

Gestión de la mitigación por las empresas vitivinícolas: combinar sostenibilidad y rentabilidad

Managing mitigation by wine companies: how to combine sustainability and profitability

Cristina Escriche-Martínez¹, Javier Carroquino^{1,2}, Nieves García-Casarejos³, Pilar Gargallo³, Mario de la Fuente^{4,5}

¹ Intergia Energía Sostenible, Zaragoza, Spain

² Universidad San Jorge, Zaragoza, Spain

³ Facultad de economía y Empresa, Universidad de Zaragoza, Spain

⁴ Spanish Wine Technology Platform, Madrid, Spain

⁵ CEIGRAM- Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Resumen. La transición hacia una economía descarbonizada requiere que las empresas adopten medidas de mitigación. El sector vitivinícola es uno de los más interesados en ello. En base a estudios previos, se han formulado dos hipótesis. La primera es que las bodegas que no destinan recursos específicos a gestionar la sostenibilidad toman decisiones de mitigación sin optimizar la rentabilidad económica y ambiental. La segunda es que la cultura organizacional de la empresa condiciona la adopción de medidas de mitigación. Siguiendo este camino, el proyecto Vid-Expert ha creado un sistema digital de apoyo a la gestión de la mitigación para las empresas vitivinícolas. Su objetivo es facilitar a los profesionales del vino la selección de medidas óptimas para su caso concreto. A partir de las Recomendaciones Metodológicas de la OIV, se ha construido un catálogo de medidas disponibles. Con los datos ingresados por el usuario, una herramienta de software avanzado calcula la huella de carbono de la organización, identifica las fuentes de emisión relevantes y sugiere las medidas de mitigación correspondientes. Las sugerencias priorizan las medidas por su relación costo-beneficio y su afinidad con las características de la empresa. El sistema permite el seguimiento de gestión a lo largo del tiempo.

Abstract. The transition to a decarbonised economy requires companies to take mitigation measures. The wine sector is one of the most interested in this. Based on previous studies, two hypotheses have been formulated. The first is that wineries that do not allocate specific resources to sustainability management make mitigation decisions without optimising economic and environmental profitability. The second is that the organisational culture of the company conditions the adoption of mitigation measures. Following this path, the Vid-Expert project has created a digital mitigation management support system for wine companies. It aims to make it easier for wine professionals to select the optimal measures for their specific case. Based on the Methodological Recommendations of the OIV, a catalogue of available measures has been constructed. With the data entered by the user, an advanced software tool calculates the carbon footprint of the organisation, identifies the relevant emission sources and suggests corresponding mitigation measures. The suggestions prioritise the measures according to their cost-benefit ratio and their affinity with the characteristics of the company. The system enables management tracking over time.

1. Introducción

El sector del vino es uno de los más afectados por el cambio climático. Las bodegas son conscientes de su existencia y de que puede afectarles gravemente. La transición hacia una economía descarbonizada requiere que las organizaciones del sector vitivinícola adopten medidas que lleven a una reducción de sus emisiones. Sin embargo, la adopción de medidas de mitigación es todavía demasiado lenta, limitada, y varía mucho de una empresa a otra [1]. Esto está asociado a la escasez de información disponible sobre medidas concretas, su potencial de mitigación y su rentabilidad.

1.1. Compromiso con la sostenibilidad

La sostenibilidad se ha convertido en un concepto crucial en el sector del vino, no sólo como respuesta a los desafíos del cambio climático, sino también como una oportunidad para mejorar la eficiencia de los procesos, reducir costes y fortalecer la reputación y resiliencia de la empresa frente a las demandas del mercado.

El estudio llevado a cabo por Carroquino et al. [1] identificó diferentes tipos de compañías vitivinícolas españolas según su enfoque de sostenibilidad (tabla 1). A partir de un análisis factorial multivariante y un análisis clúster, se llegaron a determinar cuatro perfiles diferentes de bodega.

Tabla 1. Grupos de compañías vitivinícolas españolas según su enfoque de sostenibilidad, identificados por [1].

Grupo 1 (37%) (Sostenibilidad en viticultura)	Compañías que adoptan acciones principalmente en el viñedo. Suelen tener certificaciones de producción ecológica pero no suelen calcular su huella de carbono.
Grupo 2 (22%) (Sostenibilidad en la gestión)	Compañías que adoptan acciones de mitigación con criterios técnicos y calculan su huella de carbono.
Grupo 3 (21%) (Sostenibilidad energética)	Compañías que adoptan medidas basadas en la inversión en equipos eficientes y energías renovables.
Grupo 4 (20%) (Falta de gestión de sostenibilidad)	Compañías que sólo implementan acciones requeridas por la normativa o subvencionadas.

