



Universidad de
Oviedo



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN.

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL

ÁREA DE TECNOLOGÍAS DEL MEDIOAMBIENTE

**“Análisis de los impactos medioambientales de una
casa de comidas de cocina actualizada”**

**Dña. FERNÁNDEZ GARCÍA, ALBA
TUTORA: Dña. LACA PÉREZ, AMANDA**

FECHA: JULIO 2024

*“Quisiera agradecer su apoyo al Ayto. de Ribera de Arriba, a Lluís
Nel Estrada, director de la “Escuela Popular de Gastronomía
Sostenible de La Ribera” y, especialmente, a Edén Jiménez,
gerente de “El Balcón de Bueño”, sin cuya colaboración este TFG
no hubiese sido posible.”*

Índice

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS	9
LISTA DE ABREVIATURAS.....	10
1. Introducción	12
2. Fundamentos teóricos.....	14
2.1. Orígenes del sector de la restauración	14
2.2. El sector de la restauración en la actualidad	16
2.2.1. En España	16
2.2.2. En Asturias.	21
2.3. Restaurantes sostenibles	22
2.4. Herramientas de Gestión Medioambiental.....	23
2.4.1. Análisis de Ciclo de Vida.	26
2.4.2. Indicadores ambientales: Huella de Carbono.	33
2.5. El ACV y la Huella de carbono en el sector de la restauración.....	37
3. Caso de estudio: “El Balcón de Bueño”	41
3.1. Descripción del establecimiento objeto de estudio	41
3.2. Metodología ACV.....	42
3.2.1. Definición de objetivos y alcance.....	42
3.2.2. Análisis de inventario	43
3.2.3. Evaluación de impacto.....	61
3.3. Resultados y discusión.....	62
3.3.1. Huella de Carbono	74
4. Conclusiones	79
5. Bibliografía.....	80

6.	Anexo: valoración económica.....	86
----	----------------------------------	----

RESUMEN

En países como España, el turismo tiene, en muchas ocasiones, un componente claramente gastronómico. Así, el sector de la restauración contribuye notablemente al crecimiento social y económico; sin embargo, este sector también conlleva asociado la generación de una serie de impactos ambientales cuyo estudio aún está poco desarrollado. Actualmente, el desempeño ambiental de diversas actividades, incluyendo la restauración, es motivo de gran preocupación social y los clientes y consumidores muestran cada vez mayor concienciación en este aspecto demandando servicios respetuosos con el medio ambiente. En consecuencia, el negocio de la restauración debe reaccionar imponiendo prácticas sostenibles, para lo que resulta clave entender los impactos ambientales derivados de esta actividad. En este contexto, el “Análisis de Ciclo de Vida” (ACV), herramienta de gestión ambiental que permite la identificación y cuantificación de los impactos ambientales asociados a un producto o servicio, resulta de gran interés.

En el presente trabajo se ha llevado a cabo una evaluación de los impactos ambientales derivados del sector de la restauración en Asturias. Para ello se ha empleado la metodología del ACV tomando como caso de estudio un restaurante de comida actualizada ubicado en el concejo de Ribera de Arriba. El alcance del estudio consideró la perspectiva “de la cuna a la tumba” que comprende desde la producción de las materias primas hasta la gestión de los residuos generados. Para llevar a cabo el ACV se utilizó el software SimaPro V.9 aplicando el método ReCiPe 2016 midpoint (H) V1.01., mientras que el método GreenHouse Gas Protocol V.1.02. se empleó para calcular la Huella de Carbono (HC). La unidad funcional tomada como referencia fue “un menú servido en el establecimiento”

Los resultados obtenidos mostraron que el consumo de materias primas es el subsistema más impactante con valores en un rango 31-97%, en todas las categorías consideradas, debido principalmente al uso de productos cárnicos, seguido de un consumo eléctrico. Por otra parte, se obtuvo una HC de 7,5 kgCO₂ eq / menú servido, siendo también mayoritariamente originada por las materias primas empleadas.

Finalmente, una posible opción para reducir los impactos ambientales consistiría en modificar los menús servidos e implementar el uso de fuentes de energía renovables.

ABSTRACT

In countries such as Spain, tourism often has a clearly gastronomic component. Thus, the restaurant sector notably contributes to social and economic growth. However, this sector also entails the generation of environmental impacts, which have been little explored. Currently, the environmental performance of diverse activities, including catering, is a matter of great social concern and customers and consumers are becoming increasingly aware of this issue and are demanding environmentally friendly services. Consequently, the restaurant market has to moving forward sustainable practices,so understanding the environmental impacts derived from this sector is key. In this context, the “Life Cycle Assessment” (LCA), an environmental management tool that allows the identification and quantification of the environmental impacts associated with a product or service, is of great interest.

In the present work, an evaluation of the environmental impacts derived from the catering sector in Asturias has been carried out. For this purpose, the LCA methodology has been used, taking as a case study a restaurant of updated food located in the municipality of Ribera de Arriba. The scope of the study considered a “cradle to grave” perspective, i.e., from the production of raw materials to the management of the waste generated. To carry out the LCA, the SimaPro V.9 software was employed, applying the ReCiPe 2016 midpoint (H) V1.01. method, whereas the GreenHouse Gas Protocol V.1.02. method was used to calculate the Carbon Footprint (CF). The functional unit taken as reference was “one menu served in the establishment”.

