación MPPT de 200V a 1000V.

Incorpora dos seguidores de punto de máxima potencia (MPPT) y admite hasta cuatro entradas, con una corriente máxima de entrada por MPPT de 30A. Dispone de un sistema de refrigeración por aire inteligente y opera en un rango de temperatura de -25 °C a +60 °C, con capacidad de funcionamiento hasta 4.000 metros de altitud (con reducción de rendimiento a partir de 2.000 metros).

Para su integración y monitorización, el inversor cuenta con indicadores LED y conectividad WLAN integrada, compatible con la aplicación FusionSolar. La comunicación puede ampliarse opcionalmente mediante RS485, WLAN/Ethernet (vía Smart Dongle-WLAN-FE) o 4G/3G/2G (vía Smart Dongle-4G).

El equipo integra funciones de protección que incluyen desconexión en lado de entrada, protección anti-isla, protección contra sobrecorriente AC, protección contra polaridad inversa DC, detección de fallos de string, protección contra sobretensiones DC Tipo II y AC Clase II, unidad de monitoreo de corriente residual y protección contra arcos eléctricos. Además, posee control de rizado y recuperación PID integrada.

El inversor Huawei SUN2000-20KTL-M5, con un grado de protección IP66, se instalará en un espacio técnico protegido, resguardado de la intemperie. Estará

ubicado próximo al cuadro solar, en un espacio interior y accesible para tareas de operación y mantenimiento.

Los contadores trifásicos y monofásicos se sitúan en el cuarto de contadores, sobre paramento vertical, dentro de una centralización que incluye el interruptor general de maniobra, embarrado, fusibles de seguridad y módulo de servicios generales. Este cuarto facilita el acceso al personal autorizado de la compañía distribuidora para lecturas y actuaciones técnicas, conforme a la normativa vigente.

Las distancias entre el generador fotovoltaico, el inversor y los cuadros de protecciones se han establecido para minimizar las pérdidas eléctricas por efecto Joule y los costes asociados al cableado, conforme a los criterios del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

7.2.3.1 Características técnicas destacadas

Tabla 18 Características del inversor Fuente: Elaboración propia

Potencia nominal CA	20.000 W
Máxima potencia aparente CA	22.000 VA
Eficiencia máxima	98,4%
Eficiencia europea ponderada	98,1%
Tensión máxima de entrada FV	1100 V
Tensión nominal de entrada	600 V
Rango de tensión MPPT	200 V ~ 1000 V (Full-load 480V~800V para 20KTL-M5)
Tensión de arranque	200 V
N.º de MPPT	2
Número máximo de entradas	4
Corriente máx. de entrada por MPPT	30 A (dos string) / 20 A (un string)
Tensión de salida CA	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 239.6 Vac / 415Vac, trifásico (3W + N + PE)
Frecuencia de red	50 Hz / 60 Hz
Grado de protección	IP66
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 °C a +60 °C
Dimensiones	546 x 460 x 228 mm
Peso	21 kg
Altitud máxima de operación	4.000 m (reducción de potencia por encima de 2.000 m)

Potencia nominal activa CA	20.000 W
Máxima potencia aparente CA	22.000 VA
Tensión nominal de salida	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 239.6 Vac / 415Vac
Frecuencia nominal de red	50 Hz / 60 Hz
Corriente máxima de salida	33.6A/380Vac, 31.9A/400Vac, 30.8A/415Vac
Factor de potencia ajustable	0.8 adelantado ... 0.8 atrasado
Distorsión armónica total (THD)	≤ 3 %
Datos de Protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobrecorriente de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Detección de fallos de string	Sí
Protección contra sobretensiones CC/CA (SPD)	DC TIPO II, AC CLASE II
Unidad de monitoreo de corriente residual	Sí
Protección contra arco eléctrico (AFCI)	Sí
Recuperación PID integrada	Sí
Control de rizado	Sí
Display	Indicadores LED; WLAN integrada + FusionSolar App
Comunicación	RS485; WLAN/Ethernet vía Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional); 4G/3G/2G vía Smart Dongle-4G (Opcional)
Diagnóstico inteligente de curvas I-V	Sí
Actualización y configuración remotas	Sí

El inversor asegura el correcto funcionamiento de los sistemas de conexión y desconexión en cualquier situación de operación con la red. Para ello, incorpora dispositivos de control necesarios para prevenir sobretensiones durante la desconexión de la instalación fotovoltaica y el funcionamiento en isla, transitorio o permanente, con la red de la compañía distribuidora.

El inversor dispone de una protección anti-isla. Este sistema está diseñado para operar correctamente en paralelo con otros generadores fotovoltaicos, con la misma o distinta tecnología, y alimentando cargas en las que predominan los motores.

El inversor está diseñado para no producir sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en caso de paso a isla con cargas bajas o sin carga. Los valores límite considerados corresponden a los de la curva CBEMA de la organización ITIC. Los equipos a instalar cumplen con los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética, recogidas en las series 61000-3-XX de las normas UNE-EN o CEI. El inversor incorpora desconexión por voltaje mínimo y máximo de red, así como por frecuencia baja y alta.

7.2.4 ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA y PRODUCCIÓN

El sistema proyectado cuenta con una potencia total nominal de 20.000 W, que corresponde aproximadamente a la potencia máxima esperada bajo una radiación solar de 1000 W/m², un valor de referencia habitual en el diseño de instalaciones fotovoltaicas.

La potencia pico total del campo fotovoltaico es de 20.000 Wp. Este valor representa la potencia máxima que los módulos fotovoltaicos pueden generar bajo Condiciones Estándar de Medida (1000 W/m² de irradiancia, 25 °C de temperatura de célula y espectro AM1.5), siendo un parámetro típico para el diseño de sistemas solares fotovoltaicos. La "potencia pico" del campo fotovoltaico se define como la suma de las potencias nominales de los módulos fotovoltaicos bajo estas condiciones estándar.

No se han identificado obstáculos relevantes que interfieran con la trayectoria solar y la superficie activa del generador fotovoltaico. Los módulos se instalarán con una inclinación de 25.0° sobre la horizontal y una orientación azimutal de -20° (20° al Este del Sur), en coplanaridad con la superficie del tejado existente.

Se estima que la energía eléctrica anual generada por esta instalación fotovoltaica, compuesta por 40 módulos de 500 Wp (20 kWp), asciende a 34.140 kWh/año. Este valor se basa en los cálculos detallados del software de simulación PVsyst, el cual considera una productividad media específica de 1.707 kWh/kWp·año para la ubicación de la instalación en Navas del Rey.

Para calcular la energía eléctrica generada en corriente alterna a partir de la potencia pico del campo fotovoltaico, se han considerado las siguientes pérdidas globales estimadas en la conversión y operación del sistema basadas en PVsyst

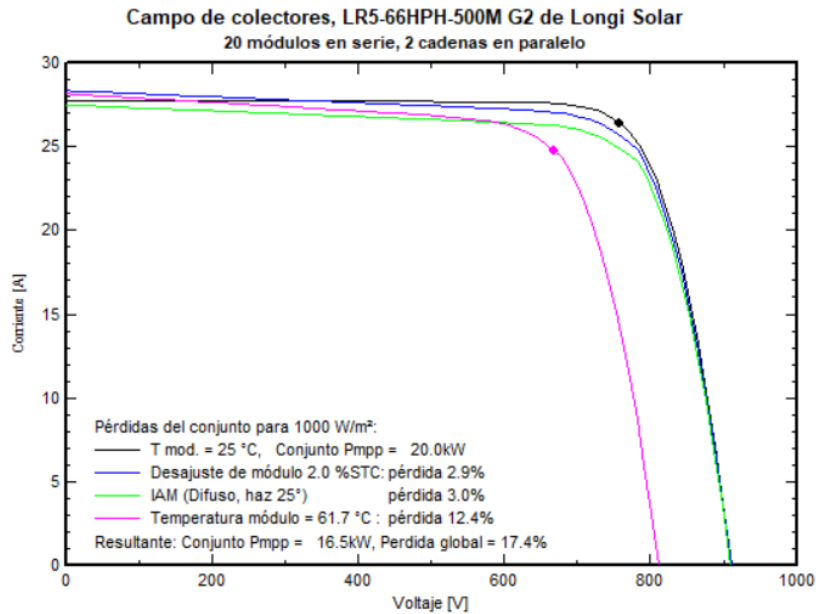


Figura 56 Pérdidas estimadas Fuente: PVsyst

- Pérdidas totales estimadas 17,4%

No se han identificado obstáculos relevantes que interfieran con la trayectoria solar y la superficie activa del generador fotovoltaico. Los módulos se instalarán con una inclinación de **25°** sobre la horizontal, en coplanaridad con la superficie del tejado existente, aprovechando la orientación de la misma.

La instalación contará con 40 módulos fotovoltaicos de 500 Wp cada uno, lo que equivale a una potencia pico total de 20 kWp.

Considerando una productividad específica promedio de 1.707 kWh/kWp·año para la ubicación del sistema, se estima que la generación eléctrica anual será de:
 $20 \text{ kWp} \times 1.707 \text{ kWh/kWp}\cdot\text{año} = 34.140 \text{ kWh/año}$

Este valor ya incluye los efectos promedio de radiación solar, orientación e inclinación del sistema. Si las pérdidas totales del sistema se estiman en 17,4%, la energía neta generada sería:

$$34.140 \text{ kWh/año} \times (1 - 0,174) \approx 28.198 \text{ kWh/año}$$

La producción mensual se dividirá de la siguiente manera:

Tabla 19 Datos de producción mensual generada Fuente: Elaboración propia

Mes	Producción media del sistema (kWh)	Irradiación global sobre el plano de los módulos (kWh/m ²)	Deviation standard (kWh)
Enero	1.376,54	76	390

Febrero	1.720,17	95	420
Marzo	2.580,26	138	570
Abril	3.153,65	164	440
Mayo	3.727,03	205	620
Junio	3.870,38	224	360
Julio	3.870,38	243	200
Agosto	3.440,34	215	210
Septiembre	2.436,91	162	215
Octubre	1.662,83	115	360
Noviembre	1.089,44	70	350
Diciembre	888,57	65	230
Total anual	28.669,50	1.772,00	4.365,00

7.3 Instalación Eléctrica

En este apartado se describen las características técnicas de la instalación eléctrica asociada a la instalación fotovoltaica para autoconsumo detallada en el apartado anterior. La instalación se ejecutará conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), con especial consideración a la ITC-BT-30, por ubicarse en cubierta y considerarse “local mojado”.

Se ubicará sobre la cubierta del edificio, bajo condiciones exteriores. Se utilizará para el sistema un inversor de conexión a red con equipo de medida bidireccional que permita el registro tanto del consumo como de los excedentes vertidos a la red. El esquema de conexión se instala de tipo **TT**, con la correspondiente separación galvánica.

Elemento	Descripción técnica
Módulos FV	40 unidades de 500 W – Total 20 kWp
Inversor	1 unidad de 20 kW con protecciones DC integradas
Contador	Bidireccional con función de lectura de excedentes
Cableado CC y CA	RZ1-K (AS) 0.6/1 kV de cobre, doble aislamiento
Protecciones en CGP	Magnetotérmico 4x125 A
Cuadro solar	Interruptor diferencial superinmunizado 4x125 A – 300 mA
Conductor módulo inversor	Solar 1x4 mm ² Cu, en tubo aislante de Ø 20 mm
Tubos	Grado resistencia 4 según ITC-BT-21

7.3.1 CUMPLIMIENTO NORMA UNE 20460-3

La instalación adopta un sistema de distribución TT, tal y como establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Este sistema se configura con el neutro conectado directamente a tierra en el centro de transformación, y las masas de los equipos unidas entre sí mediante un conductor de protección, conectadas a una toma de tierra distinta de la del neutro.

La determinación de la potencia de alimentación se realiza respetando los límites de temperatura y caída de tensión admisibles. Se aplica un factor de simultaneidad apropiado para optimizar la sección de los conductores. La instalación queda dividida en circuitos diferenciados con objeto de mejorar la seguridad y facilitar las labores de mantenimiento. Todos los materiales empleados cumplen con los requisitos técnicos y normativos, asegurando continuidad de servicio sin interferencias ni riesgos para los equipos.

Las soluciones de diseño incorporan medidas preventivas frente a sobretensiones, corrientes de arranque, variaciones de carga, corrientes de fuga, armónicos y perturbaciones de alta frecuencia. La disposición de equipos y cableados permite un mantenimiento periódico seguro, y los elementos de protección seleccionados presentan fiabilidad y efectividad durante toda su vida útil.