Las organizaciones del grupo 2 son las únicas que están en condiciones de incorporar la toma de decisiones de mitigación en su gestión corporativa, con herramientas técnicamente establecidas y personal propio o externo dedicado. Por el contrario, las empresas de los grupos 1, 3 y 4 realizan una gestión de la mitigación parcial e incompleta. Este panorama muestra que muchas empresas vitivinícolas toman decisiones de mitigación con criterios subjetivos y dependiendo de su propia cultura organizacional, más que de un análisis cuantitativo y sistemático de su huella de carbono.

Ante esto, se han formulado dos hipótesis: la primera es que las bodegas que no destinan recursos específicos a gestionar la sostenibilidad toman decisiones de mitigación

sin optimizar la rentabilidad económica y ambiental; la segunda es que la adopción de medidas de mitigación depende, más que de su idoneidad, de cómo encajen con la cultura organizacional de la empresa.

1.2. Concepto de Huella de carbono

A la hora de gestionar la sostenibilidad debe contarse con herramientas técnicas que apoyen el proceso de toma de decisiones desde un punto de vista objetivo. El balance de gases de efecto invernadero (GEI) es una herramienta de gestión que permite la identificación, evaluación y cuantificación de las principales fuentes de emisiones de GEI. Para estudiar este balance con respecto a un producto o servicio o a una entidad específica, se lleva a cabo el cálculo de huella de carbono.

La huella de carbono (HC) es un parámetro clave para evaluar la sostenibilidad. Representa las emisiones totales de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero, expresadas en masa de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). Estas emisiones pueden estar causadas directa o indirectamente por un producto, una organización, un servicio o un evento, a lo largo de su ciclo de vida.

Mientras que la huella de carbono de un producto evalúa estas emisiones durante la vida del mismo, la huella de carbono de una organización cuantifica la cantidad de emisiones de GEI causadas directa o indirectamente por los flujos de actividad de una entidad o grupo de entidades interconectadas, que pueden ser de su responsabilidad o de las cuales depende. El cálculo de HC permite identificar las mayores fuentes de emisión de GEI y formar una idea de su impacto sobre el cambio climático, a la vez que permite establecer objetivos realistas y con base científica para la reducción de emisiones. Por tanto, constituye la base necesaria para abordar y dar continuidad en el tiempo a las acciones de reducción de emisiones y al impacto de una organización sobre el medioambiente. Para su cuantificación es necesario conocer muy bien las actividades y procesos que se llevan a cabo en la empresa, con objeto de elaborar un inventario de fuentes de emisión completo y coherente.

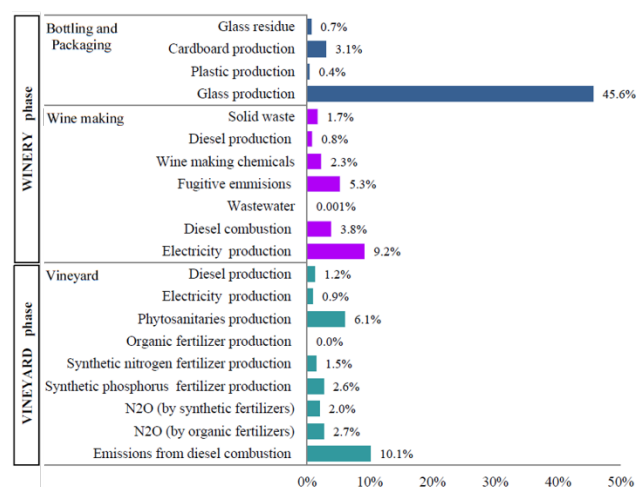


Figura 1. Contribución de los procesos de viñedo y bodega en emisiones de GEI por unidad de referencia. Fuente: A. Navarro.

Por su parte, una fuente de emisión es toda aquella actividad o concepto que produce una emisión de gases de efecto invernadero y que, por tanto, aumenta la huella de carbono. Diversos estudios [2–4] han analizado las principales fuentes de emisión en las actividades de producción del vino. La figura 1 muestra las diversas fuentes de carbono en bodega y viñedo en la muestra estudiada [2]. Es de destacar que las mayores emisiones, son las asociadas a la producción del vidrio adquirido para embotellar, con un 45%. En segundo lugar están las emisiones asociadas a la energía (combustibles fósiles y electricidad), con un 26% en su conjunto.