The results showed that the consumption of raw materials is the most impactful subsystem, with values in a range of 31-97% in all the categories considered, mainly due to the use of meat products, followed by electricity. Additionally, a CF of 7.5 kgCO₂eq/menu served was obtained, also largely caused by the raw materials used. Therefore, a possible option to reduce the environmental impacts would be modifying the menus served and implementing the use of renewable energy sources

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:Restaurante situado en Rue Des Poulies en Paris	16
Figura 2: Número de restaurantes en España por comunidad autónoma a 1 de enero de 2023 (statista,2024)	19
Figura 3:Esquema del ACV (Elaboración propia)	26
Figura 4:Esquema de un ACV (Norma UNE-EN ISO 14020:2006)	27
Figura 5:Etapa del ciclo de vida incluidas en los alcances más comunes en el ACV (TECPA,2022).....	28
Figura 6: Metodología empleada en el inventario ACV (Elaboración propia)	29
Figura 7:Emisiones de gases de efecto invernadero por kilogramo de alimentos y bebidas seleccionados (MELO, M.F.,2022)	38
Figura 8: Factores que afectan al sector de la restauración (Elaboración propia).....	39
Figura 9: Localización "Balcón de Bueño" en Asturias	41
Figura 10:Casa de comidas actualizada “El Balcón de Bueño”	42
Figura 11: Esquema de las entradas y salidas del sistema (elaboración propia)	43
Figura 12:Resultados de caracterización de impactos ambientales asociados a “un menú servido en el establecimiento” según el método ReciPe midpoint (H)	63
Figura 13:Resultados de normalización de impactos ambientales asociados a “un menú servido en el establecimiento” según el método ReciPe midpoint (H).	68
Figura 14:Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe midpoint. Categoría de radiación ionizante. Valor de corte:5%	69
Figura 15:Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe midpoint. Categoría de eutrofización de agua dulce. Valor de corte:5%.....	70
Figura 16:Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe midpoint. Categoría de agotamiento de los recursos fósiles. Valor de corte:5%.....	71
Figura 17:Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe midpoint. Categoría de calentamiento global. Valor de corte:5%	72
Figura 18: Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe midpoint. Categoría de formación de ozono (ecosistemas). Valor de corte:5%	73
Figura 19:Huella de carbono asociada a la producción de un menú servido mediante el análisis Greenhouse Gas Protocol V.1.02	¡Error! Marcador no definido.
Figura 20:Comparación de caracterización de los impactos ambientales asociados a la producción de un 1 kg de menú servido en el “Balcón de Bueño” y en “Casa cristina”	77

Figura 21: Comparación entradas inventario por mes en "El Balcón de Bueño" y "Casa Cristina"	78
--	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1:Algunas de las Categorías ambientales más empleadas con su correspondiente unidad de referencia y factor de caracterización (Huijbregts et al., 2017).....	32
Tabla 2:Cantidad de las diversas materias primas empleadas durante el periodo analizado. Se indica también el porcentaje de cada uno de los productos respecto al total	44
Tabla 3:Consumo de las diversas bebidas durante el periodo analizado. Se indica también el porcentaje de cada uno de los productos respecto al total	47
Tabla 4:Materias primas – alimentos no incluidos en el análisis al suponer una cantidad poco significativa respecto al total (menor del 1%)	49
Tabla 5:Materias primas Bebidas no incluidas al suponer una cantidad poco significativa respecto al total (menor del 1%).....	50
Tabla 6: Inventario material de cocina y de baño consumido durante el periodo de estudio	50
Tabla 7: Inventario productos de limpieza consumidos durante el periodo de estudio..	53
Tabla 8: Inventario del consumo energético y de agua durante el periodo de estudio...	55
Tabla 9:Inventario global de las entradas "Balcón de Bueño" durante el periodo de estudio expresada en unidad funcional	57
Tabla 10: Inventario de los residuos generados durante el periodo de estudio	57
Tabla 11:Inventario de las emisiones a la atmósfera durante el periodo de estudio	59
Tabla 12: Factores de emisión.....	59
Tabla 13: Factores de emisión para el cálculo de la emisión de propano (MITECO,2024)	60
Tabla 14: Inventario global de las salidas del establecimiento durante el periodo de estudio expresada por unidad funcional	61
Tabla 15: Contribuciones más importantes de los diferentes subsistemas a las categorías de impacto ambiental analizadas según el método ReCiPe midpoint (H) (Figura 12)...	64
Tabla 16:Contribuciones más significativas de los subsistemas en el análisis de la Huella de Carbono llevado a cabo mediante el método Greenhouse Gas Protocol V.1.02	75
Tabla 17: Costes derivados de la elaboración del proyecto.....	86

LISTA DE ABREVIATURAS

ACV: Análisis de Ciclo de Vida

BDI: Base de Datos Informatizada

BPIA: Banco Público de Indicadores Ambientales

CFC: Clorofluorocarbono

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

EN: Norma Europea

EPI: Índice de Desempeño Ambiental

E_Q: Equivalente

ERTE: Expediente de Regulación Temporal

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GGEI: Índice Global de Economía

GHG: GreenHouse Gas (Gas de Efecto Invernadero)

HC: Huella de Carbono

HE: Huella Ecológica

HFCs: Hidrofluorocarbonos

HH: Huella Hídrica

HORECA: Hoteles Restaurantes y Cafeterías

IBES: Índice de Bienestar Económico Sostenible

IDH: Índice de Desarrollo Humano

ISA: Índice de Sostenibilidad Ambiental

ISO: International Organization for Standardization

LED: Light Emitting Diode (Diodo emisor de luz)

LPI: Índice de Planeta Vivo

MDI: Midwest Research Institute

MJ: Mega Julio

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PA: Potencial de Acidificación

PAO: Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono

PCG: Potencial de Calentamiento Global

PCI: Poder Calorífico Inferior

PE: Potencial de Eutrofización

PFCs: Perfluorocarbonos

PFOF: Potencial de Formación de Oxidantes Fotoquímicos

PNUD: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

RSM: Residuos Sólidos Municipales

SADEI: Sociedad Asturiana de Estudios Industriales y Económicos

SETAC: Society of Environmental Toxicology and Chemistry

SGMA: Sistema de Gestión Medioambiental

SRA: Asociación de Restaurantes Sostenibles

STQA: Sociedad de Toxicología y Química Ambiental

Tm: Tonelada métrica

UNE: Una Norma Española

1.Introducción

El sector de la restauración es uno de los pilares de la economía global, especialmente en España, donde la gastronomía es un elemento distintivo en la identidad nacional. Este sector, que abarca desde pequeños bares y cafeterías hasta restaurante de alta cocina, es un motor de empleo y un indicador clave de ocio y turismo. (Iranzo et al., 2022).