Se aplican las condiciones ambientales definidas por los siguientes códigos de la norma UNE 20460-3, que recogen las influencias externas más representativas del emplazamiento:

Tabla 20 Descripción según códigos Fuente: Elaboración propia

Código	Descripción técnica
AA4	Temperatura comprendida entre -5 °C y 40 °C
AB4	Alta humedad
AC1	Altitud inferior a 2000 m
AD4	Proyecciones de agua, instalación a la intemperie (local mojado)
AE1	Presencia de cuerpos extraños despreciable
AF1	Corrosión despreciable
AG1	Choques mecánicos débiles
AH1	Vibraciones débiles
AK1	Flora no peligrosa
AL1	Fauna no peligrosa
AM1	Radiaciones artificiales despreciables

AN3	Radiación solar elevada, utilización de tubo metálico para conducción solar
AP1	Acciones sísmicas despreciables
AQ1	Riesgo por rayo despreciable
AR2	Movimiento de aire medio
AS1	Acción del viento de nivel medio
BA1	Nivel de capacitación ordinario
BC1	Contactos con potencial de tierra nulos
BD1	Evacuación del local normal
BE1	Presencia de materias sin riesgo
CA1	Materiales del edificio no combustibles
CB1	Diseño constructivo sin restricciones eléctricas adicionales

7.3.2 CONEXIONES

Las interconexiones entre módulos se ejecutan mediante cable solar de cobre 1x4 mm², alojado en tubo aislante de Ø 20 mm al aire, protegido contra exposición directa a radiación UV, humedad e incremento térmico.

Las líneas entre inversor y cuadro de corriente alterna, y de este al cuadro general del edificio, emplean conductor unipolar de cobre 4x35 mm², tipo RZ1-K (AS) para 0,6/1 kV. El tendido se instala en tubo aislante apto para recorridos interiores y exteriores.

Los cables poseen aislamiento doble (clase II), con resistencia superior a 1000 V, y están fabricados con compuestos adecuados como PVC, goma butílica, polietileno reticulado (XLPE) o EPR. Todos los conductores se etiquetan e identifican conforme al esquema eléctrico de la instalación.

7.3.3 CONDUCTORES

La totalidad del sistema emplea conductor de cobre con aislamiento RZ1-K (AS) para tensión nominal de 0,6/1 kV. Se aplica tanto en la sección de corriente continua desde los módulos al cuadro DC, como en corriente alterna, desde el inversor hasta los cuadros de protección y distribución.

7.3.4 PUESTA A TIERRA

Se garantiza la separación galvánica entre la red de distribución y la instalación generadora mediante inversor con aislamiento conforme a normativa industrial.

La estructura metálica que soporta los módulos se conecta a una toma de tierra específica mediante conductor de cobre de 16 mm² tipo RV-K. Las masas del

cuadro de mando y protección se conectan a tierra mediante sistema independiente.

El conjunto de puesta a tierra se forma por un conductor de cobre desnudo de 35 mm² enterrado, asociado a cuatro picas tipo Ac-Cu de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro. La instalación se proyecta conforme a la instrucción ITC-BT-18 y normas DIN 48801 a 48852, así como recomendaciones VDE.

Este diseño garantiza que las masas metálicas presentan tensiones seguras respecto a tierra, permitiendo la actuación fiable de las protecciones y minimizando el riesgo para usuarios y equipos. Los inversores incluyen protecciones específicas para conexión segura a red, cumpliendo con la normativa europea aplicable.

7.3.5 PROTECCIONES

La instalación dispone de un elemento de corte general que proporciona el aislamiento exigido por la normativa en materia de prevención de riesgos eléctricos, garantizando la seguridad de los trabajadores. Esta función puede estar cubierta por otro dispositivo perteneciente a la instalación generadora, siempre que proporcione el aislamiento adecuado entre la red y el generador.

Se incluye un interruptor automático diferencial destinado a la protección de personas frente a derivaciones a tierra, así como un interruptor automático de conexión que permite la desconexión y reconexión del sistema ante anomalías de tensión o frecuencia de red. Dicho interruptor se encuentra complementado con un relé de enclavamiento. Este conjunto puede integrarse en los equipos generadores, que, a su vez, pueden asumir también la función de corte general.

Las protecciones de frecuencia y tensión se ajustan a los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 21 Parámetros de protección Fuente: Elaboración propia

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión – fase 1	Un +10 %	1,5 s
Sobretensión – fase 2	Un +15 %	0,2 s
Tensión mínima	Un –15 %	1,5 s
Frecuencia máxima	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima	48,0 Hz	3,0 s

La medición de estos parámetros se realiza en el lado red del interruptor automático principal. En caso de actuación por frecuencia máxima, la reconexión queda condicionada a alcanzar un valor menor o igual a 50 Hz. Las protecciones

descritas pueden actuar sobre el interruptor general o directamente sobre los dispositivos de los generadores. Si estos elementos están incorporados en el inversor, deben cumplir la legislación vigente y garantizar su funcionalidad.

7.3.6 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todos los circuitos disponen de protección frente a sobrecargas y cortocircuitos. Las sobrecargas se controlan mediante interruptores automáticos omnipolares con curva térmica de corte, instalados en cada circuito. Para el cortocircuito, se instalan dispositivos adecuados con capacidad de corte adaptada a la intensidad de cortocircuito prevista en su punto de instalación. Estos elementos también se implementan mediante interruptores automáticos omnipolares.

Las canalizaciones corresponden a tipo B1, sin superar cinco conductores en trifásica ni tres en monofásica, por lo que no aplica factor de corrección por número de conductores. La temperatura ambiente no supera los 40 °C, permitiendo aplicar directamente los valores de intensidad admisible según la sección de los conductores RZ1-K, 1000 V:

Tabla 22 Secciones según corriente Fuente: Elaboración propia

Sección (mm ²)	Trifásica (A)	Monofásica (A)
1,5	18	21
2,5	25	29
4	34	38
6	44	49
10	60	68
16	80	91
25	106	116
35	131	144
50	159	175
70	202	224

7.3.7 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

El inversor incorpora protecciones contra sobretensiones, no obstante, todos los circuitos eléctricos de la instalación se encuentran protegidos frente a sobretensiones temporales y transitorias.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias se instalan en las proximidades del origen de la instalación o en el cuadro de mando y protección principal, preferentemente en el punto más próximo al arranque del sistema fotovoltaico.

Para mantener la continuidad del servicio en caso de que estos dispositivos queden inutilizados por descargas atmosféricas de intensidad superior a la prevista, se instala, aguas arriba, el sistema de protección recomendado por el fabricante. Esta configuración evita la interrupción general del sistema por actuación intempestiva del interruptor general.

7.3.8 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Se comprobará la toma de tierra de la instalación, que no debe superar los 20 Ω .

La toma de tierra de la instalación presenta una resistencia igual o inferior a 20 Ω . Todos los circuitos cuentan con conductor de protección, interconectando tomas de tierra de equipos, canalizaciones, envolventes y demás masas metálicas significativas.

Cumpléndose la siguiente condición:

$$RA * I_a \leq U$$

Donde:

- RA = resistencia de puesta a tierra (20 Ω)
- I_a = corriente de actuación del dispositivo diferencial (0,3 A)
- UL = tensión límite de seguridad (50 V)

$$20\Omega * 0,30 \text{ A} = 6 \text{ V}$$

Resultado que se encuentra dentro del margen de seguridad indicado por la ITC-BT-24. Esta configuración garantiza la desconexión automática en caso de contacto indirecto, dentro del tiempo reglamentario.

7.4 Cálculos Eléctricos - Instalación Fotovoltaica 20 kWp

- Número de módulos por cadena: 20
- Longitud CC (ida y vuelta): 50 m
- Longitud CA: 50 m (caso 1) y 15 m (caso 2)
- Sección CC: 2x4 mm² Cu
- Sección CA: 4x35 mm² Cu
- Resistencia del cobre: 56 m/ Ω ·mm²
- Tensión de red trifásica: 400 V

7.4.1 Corriente continua.

Cálculo 1 – Línea entre paneles e inversor (2x4 mm², Cu, RZ1-K, 0,6/1 kV)

Se calcula la caída de tensión más desfavorable para una cadena de 20 paneles de 500 W_p:

Potencia de la cadena:

$$P_{cadena}(W) = P_{modulo} \times N^{\circ} \text{ m\u00f3dulos en cadena}$$

$$P = 500 \text{ W} \times 20 = 10.000 \text{ W}$$

Tensi\u00f3n total de la cadena:

$$T_{cadena}(V) = V_{mp} \text{ m\u00f3dulo} \times N^{\circ} \text{ m\u00f3dulos en cadena}$$

$$V = 38.38 \text{ V} \times 20 = 767,6 \text{ V}$$

Intensidad:

$$I(A) = \frac{P_{cadena}(W)}{T_{cadena}(V)}$$

$$I = 10.000 / 767,6 \approx 13.03 \text{ A}$$

Ca\u00eda de tensi\u00f3n:

$$v(V) = \frac{2 \times L(m) \times I(A)}{k \times S(mm^2)}$$

- v ca\u00eda de la tensi\u00f3n
- L Longitud del cable
- I Intensidad de la corriente
- k Constante material (56 para el cobre a 70\u00b0c)
- S Secci\u00f3n del conductor

$$v = \frac{2 \times 50 \times 13.03}{56 \times 4}$$

$$v = (2 \times 50 \times 13.03) / (56 \times 4) \approx 5.82 \text{ V}$$

Porcentaje de ca\u00eda:

$$v\% = (5.82 / 767.6) \times 100 \approx 0.76 \%$$

7.4.2 Corriente alterna. C\u00e1lculo 2 – L\u00ednea inversor a cuadro AC (4x35 mm², Cu, RZ1-K(AS), 0,6/1 kV)

Para una potencia de salida de 20.000 W:

Intensidad:

$$I(A) = \frac{P_{cadena}(W)}{\sqrt{3} \times T_{cadena}(V)}$$

$$I \text{ en trif\u00e1sica} = 20.000 / (400 \times \sqrt{3}) \approx 28.87 \text{ A}$$

Caída de tensión:

$$v = (2 \times 28.87) / (56 \times 35) \approx 0,0295 \text{ V}$$

Porcentaje de caída:

$$v\% = (0,0295 / 400) \times 100 \approx 0,0074 \%$$

7.4.3 Corriente alterna. Cálculo 3 – Alternativa línea inversor a cuadro AC (4×35 mm², Cu, RV-K, 0,6/1 kV)

Para una longitud de línea de 15 m:

Caída de tensión:

$$v = (15 \times 28,87) / (56 \times 35) \approx 0,221 \text{ V}$$

Porcentaje de caída:

$$v\% = (0,221 / 400) \times 100 \approx 0,055 \%$$

Caída total estimada en la instalación:

$$v\% \text{ total} = 0,76 \% + 0,007 \% + 0,055 \% \approx 0,82 \%$$

Tabla 23 Resumen caídas Fuente: Elaboración propia

Tramo	Caída (V)	Caída (%)
CC – Paneles a inversor (50 m, 4 mm ²)	5,82 V	0,76 %
CA – Inversor a cuadro (50 m, 35 mm ²)	0,03 V	0,007 %
CA – Alternativa corta (15 m, 35 mm ²)	0,22 V	0,055 %
Caída total estimada	—	≈ 0,82 %

Esta caída se sitúa muy por debajo del límite máximo del 1,5 % establecido como referencia en aplicaciones de generación eléctrica conectada en baja tensión, en particular según la ITC-BT-40 y criterios de calidad de suministro estipulados por la norma UNE-EN 50160.

La selección de secciones y longitud de canalizaciones permite un funcionamiento eficiente, seguro y conforme con los criterios de diseño exigidos por la normativa vigente. En consecuencia, la instalación satisface las condiciones técnicas y reglamentarias en cuanto a caída de tensión.