Para calcular la huella de carbono es necesario definir unos límites:

- Límites organizacionales: determinando las unidades de negocio y operaciones que constituyen la empresa, a efectos de tenerlas en cuenta para el cálculo. Estos límites se concretan por el tipo de control que ejerce la organización sobre una operación empresarial (operacional, si la organización tiene poder para gobernar las políticas operativas, o financiero, si tiene poder para gobernar las políticas financieras, para obtener beneficios de sus actividades).
- Límites operacionales: determinando qué fuentes de emisión se van a incluir en el cálculo y cómo se categorizan esas emisiones, pudiéndose clasificar como emisiones directas (alcance 1), emisiones indirectas por consumo de energía de origen externo (alcance 2) y otras emisiones indirectas (alcance 3).

Alcance 1. Son las emisiones producidas por elementos directamente bajo el control de la organización y de su propiedad, dentro de los límites operacionales.

Alcance 2. Son las emisiones a causa del consumo de electricidad proveniente de la red eléctrica y del consumo de energía a través de una red física (vapor, calefacción, refrigeración, aire comprimido).

Alcance 3. Para el sector del vino, son las emisiones a consecuencia de las actividades de producción del producto listo para su venta, procedentes de los equipos y elementos que son propiedad y están controlados por otra compañía (esto es, se encuentran fuera de los límites operacionales), pero sobre los que la organización objeto de estudio tiene un control indirecto.

1.3. Protocolos para el cálculo de huella de carbono

Aunque existen estándares internacionalmente aceptados para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero y el cálculo de huella de carbono (ISO 14.064, ISO 14.067, ISO 14.069, PAS 2050, PAS GHG Protocol), todavía no hay una metodología unificada específica para el sector del vino, que se encuentra con diferentes opciones.

Por ejemplo, la FIVS proporciona, en su *International Wine Greenhouse Gas Protocol*, directrices metodológicas para contabilizar y comunicar las emisiones de GEI de la

industria del vino internacional, desde el enfoque organizacional. Estas directrices recomiendan que los límites de la organización se establezcan teniendo en cuenta el control operativo, lo que significa garantizar que la empresa tiene poder para reducir las emisiones de GEI de operaciones específicas.

La OIV plantea su propio Protocolo para el cálculo de emisiones y elaboración de inventario de emisiones y capturas de GEI. Se basa en la norma ISO 14064 (y la guía de aplicación ISO 14069) para enfoque de organización, y en la ISO 14067 para enfoque de producto, que a su vez se basan en el GHG Protocol. El objetivo general del Protocolo de la OIV es “beneficiar a organizaciones, negocios y otras partes interesadas en el sector vitivinícola ofreciendo un método claro y consistente para la evaluación completa de las emisiones de GEI ligadas a las actividades de las compañías vitivinícolas”.

Distintas organizaciones nacionales también han desarrollado sus propias guías y calculadoras de la huella de carbono, basadas en directrices internacionales. Por ejemplo, la *Australian Wine Carbon Calculator* (AWCC) en Australia, la *WineGB Farm Carbon Calculator* en Gran Bretaña, o el *California Code of Sustainable Winegrowing Workbook*, como parte del Programa de Vinificación Sostenible de California.

Por su parte, el Wine Institute de California, New Zealand Winegrowers, Integrated Production of Wine de Sudáfrica, y Winemakers Federation de Australia han desarrollado el *International Wine Carbon Calculator Protocol* (IWCC). Se trata de una calculadora con base en Excel cuyos cálculos se basan en la normativa PAS 2050 (enfoque de organización).

2. 2 Proyecto Vid-Expert

El cálculo de la huella de carbono de las actividades en viñedo y bodega es complejo, debido a la gran cantidad y variedad de fuentes de emisión y captura de GEI. Además, la toma de decisiones de mitigación requiere también conocimientos y datos técnicos ajenos a las tecnologías vitivinícolas. La adopción de medidas de forma subjetiva no garantiza una eficaz y eficiente reducción de la huella de carbono. Por ello, las compañías del sector del vino suelen necesitar ayuda técnica externa. Para dar respuesta a este problema, se crea el Grupo Operativo Vid-Expert.

El proyecto Vid-Expert (figura 2) aborda la creación de un sistema inteligente de gestión de la mitigación del cambio climático en el sector vitivinícola. Esto incluye el cálculo de la huella de carbono, la ayuda a la elección de las medidas de mitigación idóneas para cada caso y el seguimiento de los resultados obtenidos. El resultado final del proyecto, que se encuentra actualmente en su fase última, es el desarrollo de una herramienta informática inteligente, muy diferente a las calculadoras de huella de carbono existentes en el mercado. Su utilización está enfocada directamente a los profesionales del vino (tanto agricultores como bodegas) y les permitirá conocer la huella de carbono de su empresa y/o explotación y sus puntos débiles en cuanto a emisiones. Además, permitirá

identificar las medidas de mitigación con la mejor relación coste-beneficio para el caso concreto de su organización. Para ello, la herramienta tendrá en cuenta la cultura de la organización, para facilitar el proceso de toma de decisiones y que las medidas propuestas tengan más posibilidad de ser aceptadas e implementadas.