En los últimos años, el sector de la restauración ha experimentado una transformación significativa. La digitalización, las nuevas tendencias gastronómicas, la creciente conciencia sobre la nutrición y la sostenibilidad, y los cambios en los patrones de consumo, han definido el panorama de la restauración. Cabe destacar que, a pesar de su importancia económica y cultural, este sector también lleva asociada una serie de impactos ambientales. La producción de los alimentos servidos en el establecimiento, el consumo de energía, el uso del agua y la generación de residuos, son los principales responsables de estos efectos negativos sobre el medio ambiente.

La inquietud global sobre las cuestiones ambientales vinculadas a la producción de bienes y servicios, que han manifestado los gobiernos, empresas e incluso consumidores interesados en conocer los impactos que conllevan los productos que adquieren, ha impulsado el desarrollo de diversas estrategias. Estas estrategias, que se materializan a través de acuerdos internacionales y regulaciones, buscan fomentar la economía circular y promover sistemas de producción que sean respetuosos con el medio ambiente. En este contexto, el “Análisis de Ciclo de Vida” (ACV) resulta una herramienta fundamental. (Costa y Bexiga, 2023).

El ACV es una metodología que permite analizar los impactos ambientales asociados a un proceso, producto o servicio durante sus diferentes etapas de vida de forma objetiva, metódica, sistemática y científica. La norma UNE-EN ISO 14.040:2006 define el ACV como “Una técnica para evaluar los aspectos ambientales y los posibles impactos asociados a un producto mediante la recopilación de un inventario de las entradas y salidas de un sistema, la evaluación de los potenciales impactos medioambientales asociados a esas entradas y salidas y la interpretación de los resultados de las fases de análisis y evaluación de impacto de acuerdo con los objetivos del estudio”.

El ACV es además la base de la economía circular, del ecodiseño, de las declaraciones ambientales de producto y de indicadores ambientales como la Huella Hídrica o la Huella de Carbono. (Feijoo y Moreira, 2020).

La Huella de Carbono (HC) se define como la cantidad GEI emitidos a la atmósfera como consecuencia de los procesos de producción o consumo de bienes y servicios y se cuantifica en términos de CO₂ equivalente (Espíndola y Valderrama, 2012).

La Huella de Carbono, monitorización y acciones para su mitigación, se ha convertido en uno de los ejes estratégicos en las empresas. En los objetivos anuales relacionados con la reducción de GEI en las auditorías ambientales (ISO14001 o EMAS), la HC resulta un parámetro clave que se refleja en las declaraciones ambientales. (Feijoo y Moreira, 2020).

Este trabajo tiene como objetivo estudiar los impactos ambientales derivados del sector de la restauración en Asturias. Para ello, considerando como unidad funcional “un menú servido en el establecimiento”, se ha utilizado la metodología del ACV, empleando el software SimaPro para analizar los datos procedentes de una casa de comidas actualizada ubicada en el concejo de Ribera de Arriba, en concreto “El Balcón de Bueño”, que ha sido utilizada como caso de estudio. Asimismo, se determinó la Huella de Carbono asociada a la citada unidad funcional.

2. Fundamentos teóricos

2.1. Orígenes del sector de la restauración

Históricamente fueron los griegos quienes ya en el siglo IV antes de Cristo escribieron un poema-manual de gastronomía. pero no fue hasta el año 1801 en el que el poeta francés Joseph de Berchoux en su poema “La gastronomía” quien recuperó la palabra gastronomía como el arte de comer. Poco después el francés Brillat- Savarin en el año 1825 fue quien definió la gastronomía como *“El conocimiento razonado de cuanto al hombre se refiere a todo lo que respecta a la alimentación. Tiene por objeto velar por la conservación del hombre empleando los mejores alimentos”*.

Así, se puede definir la gastronomía como el estudio de la relación entre las personas, la comida y el entorno. Comprende un conjunto de conocimientos y prácticas relacionadas con el arte culinario, las recetas, los ingredientes, las técnicas y los métodos, así como una evolución histórica y sus significados culturales. (Poyuelo Arilla et al., 2017)

Es evidente que, a lo largo de los acontecimientos históricos, los alimentos característicos de cada etapa han experimentado cambios, al igual que el papel crucial que desempeñó la comida en el surgimiento, desarrollo y declive de las sociedades.

La idea de preparar alimentos para después comercializarlos tiene sus orígenes en Mesopotamia, en el tiempo de Nabucodonosor, donde las personas preferían ir al mercado y comprar alimentos ya preparados en vez de tener que cocinarlos. Esta costumbre fue introducida en Europa por los árabes cuando conquistaron España.

En la antigua Grecia, en el *Ágora* (palabra griega que significa *Asamblea*), se ubicaban una amplia variedad de puestos en los que se comercializaban frutas, verduras, panes, pasteles y el conocido *Rophema*, hervido de hortalizas, verduras y cereales al que se le añadía carne o grasa en ocasiones especiales como días de fiesta que fue el antecesor de todos los cocidos y pucheros posteriores.

En la Antigua Roma, los habitantes solían disfrutar de comidas fuera de casa, ya que antiguamente en las casas romanas de las personas adineradas no disponían de un espacio específico dedicado a la cocina, y ésta se instalaba en la peor habitación de la casa carente de salida de humos. La mayoría de la población romana acudía con regularidad a bodegas y puestos callejeros. Así, la “profesionalización” de la hostelería comenzó en la Antigua

Roma, con la aparición de las primeras tabernas y posadas, que eran lugares que solían frecuentar los viajeros y personas que vivían en la ciudad.

En la Edad Media, los conventos y monasterios desempeñaron un papel esencial en la prestación de alojamiento y sustento a los viajeros. Estos establecimientos ofrecían diversas categorías de comidas y habitaciones, que se ajustaban a la posición social y a la riqueza de las personas que los visitaban. Asimismo, los monasterios constituían áreas de aprendizaje relevante y conservaban manuscritos antiguos.

A partir del Renacimiento, con el incremento de los desplazamientos de la población, aumentaron el número de postas en los que se ofrecían bebidas y comida para superar los trayectos tan prolongados. La razón por la cual se incrementó el número de posadas, los mesones, bodegas y tabernas.