7.5 FICHAS TÉCNICAS

7.5.1 Ficha Técnica de los módulos

Hi-MO 5m

(G2)

LR5-66HPH 495~515M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M10 Gallium-doped Wafer
 - Smart Soldering
 - 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability

12 12-year Warranty for Materials and Processing

25 25-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO9001:2015: ISO Quality Management System

ISO14001:2015: ISO Environment Management System

ISO45001:2018: Occupational Health and Safety

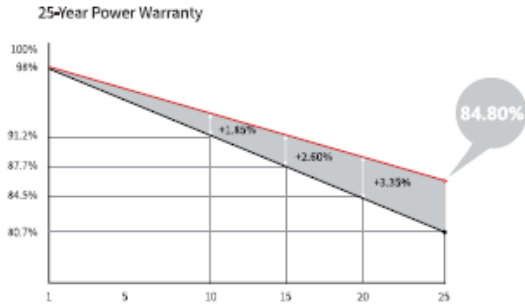
TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

LONGi



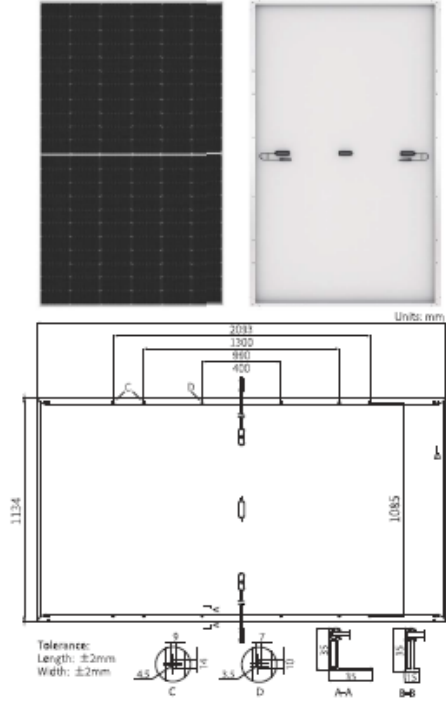
21.7% MAX MODULE EFFICIENCY	0~3% POWER TOLERANCE	<2% FIRST YEAR POWER DEGRADATION	0.55% YEAR 2-25 POWER DEGRADATION	HALF-CELL Lower operating temperature
--	-----------------------------------	--	--	---

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	132 (6×22)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm length can be customized
Connector	LONGI LRS or MC4 EVO2
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	25.3kg
Dimension	2093×1134×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 682pcs per 40' HC



Electrical Characteristics

Module Type	STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C		NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s		STC		NOCT		STC		NOCT	
	LR5-66HPH-495M	LR5-66HPH-500M	LR5-66HPH-505M	LR5-66HPH-510M	LR5-66HPH-515M	LR5-66HPH-495M	LR5-66HPH-500M	LR5-66HPH-505M	LR5-66HPH-510M	LR5-66HPH-515M	LR5-66HPH-495M	LR5-66HPH-500M
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (P _{max} /W)	495	370.0	500	373.7	505	377.5	510	381.2	515	384.9	515	384.9
Open Circuit Voltage (V _{oc} /V)	45.40	42.69	45.55	42.83	45.70	42.97	45.85	43.11	46.00	43.25	46.00	43.25
Short Circuit Current (I _{sc} /A)	13.82	11.17	13.90	11.24	13.97	11.30	14.05	11.36	14.13	11.42	14.13	11.42
Voltage at Maximum Power (V _{mp} /V)	38.23	35.51	38.38	35.65	38.53	35.79	38.68	35.93	38.83	36.07	38.83	36.07
Current at Maximum Power (I _{mp} /A)	12.95	10.42	13.03	10.48	13.11	10.55	13.19	10.61	13.27	10.67	13.27	10.67
Module Efficiency(%)	20.9		21.1		21.3		21.5		21.7		21.7	

Test uncertainty for P_{max}: ±3%

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0~3%
V _{oc} and I _{sc} Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2 IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of I _{sc}	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of V _{oc}	-0.265%/°C
Temperature Coefficient of P _{max}	-0.340%/°C

7.5.2 Ficha Técnica del inversor

SUN2000-12/15/17/20/25KTL-M5
Smart PV Controller



Active Safety

AI Powered Arcing Protection



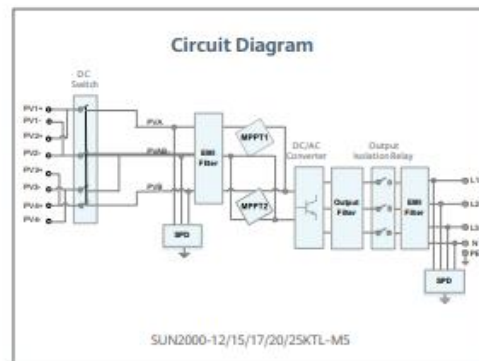
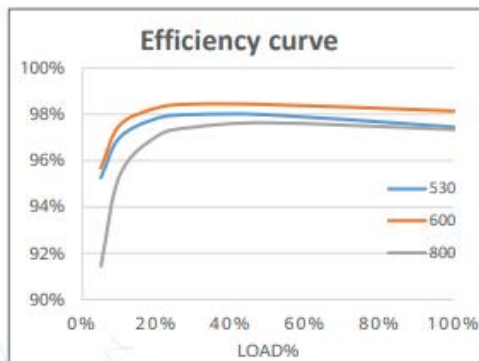
Higher Yields

Up to 30% More Energy with Optimizer



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
 Communication Supported



SUN2000-12/15/17/20/25KTL-M5
Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -12KTL-M5	SUN2000 -15KTL-M5	SUN2000 -17KTL-M5	SUN2000 -20KTL-M5	SUN2000 -25KTL-M5
Efficiency					
Max. efficiency	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%
European weighted efficiency	97.9%	98.0%	98.1%	98.1%	98.2%
Input					
Recommended max. PV power ¹	18,000 Wp	22,500 Wp	25,500 Wp	30,000 Wp	37,500 Wp
Max. input voltage ²	1100 V				
Full-load MPPT voltage range	370V~800V	410V~800V	440V~800V	480V~800V	530~800V
MPPT Operating voltage range ³	200 V ~ 1000 V				
Start-up voltage	200 V				
Rated input voltage	600 V				
Max. input current per MPPT	30 A (two string) / 20 A (single string)				
Max. short-circuit current	40 A				
Number of MPP trackers	2				
Max. number of inputs	4				
Output					
Grid connection	Three phase				
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W	25,000 W
Max. apparent power	13,200 W	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA	27,500 VA
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 239.6 Vac / 415Vac, 3W + N + PE				
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz				
Max. output current	18.2A/380Vac 17.3A/400Vac 16.7A/415Vac	25.2A/380Vac 23.9A/400Vac 23.1A/415Vac	28.6A/380Vac 27.1A/400Vac 26.1A/415Vac	33.6A/380Vac 31.9A/400Vac 30.8A/415Vac	42.0A/380Vac 39.9A/400Vac 38.5A/415Vac
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging				
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %				
Features & Protections					
Overvoltage Category	PV II/AC III				
Input-side disconnection device	Yes				
Anti-islanding protection	Yes				
AC over-current protection	Yes				
DC reverse-polarity protection	Yes				
String fault detection	Yes				
DC surge protection	TYPE II				
AC surge protection	CLASS II				
Residual current monitoring unit	Yes				
Arc fault protection	Yes				
Ripple control	Yes				
Integrated PID recovery ⁴	Yes				
General Data					
Operation temperature range	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)				
Relative humidity	0 % RH ~ 100% RH				
Max. operating altitude	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)				
Cooling	Smart air cooling				
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App				
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)				
Weight (with mounting plate)	21kg (46.4 lb)				
Dimensions (W x H x D) (incl. mounting plate)	546 x 460 x 228mm (21.5 x 18.1 x 9.0 inch)				
Degree of protection	IP66				
Optimizer Compatibility					
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P, SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P, SUN2000-1300W-P, SUN2000-1100W-P				
Standard Compliance (more available upon request)					
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2				
Grid connection standards	G99, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, C10/11, ABNT, VFR 2019, UNE 217001, UNE 217002, RD 244, TOR D4, IEC61727, IEC62116				

¹ Inverter max input PV power is 40,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.

² The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

³ Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

⁴ SUN2000-12~20KTL-M2 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly)

***ANEXO 6 MODELO PREDICTIVO APLICADO A UNA BODEGA DE
NAVAS DEL REY DE 100.000L/AÑO DE VINO***

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	RESPUESTAS AL FORMULARIO DE LA BODEGA ANTES DE IMPLANTAR LAS MEDIDAS DE CORRECCIÓN	3
2	RESPUESTAS AL FORMULARIO DE LA BODEGA DESPUES DE IMPLANTAR LAS MEDIDAS DE CORRECCIÓN	9
3	CASO DE ESTUDIO ANTES Y DESPUES DE LA IMPLANTACION DE LAS MEJORAS	16
3.1	Estudio inicial de la bodega.....	16
3.2	Estudio de la bodega con las medidas de mejora implementadas	17
Figura 1	Script de la aplicación al modelo Fuente: Elaboración propia	16
Figura 2	Script de la aplicación del modelo Fuente: Elaboración propia	17
Tabla 1	Respuestas de la bodega de Navas del Rey antes de las medidas de corrección Fuente: Elaboración propia.....	3
Tabla 2	Respuestas de la bodega de Navas del Rey después de las medidas de corrección Fuente: Elaboración propia.....	9

1 RESPUESTAS AL FORMULARIO DE LA BODEGA ANTES DE IMPLANTAR LAS MEDIDAS DE CORRECCIÓN

Tabla 24 Respuestas de la bodega de Navas del Rey antes de las medidas de corrección Fuente: Elaboración propia

Pregunta	Respuesta bodega antes de implantación de medidas
1. Nombre de la bodega	Bodega Navas del Rey
2. Correo electrónico de contacto	bodeganavas@bn.es
3. Producción de vino anual (L/año)	Entre 50.001 - 100.000 L/año
4. Número de trabajadores	<10
5. Cargo en la empresa en materia de sostenibilidad	Director/a general
6. ¿La bodega cuenta con alguno/s de los siguientes departamentos/áreas?	Equipo de dirección
7. ¿Cuál es la estrategia de comunicación interna de la bodega?	Email
8. ¿Cuál es la estrategia de comunicación externa de la bodega?	

Página web

9. ¿La bodega divulga información ambiental a algún grupo de interés?

Clientes

Proveedores

10. ¿Existe claramente definido un Responsable Medioambiental en la bodega?

No

11. ¿Se ha definido una política ambiental?

No

12. ¿Cuál/es de estos compromisos está incluido en la política ambiental de la empresa?

Reducción del consumo de agua

13. ¿Cuáles son los principales objetivos ambientales de la bodega?

no hay

14. ¿Qué aspectos del economía circular y ciclo de vida del producto están incluidos en la política ambiental de la bodega?

15. ¿Con qué frecuencia se revisa el sistema de gestión ambiental?

No se tiene implantado un sistema de gestión ambiental

16. ¿Se cuenta con un plan para cumplir los objetivos medioambientales establecidos?

No se han establecido objetivos medioambientales

17. ¿Qué método se usa para evaluar el análisis de riesgos?

Método cuantitativo

18. ¿Se cuenta con planes de prevención y mitigación de impactos ambientales en caso de emergencia?

No

19. ¿Cada cuánto se revisa el plan de emergencia?

Nunca

20. En caso positivo, ante qué situación/es está preparada la bodega?

Incendio

21. ¿La bodega cuenta con la certificación ISO 14.001 o EMAS?

No, ninguna

22. ¿Se monitorea, mide, evalúa la gestión ambiental?

No

23. ¿Cómo se registra la información para demostrar que evalúa la efectividad de su sistema de gestión ambiental?

No

24. ¿Existen requisitos legales por parte de organismos gubernamentales u otras autoridades pertinentes que la bodega tenga que cumplir en relación con los impactos ambientales?

Sí

25. ¿Se ofrece formación medioambiental para el personal de la bodega?

Sí, anualmente

26. ¿Qué porcentaje de trabajadores ha recibido formación ambiental?

Menos del 25%

27. Otros compromisos de la bodega

28. ¿La bodega mide su huella de carbono, emisiones directas e indirectas por energía importada (alcance 1+2)?

No

29. ¿Se mide en su huella de carbono las emisiones indirectas (alcance 3)?

No

30. ¿La bodega tiene su huella de carbono de la organización certificada?

No

31. ¿La bodega mide la huella de carbono de al menos una unidad funcional de producto acorde al análisis de ciclo de vida Cuna a Puerta ("Cradle to Door")?

	No
32. ¿Se miden consumos energéticos y otros combustibles?	Sí, ambos
33. Rango de consumo eléctrico kWh/año	Entre 25.000 y 50.000 kWh/año
34. Rango de consumo de combustibles L/año	Entre 1.000 - 10.000 L/año
35. ¿Se dispone de un sistema de gestión Energética ISO 50.001?	
36. Uso de energías renovables	
37. ¿Se mide el consumo de agua?	No se utilizan energías de origen renovable Sí
38. ¿Se calcula la huella hídrica?	No
39. Rango de consumo de agua anual (m ³ /año)	Entre 250 - 500 m ³ /año
40. ¿Se miden y caracterizan los residuos y vertidos?	Sí

41. ¿Qué cantidad de residuos es destinada a valorización (incluido en el propio proceso)?

Entre 25 - 50%

42. ¿Se han implantado Buenas Prácticas en el consumo de recursos sostenible?

No

43. ¿Se han identificado áreas de biodiversidad en el viñedo o la bodega?

No

44. ¿La bodega está certificada en producción ecológica?

No

45. ¿Se emplea uva procedente de viñedo ecológico, biodinámico, viticultura regenerativa?

No

46. ¿La bodega dispone de alguno/s de estos planes de reducción?