Figura 2. Logotipo del proyecto Vid-Expert.

Adicionalmente, el proyecto Vid-Expert analiza las características y estado del sello de sostenibilidad *Sustainable Wineries for Climate Protection* (SWfCP) otorgado por la Federación Española del Vino (FEV). El esquema de certificación SWfCP define los criterios que debería cumplir una bodega sostenible, teniendo en cuenta la dimensión medioambiental, la dimensión social, la dimensión económica y la dimensión de gobernanza. Se basa en la metodología de mejora continua PDCA (Plan, Do, Check, Act) (figura 3), por lo que permite demostrar de una forma sólida y cuantificable el compromiso por la sostenibilidad de las bodegas. Actualmente ya son más de 90 organizaciones del sector vitivinícola español las que cuentan con este sello.

La herramienta Vid-Expert ayudará a la consecución y renovación del sello facilitando el cálculo de la huella de carbono y su diagnóstico de manera sistematizada, permitiendo la elaboración de planes de mejora continua. Vid-Expert pretende realizar propuestas tecnológicas que puedan aumentar el valor de la certificación y promuevan un uso más extendido de este sello, en pro de la interoperabilidad y la trazabilidad de la información.



Figura 3. Esquema PDCA del sello SWfCP de la FEV.

El grupo operativo que desarrolla el proyecto Vid-Expert está formado por la Asociación Española de Normalización (UNE); la Federación Española del Vino (FEV); la empresa de ingeniería Intergia Energía Sostenible (INTERGIA); la empresa tecnológica Sistemas

Avanzados de Tecnología (SATEC); la Universidad Politécnica de Madrid (UPM-CEIGRAM); el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA); y la Universidad de Zaragoza (UNIZAR).

3. Metodología

La metodología del proyecto consta de distintas etapas (figura 4). Se trata de un proceso secuencial en el que existen varias fases de retroalimentación a lo largo de su desarrollo. Seguidamente se explican más en profundidad las principales etapas del proyecto.

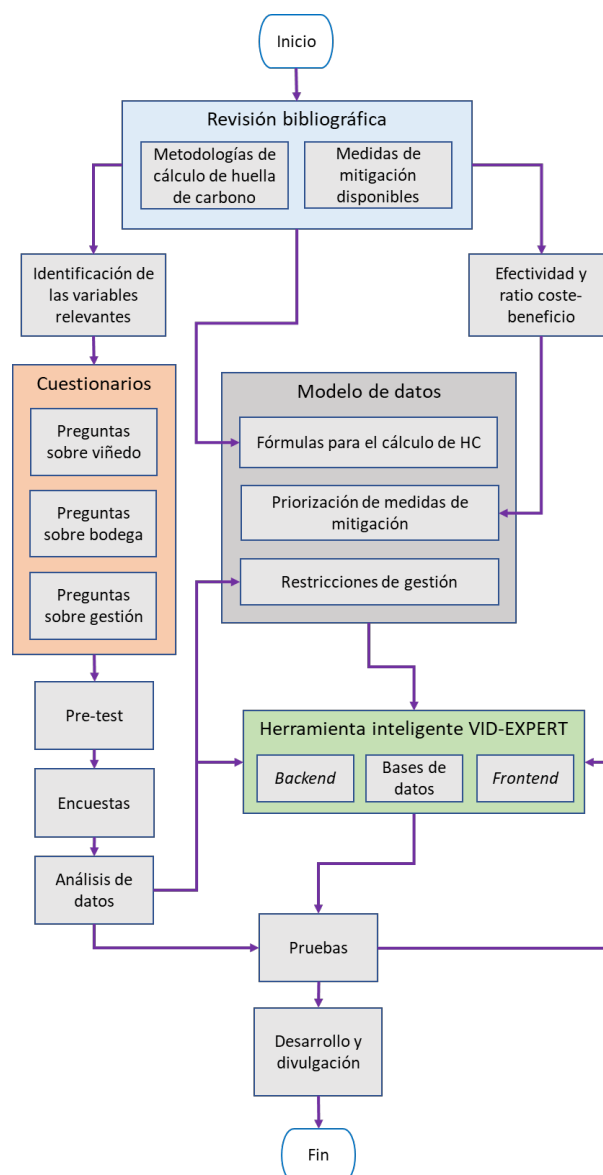


Figura 4. Esquema de trabajo del proyecto Vid-Expert.