En el año 1675, surgieron las primeras cafeterías en las cuales se promovía el café como una bebida mágica que poseía un efecto curativo para todo. A finales del siglo XVIII, Londres contaba ya al menos con 3000 cafeterías.

Sin embargo, hubo una nación pionera en asuntos gastronómicos en esta época, Francia. Destacó al crear sistemas de la hostelería, desarrollar un vocabulario específico y perfeccionar técnicas culinarias que aún perduran en la actualidad.

Es en el año 1765, cuando Dossier Boulanger, quien se dedicaba a la cocina, tuvo la idea de transformar su local situado en la Rue Des Poulies de París en un restaurante. Boulanger, en un principio vendía sopas en las que mezclaba vegetales y hierbas que los médicos de la Edad Media preparaban como reconstituyente, lo cual atrajo a muchos clientes con dinero que no visitaban las tabernas públicas. Boulanger, vendía estas sopas bajo el famoso letrero en latín *“Venite adme omnes qui stomacho laboratis et ego restaurabo vos”* traducido al español como *“Venid a mi casa hombres que tenéis el estómago débil y yo os restauraré”* Este lema no solo se convirtió en el emblema característico de su restaurante, sino también en la singularidad de todos los establecimientos que surgieron imitando al suyo, especialmente después de la Revolución Francesa. A partir de este momento, los restaurantes modernos comenzaron a multiplicarse, marcando un hito en la historia culinaria y gastronómica. (Figura 1)



Figura 1: Restaurante situado en Rue Des Poulies en Paris

Al mismo tiempo, un cocinero francés llamado Jean Botin, junto con su esposa asturiana se instalaron en Madrid. Los dos llegaron con la intención de encontrar trabajo en las cocinas de algún noble aposentado en la capital del imperio. Finalmente terminaron inaugurando el establecimiento gastronómico “Botin”, el cual fue reconocido por el libro Guinness de los Récords en 1987 como el restaurante más antiguo del mundo. Se caracteriza por la variedad de su carta, que ofrece platos típicos de varias zonas de España, tales como el gazpacho, la paella o el cochinillo.

Es en este momento, se establece el concepto de restaurante moderno en España, el cual se refiere a la restauración comercial, excluyendo la restauración social (colegios, cárceles, hospitales, etc.). Los restaurantes de autoservicio o buffet también se consideran restaurantes debido a su capacidad para ofrecer mobiliario de sala, aunque en una mayor cantidad, prestan servicio de apoyo o ayuda al cliente. (Quesada, 2017)

2.2. El sector de la restauración en la actualidad

2.2.1. En España

La historia de la gastronomía española es muy compleja, probablemente una de las más complejas del mundo. Debido a su ubicación geográfica, España ha sido un punto crucial en el intercambio mundial de alimentos. Siendo la puerta de entrada para los alimentos originarios de África y muchos de los procedentes de Asia que siguieron rutas comerciales que terminaban en el extremo occidental del mediterráneo, en particular, fue el vínculo de unión con América, cuando recién descubierta se convirtió en el suministrador de gran diversidad de nuevos productos.

El área mediterránea es una zona privilegiada debido a su clima suave, las estaciones marcadas y los periodos diurnos y nocturnos que fomentan y favorecen la producción de plantas que se distinguen por su estacionalidad lo que facilita la floración y fructificación de diversas variedades. Por otra parte, la pesca se ve afectada también por la estacionalidad debido a la gran cantidad de peces que migran cada año, lo que les brinda la oportunidad de llegar a las costas desde el norte en busca de aguas templadas donde poder reproducirse. Los mares Cantábrico, Atlántico y el Mediterráneo cuentan con una gran variedad de especies de plancton que crecen en aguas batidas o serenas.

Algunos de los aspectos más importantes que han surgido a lo largo de la historia de la gastronomía española se comentan a continuación:

La estructura de la gastronomía española se fundamentó en la influencia de las culturas que habitaron la península durante siglos. Así, los romanos introdujeron el cultivo de la vid y del olivo, lo que estableció las bases para la producción de vinos y aceites, que son el pilar de la cocina actual. Los habitantes árabes, gracias a su riqueza en especias y técnicas de riego, otorgaron aromas y sabores exóticos que se fusionaron con los productos locales, con el propósito de crear platos como el cuscús y el arroz con azafrán. EL resultado es una gastronomía reconocida y apreciada en todo el mundo.

Los viajes de exploración experimentados en el siglo del Renacimiento y en el siglo de Oro, favorecieron la aparición en España de productos tales como el tomate, el chocolate y la patata. Ya en el siglo XX, La fusión de tradición e innovación abrió paso a la «nueva cocina española», donde la creatividad y el uso de ingredientes locales llevaron a España a convertirse en un referente mundial de la alta cocina. Finalmente, en el siglo XXI, España se consolida en el ámbito gastronómico internacional. Los restaurantes con estrellas Michelin y los chefs de renombre mundial siguen sorprendiendo con su enfoque vanguardista y respeto por la tradición.

Por otra parte, la tendencia hacia una alimentación más sostenible y saludable ha evidenciado una influencia en la gastronomía española, enfocándose en años recientes la alimentación empleando productos frescos y de temporada.

El sector de la restauración desempeña un papel fundamental en la economía española en general y en el sector turístico en particular. Hablar de este sector de restauración conduce inevitablemente a pensar en la actividad conocida como *comer fuera del hogar*. La necesidad de comer fuera del hogar es el principal fundamento para la restauración.

Siendo el trabajo, el turismo y las relaciones sociales las principales impulsoras del sector. (Iranzo et al., 2022)

En el año 2016 la producción del sector en su conjunto (restaurantes, cafeterías, bares y comedores colectivos) ascendió a casi 93.000 millones de euros, lo que representa alrededor del 5% de la producción nacional total y más de 1,2 millones de personas empleadas (Figuerola, 2015; Figuerola et al., 2017).