Plan de reducción de consumo hídrico

2 RESPUESTAS AL FORMULARIO DE LA BODEGA DESPUES DE IMPLANTAR LAS MEDIDAS DE CORRECCIÓN

Tabla 25 Respuestas de la bodega de Navas del Rey después de las medidas de corrección Fuente: Elaboración propia

Pregunta	Respuesta bodega con implementación de medidas
1. Nombre de la bodega 2. Correo electrónico de contacto 3. Producción de vino anual (L/año)	Bodega Navas del Rey bodeganavas@bn.es
	Entre 50.001 - 100.000 L/año
4. Número de trabajadores	<10
5. Cargo en la empresa en materia de sostenibilidad	Responsable de Medio-ambiente
6. ¿La bodega cuenta con alguno/s de los siguientes departamentos/áreas?	Gestión medioambiental Equipo de dirección

7. ¿Cuál es la estrategia de comunicación interna de la bodega?	Email
8. ¿Cuál es la estrategia de comunicación externa de la bodega?	Página web Campañas de marketing Redes sociales
9. ¿La bodega divulga información ambiental a algún grupo de interés?	Clientes
	Proveedores
10. ¿Existe claramente definido un Responsable Medioambiental en la bodega?	Sí
11. ¿Se ha definido una política ambiental?	Sí
12. ¿Cuál/es de estos compromisos está incluido en la política ambiental de la empresa?	Reducción del consumo de agua Reducción del uso de combustible fósil Control del consumo de electricidad

<p>13. ¿Cuáles son los principales objetivos ambientales de la bodega?</p>	<p>Reducción del uso de fertilizantes y pesticidas</p> <p>Mejorar la eficiencia de uso de suelo;</p> <p>Mejora del embotellado y envasado</p> <p>Reducción del consumo eléctrico</p> <p>Reducción del consumo de agua</p> <p>Reducción de residuos</p> <p>Reducción de uso de materias primas;</p> <p>Reducción de filtraciones al suelo</p>
<p>14. ¿Qué aspectos del economía circular y ciclo de vida del producto están incluidos en la política ambiental de la bodega?</p>	<p>Impactos ambientales en la cadena de suministro</p>
<p>15. ¿Con qué frecuencia se revisa el sistema de gestión ambiental?</p>	<p>Anualmente</p>
<p>16. ¿Se cuenta con un plan para cumplir los objetivos medioambientales establecidos?</p>	<p>Sí</p>

17. ¿Qué método se usa para evaluar el análisis de riesgos?	Método cualitativo
18. ¿Se cuenta con planes de prevención y mitigación de impactos ambientales en caso de emergencia?	Sí
19. ¿Cada cuánto se revisa el plan de emergencia?	Cada 2 años o más
20. En caso positivo, ante qué situación/es está preparada la bodega?	<p>Incendio</p> <p>Vertido accidental de productos de limpieza o con cargas orgánicas,,</p> <p>Fuga de sustancias peligrosas</p> <p>Vertido accidental de contaminantes químicos</p>
21. ¿La bodega cuenta con la certificación ISO 14.001 o EMAS?	No
22. ¿Se monitorea, mide, evalúa la gestión ambiental?	Sí
23. ¿Cómo se registra la información para demostrar que evalúa la efectividad de su sistema de gestión ambiental?	Registros de datos

24. ¿Existen requisitos legales por parte de organismos gubernamentales u otras autoridades pertinentes que la bodega tenga que cumplir en relación con los impactos ambientales? Sí
25. ¿Se ofrece formación medioambiental para el personal de la bodega? Sí, anualmente
26. ¿Qué porcentaje de trabajadores ha recibido formación ambiental? Menos del 25%
27. Otros compromisos de la bodega
28. ¿La bodega mide su huella de carbono, emisiones directas e indirectas por energía importada (alcance 1+2)? Sí
29. ¿Se mide en su huella de carbono las emisiones indirectas (alcance 3)? No
30. ¿La bodega tiene su huella de carbono de la organización certificada? Sí
31. ¿La bodega mide la huella de carbono de al menos una unidad funcional de producto acorde al análisis de ciclo de vida Cuna a Puerta ("Cradle to Door")? No
32. ¿Se miden consumos energéticos y otros combustibles? Sí, ambos

33. Rango de consumo eléctrico kWh/año	Entre 25.000 y 50.000 kWh/año
34. Rango de consumo de combustibles L/año	Entre 1.000 - 10.000 L/año
35. ¿Se dispone de un sistema de gestión Energética ISO 50.001?	
36. Uso de energías renovables	Autogenerada, menos del 50%
37. ¿Se mide el consumo de agua?	Sí
38. ¿Se calcula la huella hídrica?	No
39. Rango de consumo de agua anual (m ³ /año)	Entre 250 - 500 m ³ /año
40. ¿Se miden y caracterizan los residuos y vertidos?	Sí

41. ¿Qué cantidad de residuos es destinada a valorización (incluido en el propio proceso)?

Entre 25 - 50%

42. ¿Se han implantado Buenas Prácticas en el consumo de recursos sostenible?

No

43. ¿Se han identificado áreas de biodiversidad en el viñedo o la bodega?

No

44. ¿La bodega está certificada en producción ecológica?

No

45. ¿Se emplea uva procedente de viñedo ecológico, biodinámico, viticultura regenerativa?

No

46. ¿La bodega dispone de alguno/s de estos planes de reducción?

Plan de reducción de emisiones

Plan de mejora energética

Plan de reducción de consumo hídrico

Plan de reducción de residuos

3 CASO DE ESTUDIO ANTES Y DESPUES DE LA IMPLANTACION DE LAS MEJORAS

3.1 Estudio inicial de la bodega

3.1.1 Script en Spyder

```
#Evaluacion en caso de estudio para una bodega de Navas del Rey
bodega_navas_inicio = {
    'P_3': 'Entre 50.001 - 100.000 L/año',
    'P_4': '<10',
    'P_5': 'Director/a general',
    'P_7': 'Email',
    'P_8': 'Página web',
    'P_9': 'Clientes',
    'P_10': 'No',
    'P_11': 'No',
    'P_12': 'Reducción del consumo de agua',
    'P_13': 'Reducción del consumo de agua',
    'P_14': 'Impactos ambientales en la cadena de suministro',
    'P_15': 'No se tiene implantado un sistema de gestión ambiental',
    'P_16': 'No se han establecido objetivos medioambientales',
    'P_18': 'No',
    'P_19': 'Nunca',
    'P_20': 'Incendio',
    'P_21': 0,
    'P_22': 'No',
    'P_25': 'Sí, anualmente',
    'P_26': 'Menos del 25%',
    'P_28': 'No',
    'P_29': 'No',
    'P_30': 'No',
    'P_32': 'Sí, ambos',
    'P_36': 'No se utilizan energías de origen renovable',
    'P_40': 'Sí',
    'P_42': 'No',
    'P_46': 'Plan de reducción de consumo hídrico'
}
df_bodega_ini = pd.DataFrame([bodega_navas_inicio])
prediccion = model_pip.predict(df_bodega_ini)
probabilidad = model_pip.predict_proba(df_bodega_ini)

print("Predicción inicial:", "Sí Certificación" if prediccion[0] == 1 else "No Certificación")
print("Probabilidad de certificación:", round(probabilidad[0][1]*100, 2), "%")
```

Figura 57 Script de la aplicación al modelo Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Resultados

Aplicamos el modelo de predicción con las respuestas recibidas del formulario para la bodega de Navas del Rey acorde con la tabla del apartado 1 de este Anexo.

El terminal nos devuelve la siguiente predicción:

- Predicción inicial: No Certificación
- Probabilidad de certificación: 8.79 %

En el estado actual de la bodega la probabilidad de certificación en la ISO 14.001 sería de un 8,79%, prediciendo así que la bodega en las condiciones actuales NO podría certificarse con la ISO 14.001.

Bien es cierto que como hemos indicado en el Anexo 3 de Metodología para el modelo de predicción de sostenibilidad en Python, el modelo no es fiable debido

a la baja cantidad de respuestas recibidas y pocos datos disponibles para el entrenamiento del modelo.

3.2 Estudio de la bodega con las medidas de mejora implementadas

3.2.1 Script en Spyder

```
#Con medidas de mejora
bodega_navas_fin = {
    'P_3': 'Entre 50.001 - 100.000 L/año',
    'P_4': '<10',
    'P_5': 'Responsable de Medio-ambiente',
    'P_7': 'Email',
    'P_8': 'Página web;Redes sociales;Publicidad;Campañas de marketing',
    'P_9': 'Clientes',
    'P_10': 'Sí',
    'P_11': 'Sí',
    'P_12': 'Reducción del consumo de agua;Reduccion del uso de combustible fosil;Control del consumo
    'P_13': 'Reducción del consumo electrico;Reduccion del consumo de agua;Reduccion de residuos;Redu
    'P_14': 'Impactos ambientales en la cadena de suministro',
    'P_15': 'Anualmente',
    'P_16': 'Sí',
    'P_18': 'Sí',
    'P_19': 'Anualmente',
    'P_20': 'Incendio;Vertido accidental de productos de limpieza o con cargas orgánicas;Vertido acci
    'P_21': 0,
    'P_22': 'Sí',
    'P_25': 'Sí, anualmente',
    'P_26': 'Menos del 25%',
    'P_28': 'Si',
    'P_29': 'Si',
    'P_30': 'Sí',
    'P_32': 'Si, ambos',
    'P_36': 'Autogenerada, menos del 50%',
    'P_40': 'Sí',
    'P_42': 'No',
    'P_46': 'Plan de reducción de emisiones;Plan de mejora energética;Plan de reducción de consumo hí
}

df_bodega_fin = pd.DataFrame([bodega_navas_fin])
prediccion = model_pip.predict(df_bodega_fin)
probabilidad = model_pip.predict_proba(df_bodega_fin)

print("Predicción con mejoras:", "Sí Certificación" if prediccion[0] == 1 else "No Certificación")
print("Probabilidad de certificación:", round(probabilidad[0][1]*100, 2), "%")
```

Figura 58 Script de la aplicación del modelo Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Resultados

Con las respuestas adaptadas según el apartado 2 de este Anexo, el modelo devuelve el siguiente resultado

- Predicción con mejoras: Sí Certificación
- Probabilidad de certificación: 60,17 %

En este caso, con la adopción de medidas orientadas a la gestión ambiental ISO 14.001 incluyendo factores como las certificaciones en huella de carbono, planes de reducción y la implementación de una instalación fotovoltaica a predicción del modelo estima la probabilidad de obtener la certificación en 60,17%.

Demuestra que aunque el modelo no sea muy fiable, se ha podido evaluar la diferencia entre la sostenibilidad de la situación de partida y la final, denotando un aumento significativo en la probabilidad de obtención de la certificación ISO 14.001.

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DE CONTENIDO

1 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	2
1.1 Objeto.....	2
1.2 Generalidades.....	2
1.3 Componentes y materiales	3
2 PLIEGO DE CONDICIONES ADMINISTRATIVAS DEL PROYECTO	10
2.1 Objeto y alcance del pliego.....	10
2.2 Conceptos incluidos en la oferta.....	11
2.3 Conceptos excluidos	11
2.4 Coordinación con otros intervinientes	11
2.5 Control e inspecciones	12
2.6 Modificaciones al proyecto	12
2.7 Criterios de calidad.....	12
2.8 Normativa de obligado cumplimiento	12
2.9 Documentación y planos	12
2.10 Interpretación técnica del proyecto	12

1 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1.1 Objeto

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red que se realicen en el ámbito de actuación del IDAE (proyectos, líneas de apoyo, etc.). Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

1.2 Generalidades

Este Pliego es de aplicación a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

Podrá, asimismo, servir como guía técnica para otras aplicaciones especiales, las cuales deberán cumplir los requisitos de seguridad, calidad y durabilidad establecidos. En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las características de estas aplicaciones.

En todo caso serán de aplicación todas las normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:

Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.

Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

1.3 Componentes y materiales

1.3.1 Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a

contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

1.3.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas,

quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Será deseable una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

1.3.3 Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto 4.1.2 sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

1.3.4 Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Auto conmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50% y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

El autoconsumo de los equipos (pérdidas en "vacío") en "stand-by" o modo nocturno deberá ser inferior al 2% de su potencia nominal de salida.

El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.

A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

1.3.5 Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

1.3.6 Conexión a red

Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

1.3.7 Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

1.3.8 Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

1.3.9 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

1.3.10 Medidas de seguridad

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de telemedida.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y telemedida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

2 PLIEGO DE CONDICIONES ADMINISTRATIVAS DEL PROYECTO

2.1 Objeto y alcance del pliego

El presente pliego de condiciones tiene como objetivo definir con precisión el alcance técnico y administrativo de los trabajos a ejecutar por parte del instalador

adjudicatario, en relación con la instalación fotovoltaica descrita en la documentación del proyecto.

Se detallan a continuación los conceptos fundamentales que este pliego regula:

- El contenido técnico de los trabajos incluidos en la oferta del instalador, y por tanto exigibles a la hora de ejecutar la instalación.
- El suministro y puesta en obra de todos los elementos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento del sistema, aunque no estén expresamente mencionados en el presupuesto.
- Las exigencias de calidad tanto en materiales como en los procesos de instalación, así como la correcta integración de los distintos componentes.
- Las pruebas y verificaciones parciales y finales a las que estará sometida la instalación, como requisito previo a la recepción provisional y definitiva de los trabajos.
- El régimen de garantías técnicas y de funcionamiento que deberá proporcionar el instalador, incluyendo aspectos de montaje, suministro y rendimiento global.