3.1. Protocolo de cálculo

En primer lugar, se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica sobre las diferentes metodologías y protocolos existentes para el cálculo de la huella de carbono en general y, en concreto, en viñedos y bodegas. Se han analizado: normativas y protocolos generales para el cálculo de huella de carbono; guías de cálculo de huella

de carbono e inventario de emisiones en el sector vitivinícola; otra bibliografía consultada respecto al cálculo de huella de carbono y análisis de ciclo de vida. Se ha buscado también bibliografía específica acerca de medidas de mitigación para el sector.

En base a estas consultas, se ha escogido el protocolo que se ha considerado más adecuado para el desarrollo de los trabajos. El proyecto Vid-Expert sigue los principios generales del Protocolo de empresa (PE) de GEI de la OIV, establecido en la Resolución OIV-CST 431/2011. Por tanto, se va a calcular la huella de carbono de la organización vitivinícola, con un enfoque de control financiero. Bajo este enfoque, una organización contabiliza el 100% de las emisiones o capturas de GEI atribuibles a las actividades y operaciones sobre las cuales tiene el control. El control financiero implica que la organización tiene la facultad de dirigir las políticas financieras y operativas sobre las actividades que realiza con el objetivo de obtener beneficios económicos de las mismas.

En cuanto a los límites operacionales, se tienen en cuenta los alcances 1, 2 y 3. Se plantean unos límites para el alcance 3, en base a la dificultad para la obtención de datos o la baja fiabilidad de éstos; la baja contribución al total de la huella de carbono de algunas fuentes de emisión; y la imposibilidad de actuación por parte de la empresa para reducir algunas fuentes de emisión. De acuerdo a lo anterior, se efectúa el cálculo de huella de carbono de la organización vitivinícola con los siguientes límites:

- Se calcula la huella de carbono para un determinado periodo de estudio, que comprende la campaña agrícola y el año fiscal en la bodega.
- Se tienen en cuenta exclusivamente las actividades para la producción de vino y se excluyen otras actividades económicas adicionales, como el enoturismo o la producción y venta de otros productos.
- Se incluyen en el cálculo las etapas de: viticultura, vinificación, embotellado, empaquetado y distribución.
- No se tienen en cuenta para el cálculo ni la procedencia de la planta, ni la etapa de consumo y fin de vida de la botella de vino.
- Se han eliminado del cálculo aquellas fuentes de emisión que contribuyen a la huella de carbono en proporciones ínfimas (< 5%).
- Se tienen en cuenta (aunque no para el cálculo de HC, sí para el diagnóstico de resultados) la captura de carbono biogénico en la planta y en el suelo, por efecto de los cambios en el uso del suelo.

Para establecer las categorías y subcategorías del inventario de GEI (tabla 2), se han seguido las recomendaciones metodológicas de la OIV para la contabilización del balance de gases de efecto invernadero en el sector del vino. Este método basa su cálculo según las diferentes categorías inventariadas en la organización vitivinícola, tanto en las actividades más relacionadas con el viñedo como con la bodega.

Tabla 2. Categorías de inventario.

Viñedo
a. Cambios en el uso de la tierra
b. Carbono almacenado por la planta
c. Biodegradación de la estructura de la vid en el suelo
d. Emisiones de N ₂ O por la fertilización nitrogenada
e. Emisiones de CH ₄ del suelo
2. Emisiones de combustibles fósiles usados in-situ
3. Producción de electricidad in-situ (energías renovables)
4. Gestión de los residuos, reúso y reciclaje
5. Infraestructuras y maquinaria
6. Emisiones de sistemas de refrigeración y climatización
7. Transporte de bienes y personas
8. Compra de energía de la red (electricidad y gas natural)
9. Inputs
a. Inputs para viticultura
b. Inputs para la producción del vino
c. Inputs para limpieza de la bodega
d. Inputs para el embotellado y empaquetado
e. Inputs para los cerramientos
f. Inputs para el embalaje exterior o de transporte
g. Emisiones de fase de desarrollo del viñedo (3 años)

3.2. Adquisición de datos para el cálculo

En base a la bibliografía consultada y al análisis inicial de los datos disponibles del sector, se ha elaborado el cuestionario de adquisición de datos para el cálculo de huella de carbono de la organización. El objetivo es identificar una forma de preguntar la información sobre las fuentes de emisión del inventario de GEI de la organización que sea inequívoca y amigable para el encuestado. Además, se han incluido preguntas que buscan conocer los procesos de toma de decisiones de mitigación en la organización, en relación con sus características particulares. Esta información sirve para construir las fórmulas relacionales del modelo de datos para la propuesta personalizada de medidas de mitigación.

Figura 5. Captura de pantalla de una de las pestañas del cuestionario en Excel para adquisición de datos.