Por otro lado, la producción correspondiente a servicios de alojamiento ascendió a casi 27.000 millones de euros en el mismo año, se puede afirmar que aproximadamente el 78% del sector de la hostelería tiene como finalidad la prestación de servicios de comidas y bebidas en los establecimientos. Hasta hace unos 30 años apenas se tenía conocimiento de su importancia en la economía española.

Este sector se vio afectado por la pandemia COVID-19 en términos de empleo, producción y disminución del ámbito empresarial. El sector de la restauración es una parte fundamental del turismo en España. Antes de la crisis representaba el 6,2% del PIB. Hasta marzo de 2020 era capaz de generar empleo directo para más de 1,7 millones de personas, en sus más de 315.000 establecimientos, con una facturación superior a 129.000 millones de euros. (SEPE,2024)

Durante el período de pandemia, aproximadamente un tercio de los establecimientos han sido sometidos a cerrar sus puertas durante más de dos meses debido a las restricciones y por las sucesivas olas de la pandemia que también provocaron el cierre de actividades del sector. Por otra parte, aproximadamente 700.000 empleos se vieron afectados entre pérdidas efectivas y trabajadores acogidos a ERTE. Como consecuencia de esto, se produjo una disminución de facturación cercana a la mitad de la alcanzada en años anteriores.

Una vez superada la crisis COVID-19, el crecimiento del nivel económico, el aumento del empleo, el consumo en los hogares y el dinamismo de la demanda turística permitieron que los sectores afectados aumentaran significativamente. En el año 2023, el sector de la restauración tuvo la capacidad de facturar alrededor de 100.000 millones de euros, lo que implica un crecimiento récord del 9,2 % en comparación con el año 2022, superando en un 6% las ventas generadas en el año 2019.

En la *Figura 2* se indica el número de restaurantes en cada Comunidad Autónoma en enero de 2023.

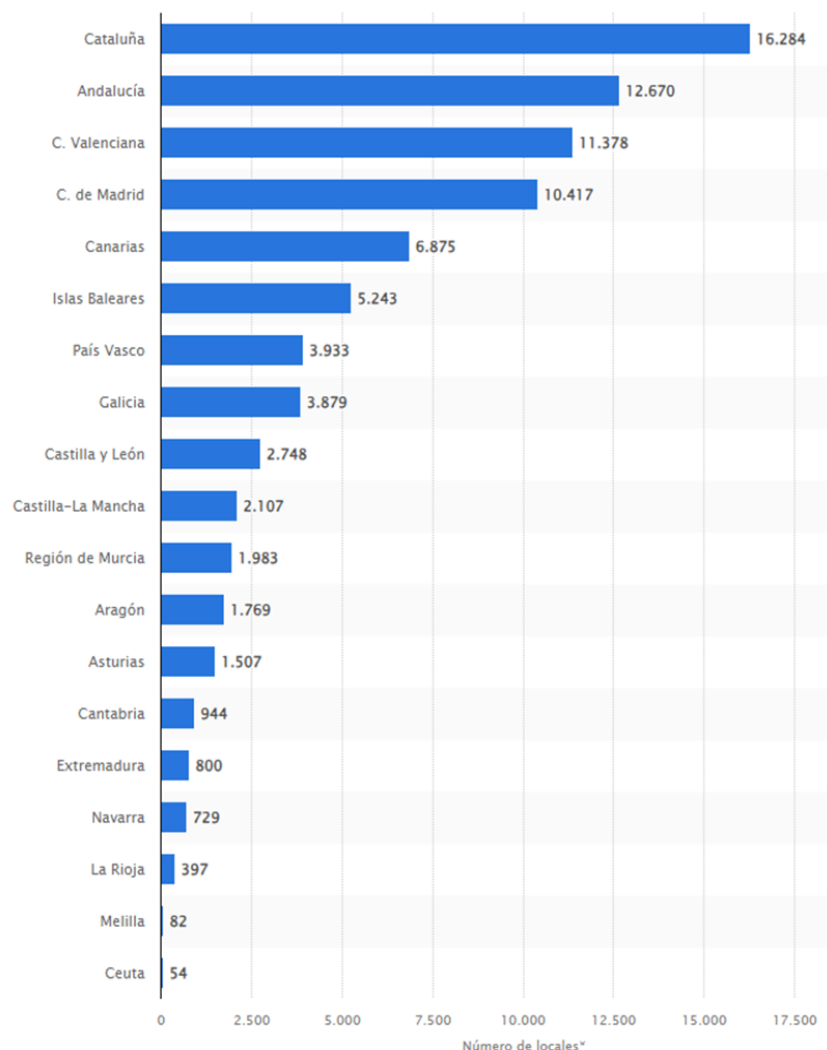


Figura 2: Número de restaurantes en España por comunidad autónoma a 1 de enero de 2023
(*statista,2024*)

Al evaluar la localización de los restaurantes en España, se determina que las zonas que contienen costa son las que poseen un mayor número de establecimientos. Siendo Barcelona, Alicante, Málaga y Valencia las provincias que ostentan un mayor número de plazas de restauración. Por otro lado, es importante señalar que los archipiélagos Canario y Balear son de gran índice de establecimientos. Así mismo resulta crucial destacar como segunda tendencia la presencia de establecimientos gastronómicos en las grandes ciudades de España, tales como Madrid, Sevilla, y Bilbao. España ostenta el récord de ser el país con más bares y restaurantes del mundo: según el Instituto Nacional de Estadística,

en 2020 tenía 277.539 establecimientos hosteleros, uno por cada 175 habitantes (National Geographic, 2024a). En concreto, de acuerdo con los datos de la Sociedad Asturiana de Estudios Industriales y Económicos (SADEI), en Asturias hay un local de restauración por cada 91 habitantes (LNE, 2024).

El sector de la restauración en España está experimentando cambios significativos en los últimos años. Se caracteriza por su atención gastronómica de alta calidad. Establecimientos gastronómicos como “El Bulli” y “El Celler de Can Roca” han obtenido reconocimiento internacional y, su enfoque en la actividad culinaria y excelencia han tenido un impacto significativo en la cocina española.