2.2 Conceptos incluidos en la oferta

Se entenderá que el instalador ha considerado en su oferta el suministro completo de todos los elementos necesarios para la ejecución de la instalación, aunque no se especifiquen en detalle en el presupuesto. Esto incluye:

- Mano de obra cualificada y medios técnicos necesarios.
- Herramientas, materiales auxiliares y elementos de fijación.
- Transporte, descarga, montaje y conexión de los equipos.
- Elementos de protección, señalización y seguridad asociados a la instalación.
- Documentación técnica de la instalación, manuales y certificados.

La totalidad de la instalación deberá ejecutarse conforme a las especificaciones contenidas en la memoria, en los planos técnicos, en este pliego y en el presupuesto. Todos los documentos del proyecto tienen la misma validez y deben interpretarse como un conjunto único e integrado.

2.3 Conceptos excluidos

Quedarán excluidas del alcance del instalador únicamente aquellas tareas o suministros que claramente no estén contempladas en ninguno de los documentos que conforman el proyecto (memoria, planos, pliego y presupuesto), o que hayan sido expresamente definidas como responsabilidad de un tercero.

2.4 Coordinación con otros intervinientes

El instalador deberá colaborar de forma activa con otros agentes y oficios que intervengan en la ejecución de la obra. Será su responsabilidad coordinar los

trabajos, prever la evolución de la obra y ejecutar remates necesarios. En caso de conflicto, se estará al criterio de la Dirección Facultativa.

2.5 Control e inspecciones

La Dirección de Obra podrá inspeccionar los trabajos en cualquier momento. Si se requieren pruebas externas o verificaciones fuera del emplazamiento, los costes correrán a cargo del instalador, incluyendo los gastos de desplazamiento del técnico responsable.

2.6 Modificaciones al proyecto

Solo se considerarán válidas las modificaciones derivadas de mejoras objetivas o cambios estructurales. Toda variación deberá ser aprobada por escrito por la Dirección Facultativa.

2.7 Criterios de calidad

Todos los materiales deberán cumplir con la normativa vigente y ser de primera calidad. Las sustituciones deberán estar aprobadas por escrito por la Dirección de Obra. En caso contrario, el material podrá ser rechazado sin coste para la propiedad.

2.8 Normativa de obligado cumplimiento

El instalador será responsable del cumplimiento de todas las normativas aplicables, incluyendo REBT, CTE, directivas europeas y requisitos de la compañía distribuidora. Ninguna indicación del proyecto justifica su incumplimiento.

2.9 Documentación y planos

Toda la documentación técnica generada por el instalador deberá ser validada por la Dirección Técnica para ser aceptada visando la documentación. Esto incluye planos, esquemas, certificados y manuales.

2.10 Interpretación técnica del proyecto

La interpretación oficial del proyecto corresponde al técnico redactor o a la Dirección de Obra. El instalador se compromete a ejecutar los trabajos en base al conjunto completo del proyecto (memoria, planos, presupuesto y pliego), sin interpretaciones parciales o interesadas.

Toda duda o discrepancia deberá ser consultada antes de ejecutar los trabajos, y su resolución quedará sujeta al criterio de la Dirección Facultativa.

Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red

PCT-C-REV - julio 2011

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

C/ Madera, 8

E-28004-MADRID

www.idae.es

Índice

1. Objeto
2. Generalidades
3. Definiciones
4. Diseño
5. Componentes y materiales
6. Recepción y pruebas
7. Cálculo de la producción anual esperada
8. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

Antecedentes

Esta documentación, elaborada por el Departamento de Energía Solar del IDAE y CENSOLAR, es una revisión del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red editado por primera vez en el año 2002, con la colaboración del Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid y el Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT.

Su finalidad es establecer las condiciones técnicas que deben tomarse en consideración en las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica de distribución.

1. Objeto

1.1 Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red que se realicen en el ámbito de actuación del IDAE (proyectos, líneas de apoyo, etc.). Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas

que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

1.2 Valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

1.3 El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

1.4 En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

2. Generalidades

2.1 Este Pliego es de aplicación a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

2.2 Podrá, asimismo, servir como guía técnica para otras aplicaciones especiales, las cuales deberán cumplir los requisitos de seguridad, calidad y durabilidad establecidos. En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las características de estas aplicaciones.

2.3 En todo caso serán de aplicación todas las normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

3. Definiciones

3.1 Radiación solar

3.1.1 Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

3.1.2 Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².

3.1.3 Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m², o bien en MJ/m².

3.2 Instalación

3.2.1 Instalaciones fotovoltaicas: Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

3.2.2 Instalaciones fotovoltaicas interconectadas: Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

3.2.3 Línea y punto de conexión y medida: La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

3.2.4 Interruptor automático de la interconexión: Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

3.2.5 Interruptor general: Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

3.2.6 Generador fotovoltaico: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

3.2.7 Rama fotovoltaica: Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

3.2.8 Inversor: Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.

3.2.9 Potencia nominal del generador: Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

3.2.10 Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal: Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

3.3 Módulos

3.3.1 Célula solar o fotovoltaica: Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

3.3.2 Célula de tecnología equivalente (CTE): Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

3.3.3 Módulo o panel fotovoltaico: Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

3.3.4 Condiciones Estándar de Medida (CEM): Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m²

- Distribución espectral: AM 1,5 G

- Temperatura de célula: 25°C

3.3.5 Potencia pico: Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

3.3.6 TONC: Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20°C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

3.4 Integración arquitectónica

3.4.1 Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos: Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

3.4.2 Revestimiento: Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

3.4.3 Cerramiento: Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

3.4.4 Elementos de sombreado: Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada.

3.4.5 La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en 3.4.1, se denominará superposición y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

4. Diseño

4.1 Diseño del generador fotovoltaico

4.1.1 Generalidades

4.1.1.1 El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.2.

4.1.1.2 Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

4.1.1.3 En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

4.1.2 Orientación e inclinación y sombras

4.1.2.1 La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 3.4. En todos los casos han de cumplirse tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

| | Orientación e inclinación (OI) | Sombras (S) | Total (OI+S) |

| --- | --- | --- | --- |

| General | 10% | 10% | 15% |

| Superposición | 20% | 15% | 30% |

| Integración arquitectónica | 40% | 20% | 50% |

4.1.2.2 Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado 4.1.2.1, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria del Proyecto.

4.1.2.3 En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. En los anexos II y III se proponen métodos para el cálculo de estas pérdidas, que podrán ser utilizados para su verificación.

4.1.2.4 Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo al anexo III.

4.2 Diseño del sistema de monitorización

4.2.1 El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

4.2.2 Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra "Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A", Report EUR16338 EN.

4.2.3 El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

4.3 Integración arquitectónica

4.3.1 En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico según lo estipulado en el punto 3.4, la Memoria de Diseño o Proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.

4.3.2 Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción,

necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.

4.3.3 Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

5. Componentes y materiales

5.1 Generalidades

5.1.1 Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

5.1.2 La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

5.1.3 El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

5.1.4 Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

5.1.5 Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

5.1.6 Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

5.1.7 En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

5.1.8 Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

5.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

5.2.1 Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

5.2.2 El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

5.2.3 Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

5.2.3.1 Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

5.2.3.2 Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

5.2.3.3 Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

5.2.3.4 Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

5.2.4 Será deseable una alta eficiencia de las células.

5.2.5 La estructura del generador se conectará a tierra.

5.2.6 Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

5.2.7 Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

5.3 Estructura soporte

5.3.1 Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

5.3.2 La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

5.3.3 El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

5.3.4 Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

5.3.5 El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la

facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

5.3.6 La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

5.3.7 La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

5.3.8 Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

5.3.9 En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.

5.3.10 Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto 4.1.2 sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

5.3.11 La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

5.3.12 Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

5.3.13 Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

5.3.14 En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

5.4 Inversores

5.4.1 Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

5.4.2 Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

5.4.3 Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

5.4.4 Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

5.4.5 Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

5.4.6 Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

5.4.6.1 El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

5.4.6.2 El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50% y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

5.4.6.3 El autoconsumo de los equipos (pérdidas en "vacío") en "stand-by" o modo nocturno deberá ser inferior al 2% de su potencia nominal de salida.

5.4.6.4 El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.

5.4.6.5 A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

5.4.7 Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

5.4.8 Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

5.4.9 Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

5.5 Cableado

5.5.1 Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

5.5.2 Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%.

5.5.3 El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

5.5.4 Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

5.6 Conexión a red

5.6.1 Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.7 Medidas

5.7.1 Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

5.8 Protecciones

5.8.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.8.2 En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

5.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

5.9.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.9.2 Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

5.9.3 Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

5.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética

5.10.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.11 Medidas de seguridad

5.11.1 Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto

funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

5.11.2 La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

5.11.3 Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de teled medida.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y teled medida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

5.11.4 Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

6. Recepción y pruebas

6.1 El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

6.2 Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

6.3 Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

6.3.1 Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.

6.3.2 Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

6.3.3 Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.

6.3.4 Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

6.4 Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

6.4.1 Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.

6.4.2 Retirada de obra de todo el material sobrante.

6.4.3 Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

6.5 Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

6.6 Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

6.7 No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenderse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

7. Cálculo de la producción anual esperada

7.1 En la Memoria se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

7.2 Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

7.2.1 $(G_{\text{dm}}(0))$

Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/(m²·día), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:

- Agencia Estatal de Meteorología.
- Organismo autonómico oficial.
- Otras fuentes de datos de reconocida solvencia, o las expresamente señaladas por el IDAE.

Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/(m²·día),

7.2.3 Rendimiento energético de la instalación o "performance ratio", PR

Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
- La eficiencia del cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética del inversor.
- Otros.

7.2.4 La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

7.3 Los datos se presentarán en una tabla con los valores medios mensuales y el promedio anual, de acuerdo con el siguiente ejemplo:

Enero	1.92	3.12	0.851	2.65	
Febrero	2.52	3.56	0.844	3.00	
Marzo	4.22	5.27	0.801	4.26	
Abril	5.39	5.68	0.802	4.55	
Mayo	6.16	5.63	0.796	4.48	
Junio	7.12	6.21	0.768	4.76	
Julio	7.48	6.67	0.753	5.03	
Agosto	6.60	6.51	0.757	4.93	

| Septiembre | 5.28 | 6.10 | 0.769 | 4.69 |

| Octubre | 3.51 | 4.73 | 0.807 | 3.82 |

| Noviembre | 2.09 | 3.16 | 0.837 | 2.64 |

| Diciembre | 1.67 | 2.78 | 0.850 | 2.36 |

| Promedio | 4.51 | 4.96 | 0.803 | 3.94 |

8. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

8.1 Generalidades

8.1.1 Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.

8.1.2 El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

8.2 Programa de mantenimiento

8.2.1 El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

8.2.2 Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.

- Mantenimiento correctivo.

8.2.3 Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

8.2.4 Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.5.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.

- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.

- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar

incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

8.2.5 El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

8.2.6 El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

8.2.7 Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

8.2.8 Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

8.3 Garantías

8.3.1 Ámbito general de la garantía

8.3.1.1 Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

8.3.1.2 La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

8.3.2 Plazos

8.3.2.1 El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años.

8.3.2.2 Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

8.3.3 Condiciones económicas

8.3.3.1 La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

8.3.3.2 Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

8.3.3.3 Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

8.3.3.4 Si en un plazo razonable el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

8.3.4 Anulación de la garantía

8.3.4.1 La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto 8.3.3.4.

8.3.5 Lugar y tiempo de la prestación

8.3.5.1 Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

8.3.5.2 El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

8.3.5.3 Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

8.3.5.4 El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.

***PRESUPUESTO PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA BODEGA EN
NAVAS DEL REY***

3 PRESUPUESTO

BODEGA NAVAS DEL REY				
Presupuesto				
Código	Nat	CanPres	PrPres	ImpPres
01	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA BODEGA			22.404,95
01.01	SUBCAPÍTULO 08 INSTALACIÓN ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS			
01.01.01	40 Ud MÓD. FOTOVOLTAICO 500 W Módulo fotovoltaico con una potencia nominal de 500Wp y una tolerancia de potencia de 0/+3%. Vmp de 38.38 V y Imp de 13.03 A. El voltaje de circuito abierto (Voc) es de 45.55 V y la corriente de cortocircuito (Isc) es de 13.90 A, con una eficiencia del módulo del 21.7%. La tensión máxima del sistema es de 1500 V (IEC/UL) y el valor máximo del fusible en serie es de 25 A. La temperatura de funcionamiento oscila entre -40 °C y +85 °C. Módulo utiliza células monocristalinas 132 (6X22) y tiene dimensiones de 2093 x 1134 x 35 mm, con un peso de 25.3 kg. El vidrio frontal es de cristal templado de alta transmisión con recubrimiento antirreflejante de 3.2 mm, y el marco es de aleación de aluminio anodizado. La caja de conexiones (J-Box) es IP68 y cuenta con 3 diodos de derivación. El cable es 12 AWG con una longitud estándar de 1400 mm y conectores MC4 compatibles. En relación a las temperaturas, el módulo tiene un coeficiente de temperatura de Pmax de -0.34 %/°C, un coeficiente de temperatura de Voc de -0.265 %/°C y un coeficiente de temperatura de Isc de +0.05 %/°C.	40	179	7.160,00
01.01.02	20 Ud SOPORTE MÓDULOS Ud. Soporte coplanar continuo fijación para fijación a cubierta plana o cualquier tipo de cubierta. Incluye: • Fijación a correas Soporte coplanar continuo para cubierta. • Disposición vertical del módulo. • Incluye junta de estanqueidad. • tornillería de anclaje a cubierta. Completamente montada, probada y funcionando.	20	73,03	1.460,60
01.01.03	Ud INVERSOR 20 KW Ud. Inversor Huawei SUN2000-20KTL-M5 20kW Trifásico Inversor híbrido(multimodo), para potencias del sistema hasta 4kW. Dos MPPT con protección para exterior (IP65), pantalla LCD, incluyendo control de red y equipos Max corriente de cortocircuito: 40 A Máxima tensión de entrada (Udc.max):1.100 V	1,00	2.771,17	2.771,17
01.01.04	Ud C. M. P. Ud. Cuadro para protección contra sobretensiones en el lado de corriente continua formado por caja estanca, con grado de protección IP65 y ventana transparente precintable, dos fusibles por línea y dos descargadores de sobretensión, unipolares, para 300kA y 600V, marca CIRPROTEC, modelo MS1C40/600, incluso accesorios y pequeño material. Según esquema unifilar. Completamente montado, probado y funcionando.	1	685	685,00
01.01.05	MI PV H1Z2Z2-K 2 x 6 mm2, D 20 Cable PV H1Z2Z2- Cca-s1b,d1,a1 2G6 mm2 entubado en tubo en acero galvanizado D = 20mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.	200	5,04	1.008,00
01.01.06	MI RZ1-k 0.6/1 kV 5 x 16 mm2, D50	200	7,1	1.420,00