El cuestionario se ha sometido a los test previos necesarios para facilitar la recogida de información por parte del usuario. En estas entrevistas presenciales de pre-test se ha evaluado la adecuación del cuestionario y se han actualizado y reformulado preguntas para llegar a su versión final, en formato Excel (figura 5).

El cuestionario se ha presentado a más de 50 organizaciones del sector del vino repartidas por la geografía española (figura 6). Las encuestas se han desarrollado por medio de entrevistas presenciales o telemáticas, junto con un seguimiento por parte de los entrevistadores para obtener toda la información.

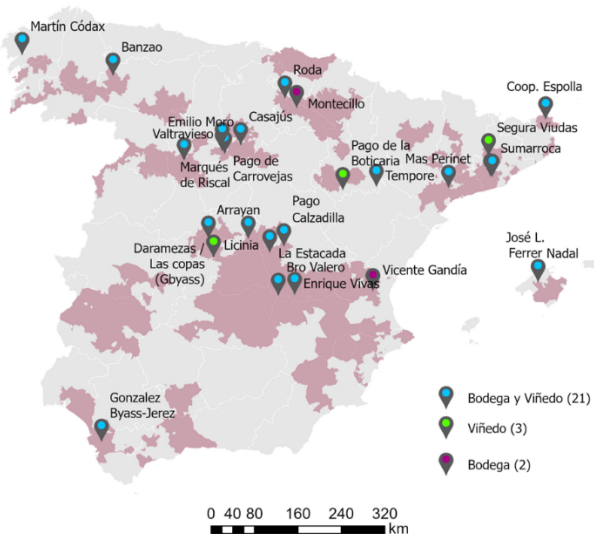


Figura 5. Mapa de organizaciones vitivinícolas encuestadas.

3.3. Modelo de datos

De nuevo, a partir de la bibliografía consultada, y con la realimentación de las encuestas, se ha desarrollado el modelo de datos, que constituye la base de la herramienta informática. El esquema general del modelo de datos se muestra en la figura 7. En primer lugar, se han construido las bases de datos que se integran en el software de la herramienta: 1) las variables relevantes para describir cada una de las fuentes de emisión del inventario, 2) los factores de emisión asociados a cada una, y 3) las medidas de mitigación de las emisiones producidas, con la estimación de su eficiencia y su ratio coste-beneficio. A continuación, se han construido las estructuras de datos, que relacionan mediante fórmulas matemáticas los datos de actividad (DA) aportados por el usuario para cada una de las fuentes de emisión (i) con los factores de emisión (FE) asociados (con sus correspondientes unidades y teniendo en cuenta factores de conversión) (1). Estas fórmulas relacionales constituyen la parte del modelo de datos que sirve para hacer el cálculo de la huella de carbono.

$$HC \text{ (kgCO}_2\text{eq)} = \sum_i DA_i \text{ (ud)} \cdot FE_i \text{ (kgCO}_2\text{eq/ud)} \quad (1)$$

Los resultados del cálculo de la HC se muestran desglosados por categorías de inventario y divididos por las unidades funcionales que se han determinado. De esta forma se facilita la comparabilidad. Por ejemplo, el

resultado puede mostrarse en ton CO₂eq/botella de 75 cl, o en ton CO₂eq/100 kg de uva.

A esto se añaden las fórmulas relacionales para la propuesta de medidas de mitigación personalizada. Las medidas de mitigación disponibles que se han identificado a partir de la bibliografía consultada y se han clasificado en un catálogo de medidas de mitigación para viñedo y bodega, que se introduce en la herramienta informática a través de una base de datos. Así, el modelo de datos se completa con los algoritmos que relacionan cada medida de mitigación con las fuentes de emisión sobre las que actúa, de los condicionantes que seleccionan aquellas medidas de mitigación que son coherentes con la cultura de la empresa (a partir de los datos sobre la organización aportados por el usuario) y de las fórmulas de priorización de unas medidas sobre otras de acuerdo con un análisis coste-beneficio.

Una vez definido el modelo de datos, éste se pone a prueba con la información recopilada en las encuestas para su validación.

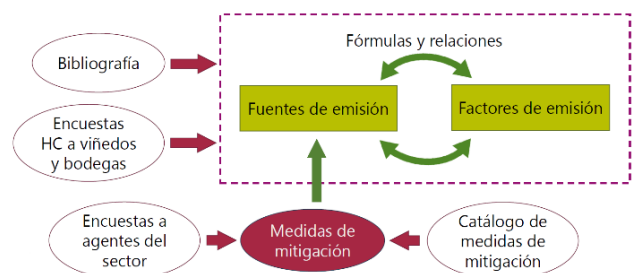


Figura 6. Modelos de datos para el cálculo de la huella de carbono, su diagnóstico y recomendaciones de medidas de mitigación.