La aparición de las nuevas tecnologías ha transformado la experiencia de los clientes en el sector de la restauración. La reserva de mesas en línea, la entrega de comida a domicilio y la automatización de procedimientos han incrementado la eficacia y la seguridad de los clientes.

Los menús que resaltan diversidad regional y destacan la cocina local, son una tendencia. En los últimos tiempos, los clientes desean sabores singulares y conexiones culturales mediante la alimentación.

En conclusión, el sector de la restauración en España sigue evolucionando para satisfacer las necesidades cambiantes de los clientes y adaptarse al mercado actual. La combinación de tradición, innovación y calidad sigue siendo la clave del éxito en este prestigioso sector.

Por último, debe señalarse que recientemente, la sostenibilidad y economía circular está adquiriendo gran importancia en el sector HORECA. Así, en la presentación de la Guía Michelin 2020 se entregó por primera vez el premio a la Sostenibilidad y el año siguiente Michelin estableció directamente una categoría para enmarcar a todos los chefs y restaurantes comprometidos con la gastronomía sostenible. Así se crean las “Estrellas Verdes” con la que se complementa el listado de restaurantes de España con Estrella Michelin, aunque debe señalarse que la “Estrella Verde” identifica aquellos restaurantes que tienen una sensibilidad especial por la sostenibilidad, pero no se trata de una etiqueta ni de una certificación oficial, si no de los aspectos sostenibles que los inspectores perciben en sus visitas (National Geographic, 2024b).

2.2.2. En Asturias.

La gastronomía asturiana cuenta con una extensa historia que se remonta a los tiempos pretéritos de los pueblos celtas y romanos. La cocina asturiana ha ido evolucionando y adaptándose a los diferentes contextos históricos y culturales desde entonces.

Durante el transcurso de la Edad Media, la gastronomía asturiana se caracterizó por la influencia de la cultura musulmana y cristiana, que aportaron nuevas técnicas e ingredientes a la cocina local. En aquella época, se desarrollaron platos como arroz con “pitu caleya” o la “fabada” asturiana, los cuales se han convertido en emblemas de la gastronomía asturiana.

Algunos de los platos más representativos en esta se citan a continuación:

- Fabada asturiana: Se trata de un potaje de alubias con compango (chorizo, morcilla y tocino), que se cuece a fuego lento durante muchas horas. Es un plato contundente y perfecto para los fríos días de invierno. La fabada asturiana es el plato más conocido y valorado de la gastronomía asturiana, y se puede degustar en casi todos los restaurantes de la región.
- Cachopo: se trata de un plato típico asturiano que consiste en dos filetes de ternera empanados rellenos de jamón serrano y queso que se sirve acompañado de patatas fritas y ensalada. El cachopo es un plato muy popular entre los asturianos, y se puede degustar en la mayoría de los restaurantes de la región.
- Pixín: es un pescado blanco de la zona, que se prepara en diferentes platos como el pixín a la sidra o el pixín en salsa. Es un plato muy valorado en la gastronomía asturiana.
- Arroz con “pitu de caleya”: este plato típico asturiano es un guiso de arroz con pollo de corral. Es un plato muy popular en las celebraciones y fiestas asturianas, y se puede degustar en muchos restaurantes de la región.

La gastronomía asturiana se modernizó y se adaptó a los nuevos tiempos con la llegada del siglo XX. Los cocineros asturianos comenzaron a experimentar con nuevas técnicas culinarias y a fusionar los platos tradicionales con ingredientes y sabores internacionales.

El sector de la restauración en Asturias es fundamental en el turismo y en la economía de la región, generando en el año 2021 unas ventas de más de 1100 millones de euros. Los

bares son los establecimientos que representan un 74,6 % del total, los restaurantes y puestos de comida un 20% y otros puestos de servicio, un 2,8 %.

El sector de la restauración en Asturias tiene un gran potencial de crecimiento y desarrollo. Una de las principales causas de este crecimiento es el aprovechamiento de los recursos naturales, culturales y patrimoniales de la región. La demanda turística es uno de los factores que potencian al crecimiento de este sector.

2.3. Restaurantes sostenibles

Un restaurante sostenible es aquel que tiene como objetivo reducir al mínimo el impacto que genera su negocio. Para ello se pueden seguir diferentes estrategias, desde el uso de las energías renovables hasta la reducción de los plásticos de un solo uso. Este aspecto está adquiriendo una importancia clave de cara al futuro del sector de la restauración.

Este tipo de restaurantes trabajan con ingredientes frescos, de producción local y origen orgánico. Solo se emplean productos de temporada y cuya producción sea sostenible. Evitan el uso de materiales plásticos, sustituyéndolo por envases sostenibles y/o biodegradables. Asimismo, contribuyen a la disminución de la huella de carbono al comprar a los proveedores locales. Se priorizan trayectos y tiempo de transporte cortos para la compra de los ingredientes, lo que a su vez reduce la emisión de gran cantidad de gases de efecto invernadero.

Entre las estrategias para reducir los impactos ambientales, se busca reducir el uso del agua y de electricidad, que se puede llevar a cabo mediante diversas acciones, tales como, el uso de bombillas LED, la reutilización de agua de lavado o la formación del personal en prácticas de uso eficiente del agua.

En 2010, se creó la Asociación de Restaurantes Sostenibles (SRA) cuyo propósito es reconocer aquellos restaurantes que trabajen en un marco de sostenibilidad y de atención al cuidado del medio ambiente, asesorar sobre la gestión de recursos para que sean más sostenibles y siempre aconsejando a trabajar de forma vinculada a las comunidades locales, lo que enlaza con la estrategia denominadas “*cocina kilómetro cero*”. (Gavilán, M.; Muniesa, J. et al., 2008)

La Asociación de Restaurantes Sostenibles (SRA) persigue evaluar, mediante la utilización de un rating holístico de diez puntos, los establecimientos en función de su

manejo de la energía, los residuos y el agua, así como de las fuentes de suministro de alimentos locales y el trato personal. Se utiliza la norma *Food Made Good* con el propósito de certificar la sostenibilidad de los establecimientos hosteleros.