	Cable RZ1-k 0.6/1 kV 5 x 16 mm2 entubado en tubo acero galvanizado D = 50 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.			
01.01.07	Ud EQUIPO DE MEDIDA TRIFÁSICO Ud. Equipo de medida trifásico, con características según marca el RD 1663/2000, incluso tratos de funcionando.	1	2800	2.800,00
01.01.08	Ud MONITOR. REMOTA IG.access Sistema para monitorización remota de instalación de un inversor mediante módem, con medida y registro de temperaturas ambiente, de panel, velocidad del viento, irradiación solar, incluso software, accesorios y parte proporcional de pequeño material, completamente montado, probado y funcionando. (Se valora un módem GSM por lo que en caso de cobertura suficiente no será necesario la tirada de un cable de teléfono, se deberá estudiar la alimentación eléctrica al sistema)	1	1.673,20	1.673,20
TOTAL SUBCAPÍTULO 08 INS ELE FOTVOLTAICOS		1	1,00	18.977,97
SUBCAPÍTULO 02 RED DE TIERRAS				
01.02.01	Ud Red de tierras Fotovoltaica Suministro e instalación de red de toma de tierra formada por conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección, para la línea de enlace de toma de tierra. Incluso tendido de línea de de cobre V750 de sección 1x16 mm ² Cu para conexión equipotencial suplementaria de estructura soporte, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Replanteo. Conexionado del electrodo y la línea de enlace. Montaje del punto de puesta a tierra. Trazado de la línea principal de tierra. Sujeción. Trazado de derivaciones de tierra. Conexionado de las derivaciones. Conexionado a masa de la red. Realización de pruebas de servicio.	1	648,54	648,54
TOTAL SUBCAPÍTULO 02 RED DE TIERRAS				648,54
SUBCAPÍTULO 03 CAJA GRAL. PROTECCIÓN, CANALIZACIONES				
01.03.01	Ud Caja general de protección, 80 A Caja de protección y medida COM2-S4 dmax 80 A de intensidad. Integra equipo completo de medida, conexiones, bases de cortacircuitos, fusibles y proteccion contra la derivacion individual. Caja con envolvente térmica aislante precintable y autoventilada instalacion empotrdaTotalmente instalado, siguiendo las Directrices de la Dirección Facultativa.	1	212,23	212,23
01.03.02	Canalizacion corriente Continua Suministro e instalación empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de canalización de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, con grado de proteccion IP545 para distintas secciones Incluye Replanteo colocacion y fijacion del tubo	152	8,42	1.279,84
01.03.03	Canalizacion corriente Alterna	5,00	19,68	98,40

	Suministro e instalación empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de canalización de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, con grado de protección IP545 para distintas secciones Incluye Replanteo colocación y fijación del tubo			
TOTAL SUBCAPÍTULO 03 CAJA GRAL. PROTECCIÓN,				1.590,47
SUBCAPÍTULO 04 COMPONENTES Y MECANISMOS				
01.04.01	Ud Interruptor Magnetotermico intensidad nominal 40V Interruptor magnetotermico combinado diferencial, Inom 40 A, poder de corte 6KA, curva C grado IP20, 4 módulos tetrapolar y fijación a carril mediante garras segun UNE-EN 61009-1. Totalmente instalado, siguiendo las Directrices de la Dirección Facultativa.	1	156,63	156,63
01.04.02	Ud Interruptor diferencial Interruptor conmutador unipolar serie alta a elegir, mecanismo interruptor unipolar serie alta,, según planos, i/ p.p. de cajas, montajes y conexiones, totalmente instalado, siguiendo las Directrices de la Dirección Facultativa. Marca y modelo : sensibilidad 30mA	1	62,34	62,34
TOTAL SUBCAPÍTULO 04 COMPONENTES Y MECANISMOS				218,97
SUBCAPÍTULO 06 LEGALIZACION				
01.06.01	Ud Certificado Instalador Eléctrico Legalización de la instalación eléctrica ante los organismos competentes. Certificado de instalador eléctrico, con proyecto, memoria, mediciones y planos, todo ello de acuerdo con las indicaciones de la Dirección Facultativa.	1	408	408,00
01.06.02	Ud Certificado eléctrico OCA Revisión de la instalación eléctrica y certificado emitido por OCA, todo ello de acuerdo con las indicaciones de la Dirección Facultativa.	1	561	561,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 06 LEGALIZACION				969,00
TOTAL CAPÍTULO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA BODEGA				22.404,95

4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO:

Presupuesto		
01	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA BODEGA	22.404,95
01.01	TOTAL SUBCAPÍTULO 08 INS ELE FOTOVOLTAICOS	18.977,97
01.02	TOTAL SUBCAPÍTULO 02 RED DE TIERRAS	648,54
01.03	TOTAL SUBCAPÍTULO 03 CAJA GRAL. PROTECCIÓN,	1.590,47
01.04	TOTAL SUBCAPÍTULO 04 COMPONENTES Y MECANISMOS	218,97
01.05	TOTAL SUBCAPÍTULO 05 LEGALIZACION	969,00
TOTAL CAPÍTULO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		22.404,95

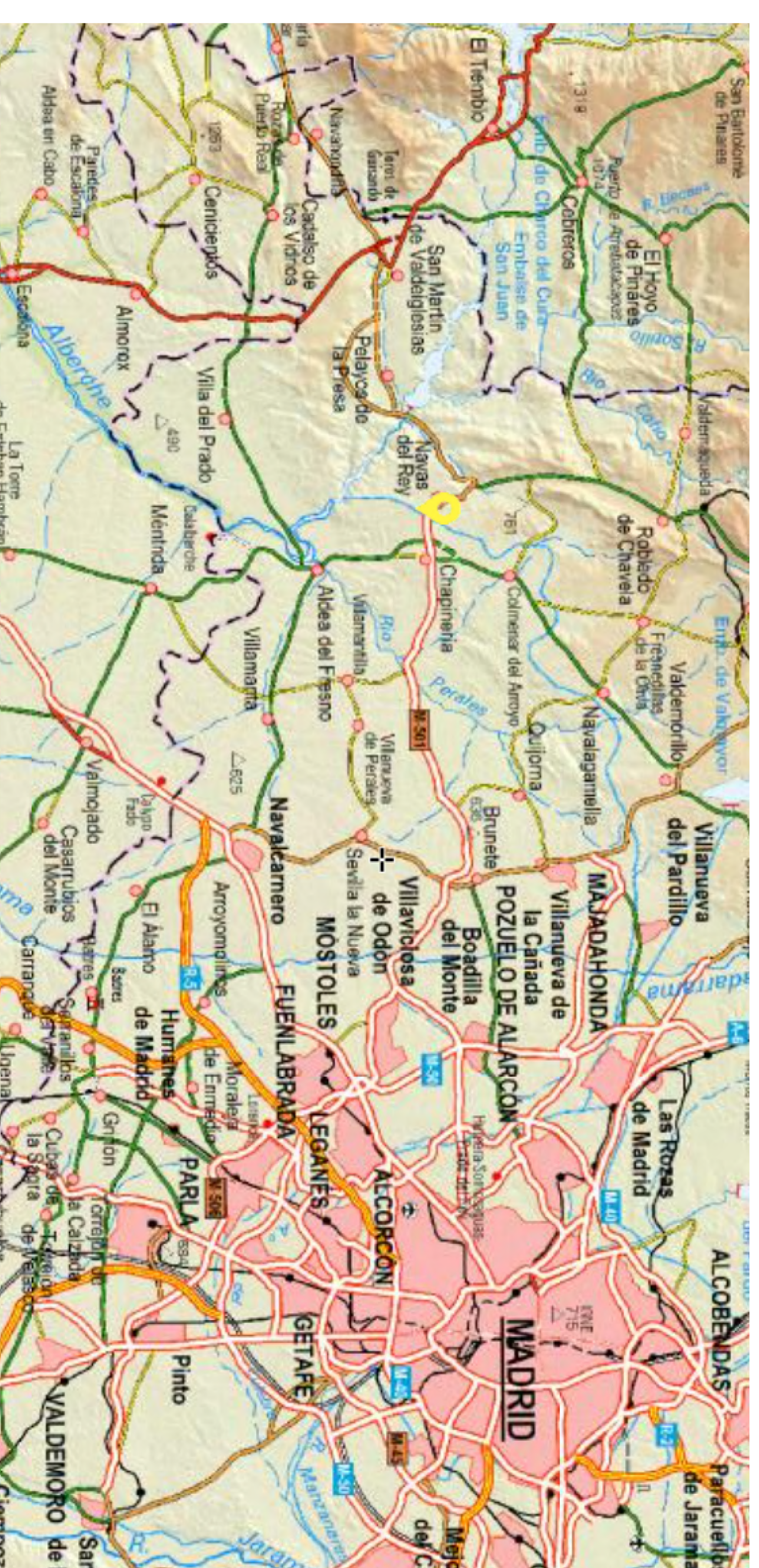
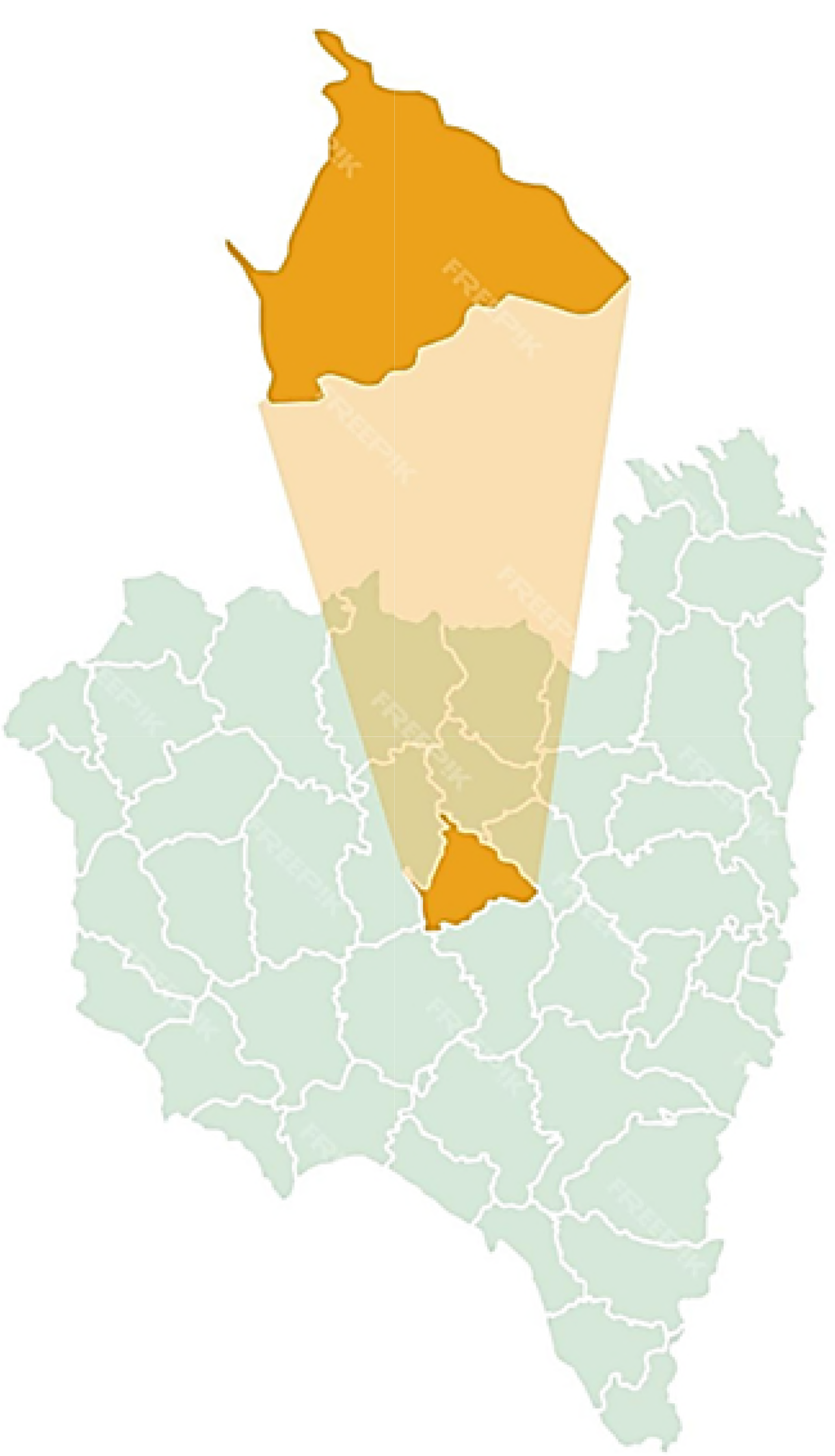
El presupuesto asciende a VEINTIDÓS MIL CUATROCIENTOS CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.