3.4. Herramienta Vid-Expert

Con el modelo de datos se construye la herramienta informática Vid-Expert para la gestión de la mitigación.

3.4.1. Especificaciones funcionales

Las especificaciones funcionales corresponden a lo que se espera de la herramienta: qué podrá hacer el usuario, qué limitaciones existirán, qué información debe recoger y reportar la herramienta, etc. En cuanto al funcionamiento, la herramienta será compatible con múltiples dispositivos: ordenadores y dispositivos móviles. Contará con una interfaz gráfica amigable, con menús, índice y flechas de navegación para facilitar el desplazamiento entre ventanas, formularios y pestañas.

Los usuarios podrán registrarse y gestionar su perfil desde un menú habilitado para ello. Se podrá ingresar información general sobre la organización y sus actividades que sea no variable en el tiempo. Esta información podrá modificarse siempre que se quiera, y servirá para tener en cuenta las características de la empresa a la hora de ofrecer recomendaciones de medidas de mitigación.

Se podrá comenzar un nuevo cálculo de huella de carbono, asociado a un determinado periodo de estudio, o

bien reanudar un cálculo ya empezado. Dentro del formulario de cálculo se podrá ingresar información variable para efectuar el cálculo de HC de la organización. La herramienta contará con una base de datos de fuentes de emisión (asociadas a viñedo, asociadas a bodega y comunes a ambos), factores de emisión no estáticos (que se irán actualizando), formularios de recolección de datos y una base de datos de conocimiento de medidas de mitigación. Para facilitar el ingreso de datos, la aplicación podrá obtener información directamente de sistemas geográficos como SIGPAC.

Los cálculos ya realizados quedarán guardados en un historial, donde serán accesibles. La herramienta permitirá mostrar comparativas de cálculos en diferentes periodos de estudio para visualizar el progreso en el tiempo. Se visualizarán los resultados del cálculo desglosados por categorías de inventario y se identificarán las principales fuentes de emisión. En base a los resultados obtenidos, se hará un diagnóstico y se mostrarán recomendaciones para reducir la huella de carbono particularizadas a cada organización, esto es, teniendo en cuenta la información que se haya aportado sobre la toma de decisiones en la empresa.

3.4.2. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas describen los aspectos internos de la herramienta informática, así como los modelos de datos y de conocimiento internos y su acceso y uso. Ejemplos de ello son las bases de datos, las fórmulas para el cálculo de la huella de carbono y las relaciones entre fuentes de emisión y medidas de mitigación.

Para tener en cuenta las especificaciones técnicas, distinguimos dos partes diferenciadas del software: el Frontend, que consta de la interfaz de usuarios y definición de roles; y el Backend, que consta de los microservicios y las bases de datos.

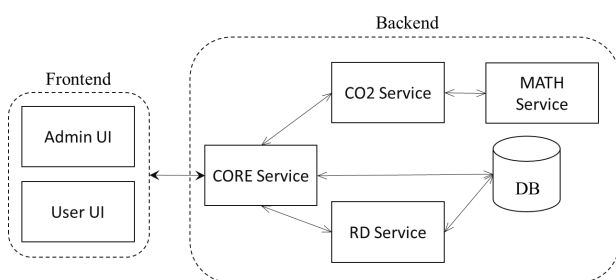


Figura 7. Arquitectura general de la herramienta.

El Backend es desarrollado utilizando una arquitectura basada en microservicios y empaquetado utilizando tecnología de contenedores. Las arquitecturas basadas en microservicios se definen como un patrón arquitectónico para el desarrollo de aplicaciones distribuidas, en donde la aplicación está compuesta por un número de componentes pequeños e independientes [5]. Con los microservicios, las arquitecturas complejas se vuelven más simples, al punto de decir que una aplicación no es más que la suma de todos sus componentes implementados en forma de servicios [6]. Un componente se define como una unidad de software que es independientemente replicable y

actualizable [7], con su función de negocio asociada, capaz de colaborar con otros componentes de manera autónoma. Para la herramienta Vid-Expert se han definido cuatro microservicios (figura 8): (i) CORE, que coordina los demás microservicios), (ii) Cálculo CO₂, (iii) Fórmulas (MATH), y (iv) Diagnóstico y Recomendaciones (RD), encargado de generar las recomendaciones de medidas de mitigación en base a diferentes técnicas y algoritmos de *Machine Learning*.

El Frontend de la herramienta requiere una tecnología moderna que use los últimos estándares en tecnología web, que permita la reutilización de componentes, sea modular y tenga la capacidad de dar soporte a dispositivos multiplataforma. La interfaz de la herramienta se está diseñando para su utilización amigable por parte de los profesionales del sector del vino, sin necesidad de otros conocimientos específicos.