Cabe destacar que en la última década España cuenta con más de 10.000 establecimientos que se han beneficiado de este proceso de evaluación. Siendo el restaurante, *Aponiente*, situado en el Puerto de Santa María en Cádiz, el restaurante más sostenible a nivel internacional por *The World's 50 Best Restaurants*, con el que SRA está asociada para sistemas de sostenibilidad.

En definitiva, los restaurantes sostenibles son el futuro para el sector de la restauración ya que no solo promueven la sostenibilidad del planeta, sino que atraen al consumidor contemporáneo permitiendo concienciar a los clientes sobre la cultura sostenible y el respeto al medioambiente.

2.4. Herramientas de Gestión Medioambiental

Se entiende por Gestión Medioambiental al conjunto de acciones y estrategias para disponer, organizar y utilizar los recursos existentes garantizando el menor impacto ambiental posible fomentando el desarrollo sostenible y la economía circular. Se trata de conseguir el equilibrio adecuado para el crecimiento de la población, desarrollo económico, uso racional de los recursos y protección y conservación del medio ambiente logrando satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras (ONU 1987, Pousa 2007)

De acuerdo con la ISO 14001:2004, la Gestión Medioambiental hace referencia a todas las actuaciones que contribuyen a: cumplir los requisitos de la legislación medioambiental vigente, mejorar la protección ambiental y reducir los impactos de la propia organización sobre el medio ambiente, al controlar los procesos y actividades que los generan (MITMS, 2024).

Existen diversas herramientas de gestión medioambiental, cada una con un propósito específico. Algunas de las herramientas más comunes son:

- **Sistemas de Gestión medioambiental (SGMA):** un SGMA es, pues, un sistema estructurado de gestión que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procesos, los

procedimientos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día los compromisos en materia de protección medioambiental que suscribe la organización, es decir, su política medioambiental.

La finalidad principal del SGMA es determinar qué elementos deben considerar las organizaciones en materia de protección medioambiental para asegurar que en el desarrollo de sus actividades se tiene en cuenta la prevención y la minimización de los efectos sobre el entorno. Se basan en la idea de integrar actuaciones potencialmente dispersas de protección medioambiental en una estructura sólida y organizada, que garantice que se tiene en cuenta el control de las actividades y operaciones que podrían generar impactos medioambientales significativos.

Existen diferentes grados de desarrollo de un SGMA y diferentes alternativas para su implantación. Una organización deberá valorar y decidir si lo que quiere es un SGMA formal, auditable por terceros y certificable, que tome como referencia la norma ISO 14001 o el Reglamento Europeo 761/2001 (EMAS) para el desarrollo, implantación y mantenimiento de este; o si, por el contrario, prefiere un SGMA informal o no referenciado, no auditable y no certificable (MITMS, 2024)

- **Evaluación de impacto Ambiental (EIA):** la evaluación ambiental de Planes, Programas y Proyectos es el procedimiento técnico y administrativo por el que se toman en consideración, en el proceso de toma de decisión de aquéllos, todos los aspectos relativos a la protección del medio ambiente. Este procedimiento contribuye a la participación de las administraciones afectadas y del público interesado, siendo de gran utilidad como cauce de participación pública para integrar y considerar adecuadamente sus preocupaciones ambientales. Desde el año 1986 está incorporada a la normativa española en lo que se refiere a la evaluación de impacto ambiental para proyectos y actividades específicas y, desde el año 2006, también para Planes y Programas elaborados por la Administración (MITECO, 2024).
- **Auditorías Ambientales:** Herramientas que tienen como finalidad evaluar el desempeño ambiental de una organización. Identifican oportunidades de mejora y aseguran el cumplimiento de las leyes ambientales.

- **Análisis de Ciclo de Vida (ACV)**: Herramientas que se utilizan para evaluar los impactos ambientales de un producto o servicio desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final, es decir, a lo largo de todo su ciclo de vida.
- **Ecodiseño**: Es una filosofía que persigue diseñar productos y servicios sostenibles, que minimicen el impacto ambiental durante todo el ciclo de vida del producto desde su el diseño propiamente dicho hasta la producción, utilización y retirada. Para ello, a los criterios convencionales de cualquier proceso de diseño (coste, utilidad, fabricabilidad, seguridad, etc.) se suman criterios de carácter ambiental (Cámara de Comercio, 2024).
- **Indicadores de desempeño ambiental**: En el campo ambiental se han desarrollado indicadores para entender, describir y analizar distintos fenómenos como el clima, la pérdida de suelos y el riesgo de especies, entre muchos otros. Si bien el uso de indicadores ambientales se ha extendido, no existe una definición única del concepto y éste varía de acuerdo con la institución y a los objetivos específicos que se persiguen. Una de las definiciones más conocida y aceptada proviene de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), que desde hace varios años utiliza un conjunto de indicadores como información base para realizar evaluaciones periódicas del desempeño ambiental de los diferentes países que integran la organización. Según la OCDE, un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo (OECD, 2024)

La mayor efectividad de las herramientas de gestión ambiental se logra cuando son aplicadas a priori, no sólo en términos ambientales sino también económicos y sociales, logrando una mayor eficiencia en el uso de materias primas y energía, y una reducción en la generación de emisiones y el costo asociado a su tratamiento.

2.4.1. Análisis de Ciclo de Vida.

El análisis de ciclo de vida (ACV) es una herramienta de gestión medioambiental que permite estudiar los impactos medioambientales a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto, proceso o sistema. Es decir, esta herramienta considera toda la historia de un producto, actividad o servicio desde que se obtienen las materias primas hasta su fin de vida.

Para llevar a cabo un ACV, es necesario tener en cuenta las entradas y salidas del sistema estudiado. Siendo las entradas el conjunto de recursos, materias primas, productos, transporte, electricidad y energía utilizada en cada una de las etapas del proceso. Y, siendo las salidas, el conjunto de emisiones al aire, al agua y al suelo, así como los residuos y los subproductos generados en las distintas etapas. Estas entradas y salidas se esquematizan en la *Figura 3*.