Diana Verzier Benet



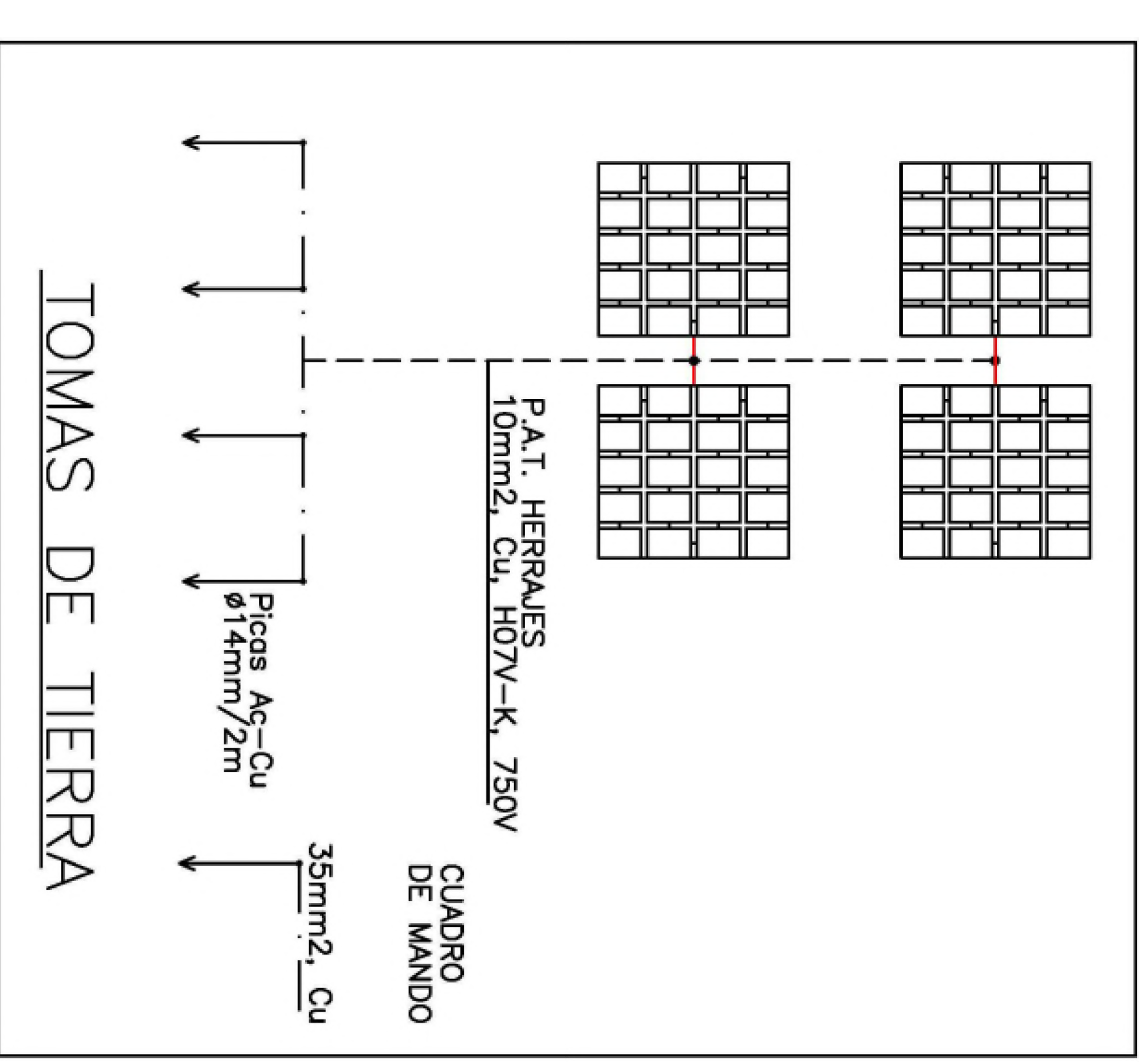
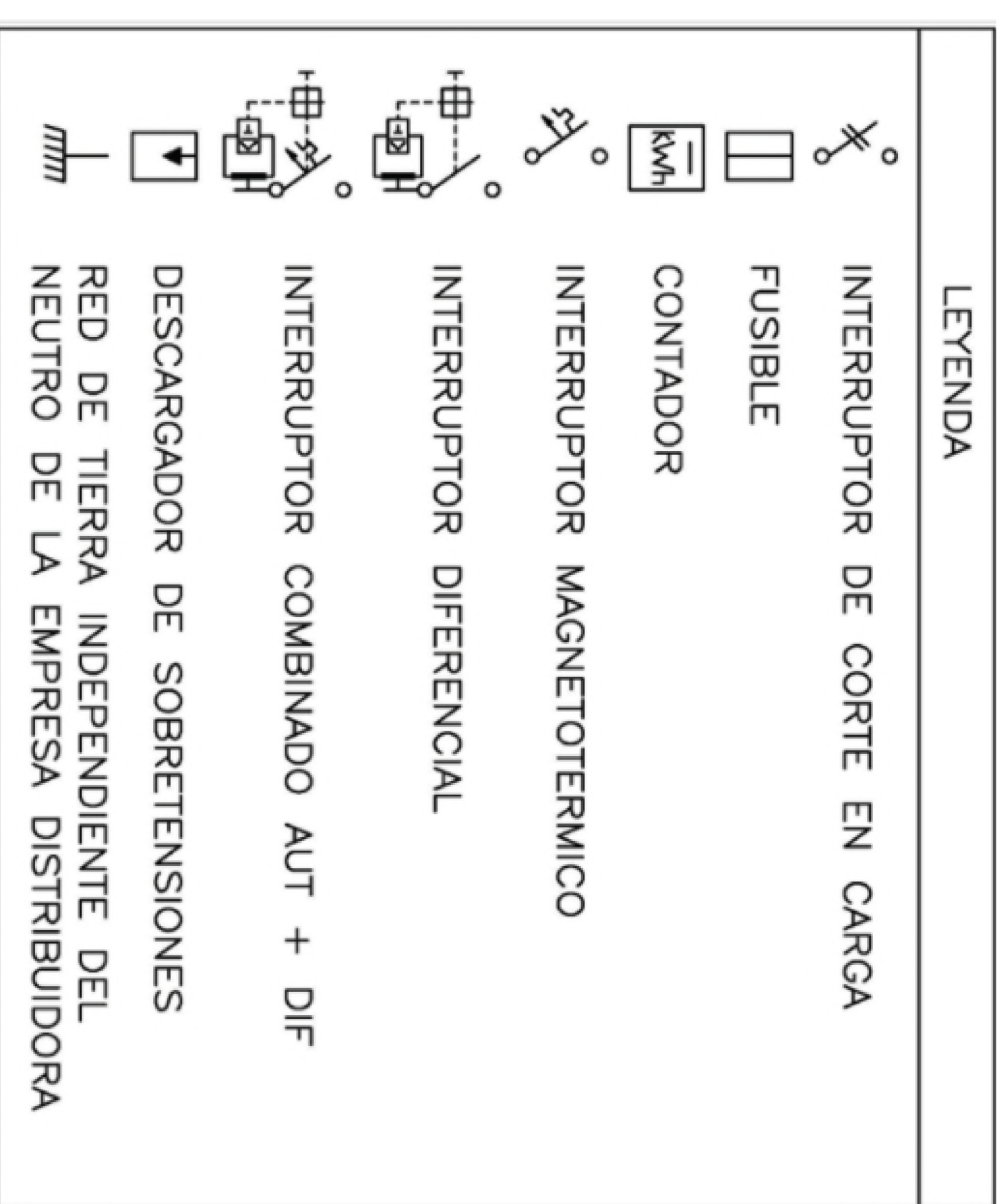
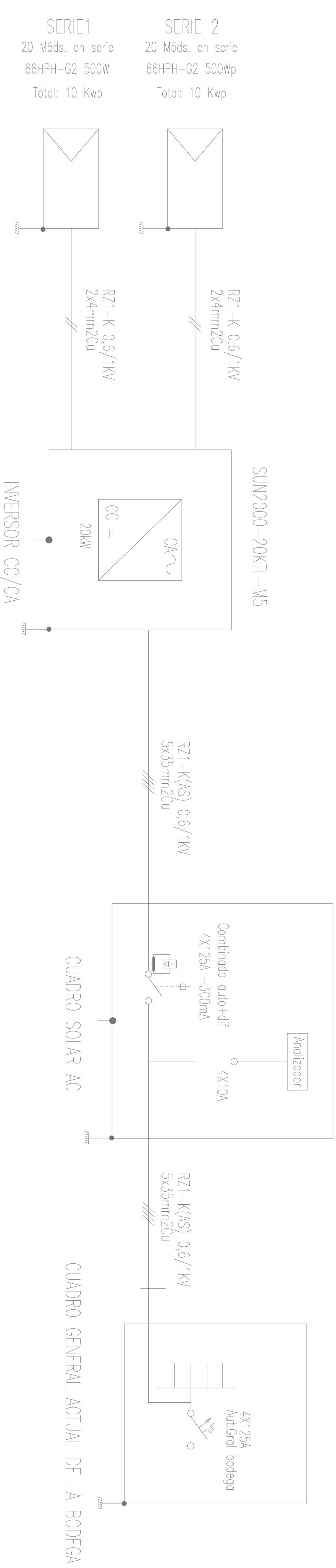
REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN	USO	SUP. CONSTRUIDA (m2)	PARTICIPACIÓN AÑO DEL INMUEBLE
4415606U K9741 N0001ZK	PS CASTILLO ENRIQUE IV 1	Industrial	1.054	1990 100,00



PROYECTO:
 Desarrollo de un modelo de predicción de la sostenibilidad aplicado al sector vitivinícola con aprendizaje automático y su aplicación a un caso de estudio a una bodega de Navas del Rey (comunidad de Madrid) con implementación de un sistema de producción de energía fotovoltaica

EMPLAZAMIENTO BODEGA		PLANO:	
escala VARIAS	julio 2025	Diana Verzier Benet	plano 1





PROYECTO:

Desarrollo de un modelo de predicción de la sostenibilidad aplicado al sector vitivinícola con aprendizaje automático y su aplicación a un caso de estudio a una bodega de Navas del Rey (comunidad de Madrid) con implementación de un sistema de producción de energía fotovoltaica

DIAGRAMA UNIFILAR

PLANO:

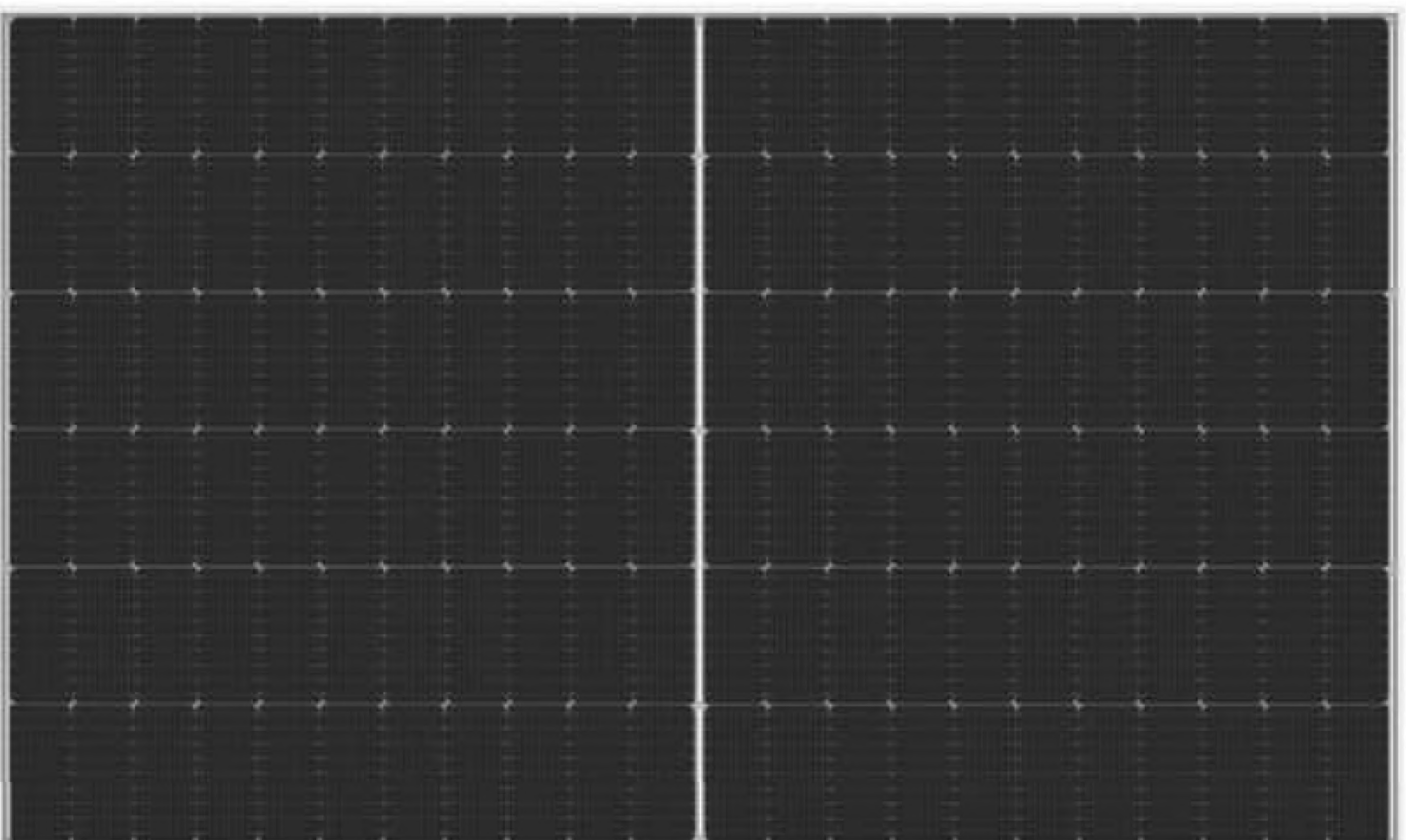
escala
S/E

Julio
2025

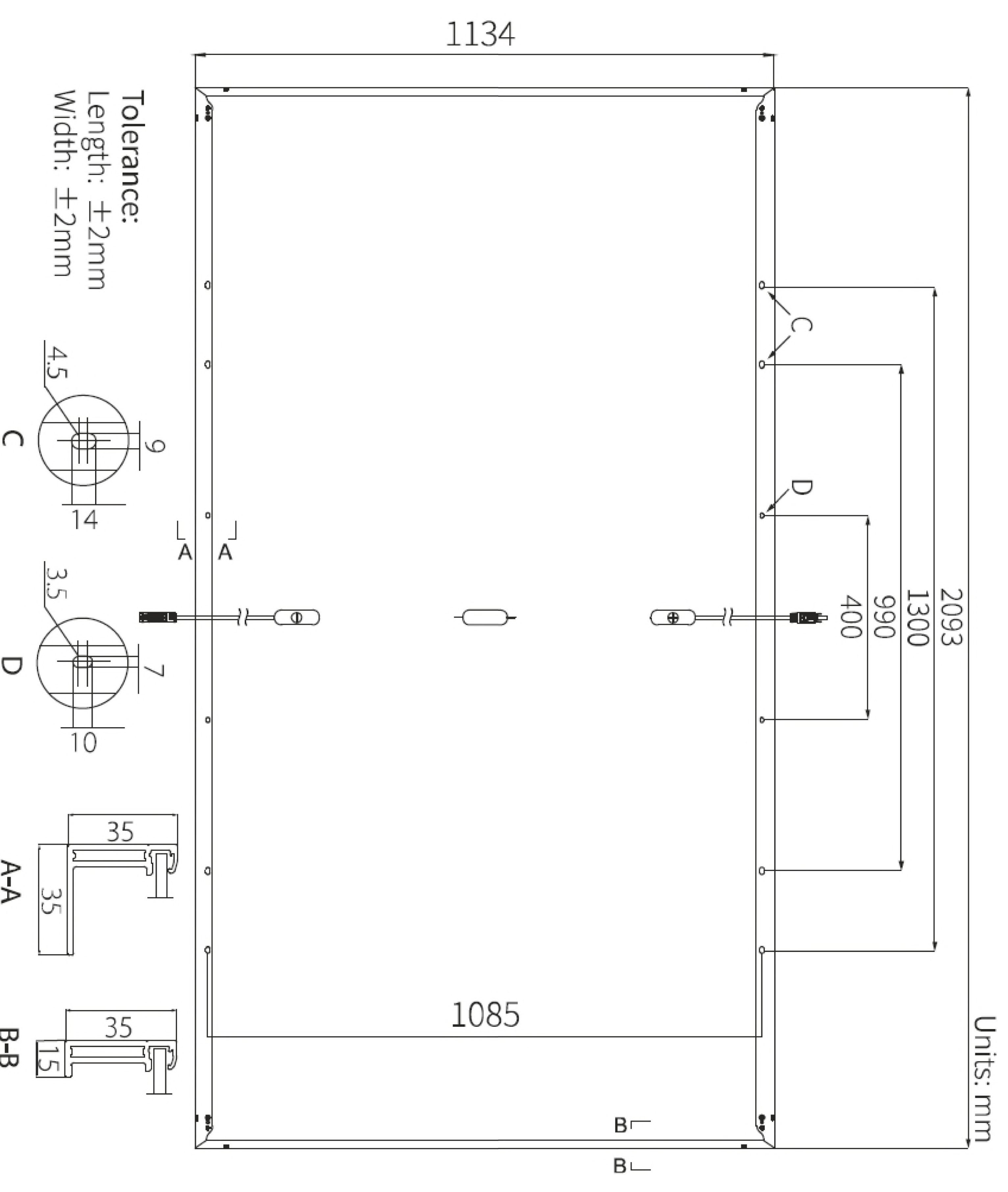
Diana Verzier Benet



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS



Módulo fotovoltaico con una potencia nominal de 500Wp y una tolerancia de potencia de 0/+3%. V_{mp} de 38.38 V y I_{mp} de 13.03 A. El voltaje de circuito abierto (V_{oc}) es de 45.55 V y la corriente de cortocircuito (I_{sc}) es de 13.90 A, con una eficiencia del módulo del 21.7%. La tensión máxima del sistema es de 1500 V (IEC/UL) y el valor máximo del fusible en serie es de 25 A. La temperatura de funcionamiento oscila entre -40°C y $+85^{\circ}\text{C}$. Módulo utiliza células monocristalinas 132 (6X22) y tiene dimensiones de 2093 x 1134 x 35 mm, con un peso de 25.3 kg. El vidrio frontal es de cristal templado de alta transmisión con recubrimiento antirreflejante de 3.2 mm, y el marco es de aleación de aluminio anodizado. La caja de conexiones (J-Box) es IP68 y cuenta con 3 diodos de derivación. El cable es 12 AWG con una longitud estándar de 1400 mm y conectores MC4 compatibles. En relación a las temperaturas, el módulo tiene un coeficiente de temperatura de P_{max} de $-0.34\%/^{\circ}\text{C}$, un coeficiente de temperatura de V_{oc} de $-0.265\%/^{\circ}\text{C}$ y un coeficiente de temperatura de I_{sc} de $+0.05\%/^{\circ}\text{C}$.



PROYECTO:

Desarrollo de un modelo de predicción de la sostenibilidad aplicado al sector vitivinícola con aprendizaje automático y su aplicación a un caso de estudio a una bodega de Navas del Rey (comunidad de Madrid) con implementación de un sistema de producción de energía fotovoltaica

CARACTERÍSTICAS TECNICAS DE LOS MÓDULOS

PLANO:

escala
VARIAS

julio
2025

Diana Verzier Benet

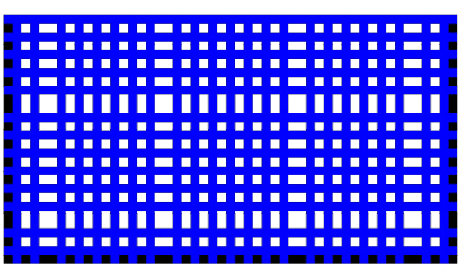


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

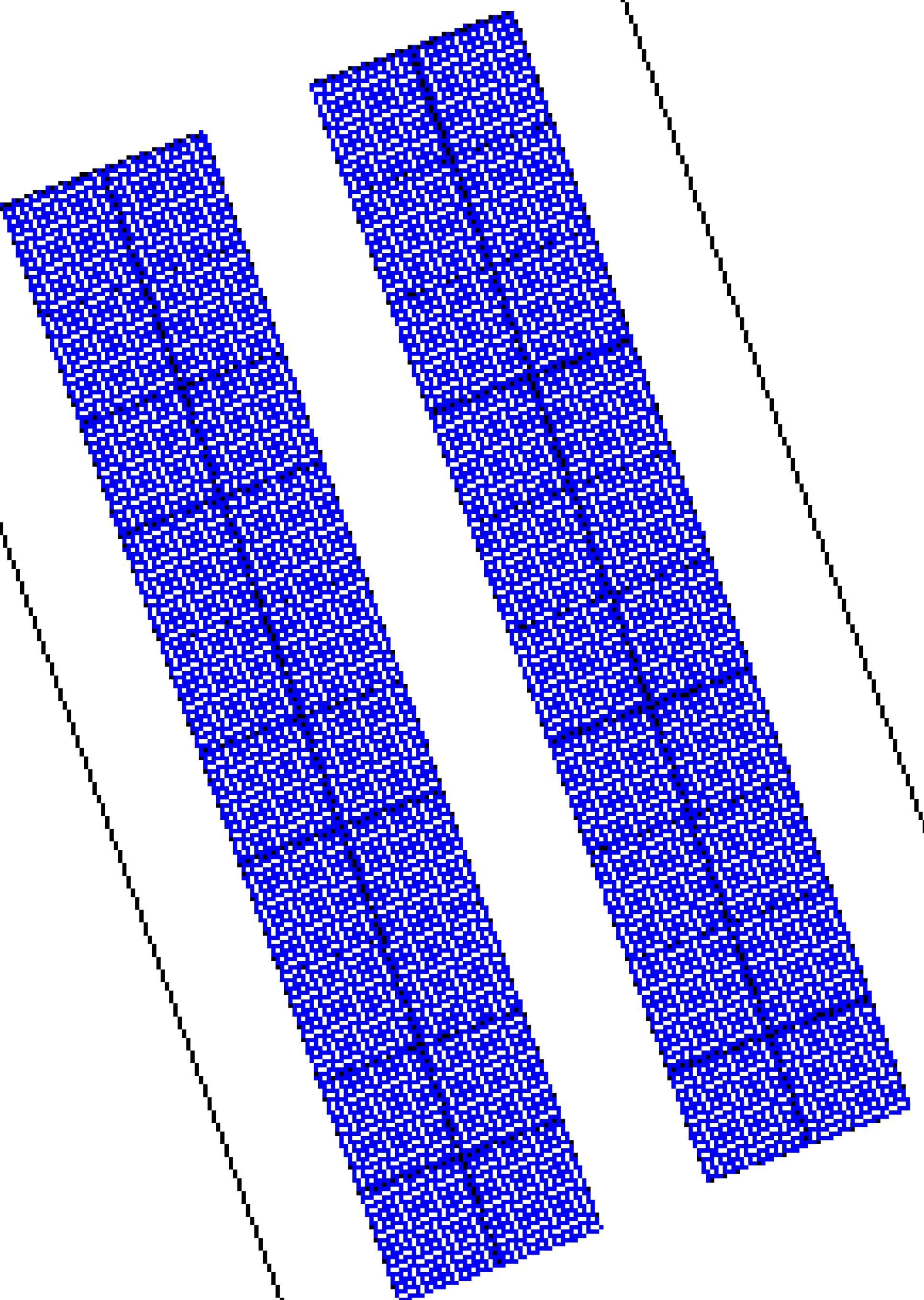
plano

3

LEYENDA INSTALACIÓN FV



Panel fotovoltaico LDCNCSI SOLAR
H-4000m 601-PPH-CZ 900Wp
Tipo de célula: Monocristalina 130x130mm
Dimensiones: 2090 x 1194 x 35 mm
Peso: 25,3 kg



PROYECTO:

Desarrollo de un modelo de producción de la sostenibilidad aplicado al sector vitivinícola con apoyo de tecnologías y su aplicación a un caso de estudio a una bodega de Navarre del Rio (Comunidad de Madrid) con implementación de un sistema de producción de energía fotovoltaica

DISTRIBUCIÓN EN CUBIERTA

PLANO:

escala
VARIAS

junio
2025

Diana Verdier Becnel