4. Funcionamiento de la herramienta

Para operar la herramienta Vid-Expert, el usuario, una vez registrado, introduce información sobre su organización y sus actividades y la aplicación devuelve información sobre: cuánto CO₂ equivalente emite, de dónde proviene en mayor medida y qué soluciones se pueden implementar para reducirlo, clasificadas según su ratio coste-beneficio y escogidas respetando las características particulares de la empresa (figura 10). Los datos y resultados quedarán guardados, por lo que el proceso puede repetirse de manera periódica. Así, se trata de una herramienta de utilidad para la implementación de planes de mejora encaminados a la reducción de la huella de carbono de la organización, en un proceso de mejora continua, de forma rentable y paulatina. Esto podrá ser útil en la consecución y renovación de sellos de sostenibilidad, como el sello *Sustainable Wineries for Climate Protection* (SWfCP) de la Federación Española del Vino (FEV).

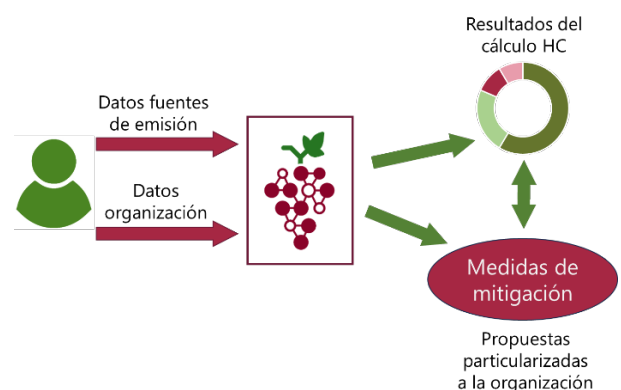


Figura 9. Esquema del funcionamiento de la herramienta Vid-Expert.

La herramienta Vid-Expert se someterá a prueba y validación por parte de varias empresas del sector, previamente a su disponibilidad general. Sin embargo, su evolución no acabará ahí. Por una parte, se continuará alimentando su base de datos. Por otra, el empleo de Inteligencia Artificial mejorará su capacidad de recomendación de medidas de mitigación.

5. Conclusiones

Las compañías del sector del vino están comprometidas en la reducción de su huella de carbono. Sin embargo, la gestión de la mitigación es compleja y requiere el uso de tecnologías ajenas al propio sector. En muchos casos, se toman decisiones de forma subjetiva, sin el conocimiento claro de su eficiencia y rentabilidad y sin integrarlas en la gestión a medio y largo plazo de la empresa.

En respuesta a esto, el proyecto Vid-Expert busca desarrollar un sistema inteligente para el diagnóstico y gestión de la mitigación del cambio climático en las organizaciones vitivinícolas. La herramienta Vid-Expert permitirá a los profesionales del sector del vino conocer las principales fuentes de emisión en su organización, identificar puntos de mejora y obtener recomendaciones para la reducción de emisiones. Gracias a esto podrán mantener una gestión continua sobre su huella de carbono y elaborar planes de mejora, sin necesidad de destinar para ello recursos externos. De esta forma, las organizaciones del sector podrán mejorar sus niveles de sostenibilidad de una forma sistemática y objetiva, así como rentable para su actividad económica y en consonancia con sus valores y cultura organizacional.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas (AEI-Agri) y a la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria (DGDRIFA), autoridad de gestión encargada de la aplicación de la ayuda FEADER a Desarrollo Rural, su apoyo financiero al proyecto Vid-Expert (id: REGAGE22e00014712792). Presupuesto total: 599.444 €, cofinanciado al 100% por la UE.

Los autores también agradecen su colaboración a las entidades y personas participantes en el proyecto.

7. Referencias

1. J. Carroquino, N. García-Casarejos, and P. Gargallo, J. Clean. Prod. 244, 118874 (2020).
2. A. Navarro Diarte, Tesis Doctoral: El Binomio Producto/Envase Para Vino y Aceite de Oliva, Universitat Politècnica de Catalunya, 2017.
3. D. A. Zambrana-Vásquez, El Proyecto ECO-PROWINE, 2014.
4. S. Bosco, C. Di Bene, M. Galli, D. Remorini, R. Massai, and E. Bonari, Ital. J. Agron. 6, 15 (2011).
5. Y. Yale, H. Silveira, and M. Sundaram, in Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference, IMCEC 2016 (IEEE, 2017), pp. 1856–1860.
6. K. Bakshi, in IEEE Aerospace Conference Proceedings (2017).

7. J. Lewis,
<https://martinfowler.com/articles/microservices.html>.