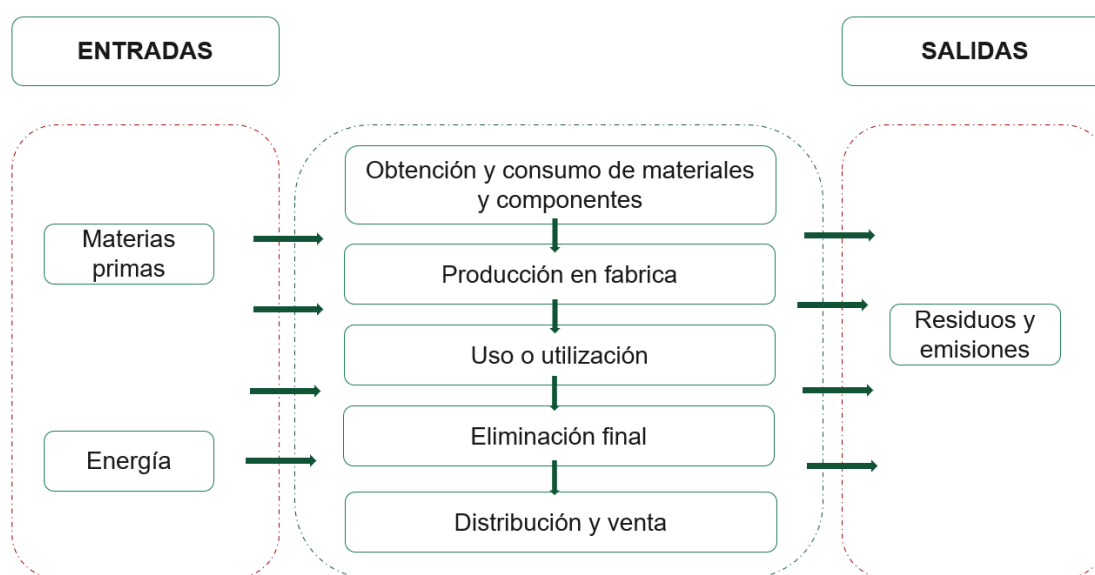


Figura 3: Esquema del ACV (Elaboración propia)

Los resultados obtenidos en un ACV pueden ser útiles en diferentes campos. Por ejemplo, permite tomar decisiones en cuanto al desarrollo y diseño de productos y procesos menos impactantes, a fin de implantar diferentes estrategias o normativas futuras. También, sirve para conocer el sistema de producción, identificar posibles alternativas o mejoras y establecer indicadores ambientales.

Etapas del análisis de ciclo de vida

Un ACV se compone de las siguientes etapas *Figura 4*

- Definición del objetivo y alcance
- Análisis de inventario
- Evaluación de impacto ambiental
- Interpretación de los resultados

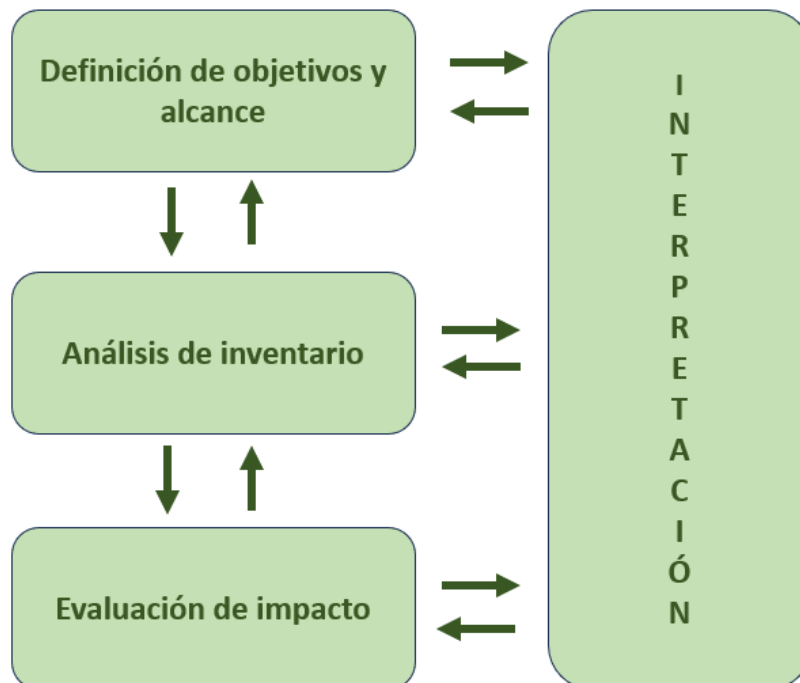


Figura 4:Esquema de un ACV (Norma UNE-EN ISO 14020:2006)

Por otro lado, la unidad funcional (UF) es un concepto clave en el (ACV). Es la medida de la función del sistema estudiado y da una referencia de cuáles son las entradas y salidas relacionadas. Como elemento fundamental ha de ser definido claramente.

A continuación, se explica detalladamente cada una de las etapas que componen el ACV.

➤ **Etapa 1: Definición del objetivo y el alcance:**

Antes de abordar el análisis es necesario conocer los principales objetivos y el uso previsto de los resultados obtenidos a partir de dicho análisis, así como el alcance de acuerdo con los límites del sistema, la unidad funcional y los flujos dentro del propio sistema. En este apartado del ACV se debe de responder a la pregunta ¿Qué se busca con la realización del ACV?

Dependiendo del objetivo, se pueden considerar varios alcances (*Figura 5*)

- **“De la cuna a la puerta” (gate to gate):** El alcance del sistema se limita a las entradas/salidas desde que se obtienen las materias primas hasta que el producto se pone en mercado.
- **“De la puerta a la puerta” (cradle to gate):** El alcance solo se limita a las entradas/salidas del sistema productivo.
- **“De la cuna a la tumba” (cradle to grave):** Comprende el acondicionamiento de las materias primas hasta la gestión de los residuos procedentes del fin de vida del producto. Es el único alcance que asegura que las cargas medioambientales de una fase no se traspasan a otras fases del ciclo de vida.
- **“De la cuna a la cuna” (cradle to cradle):** Este tipo de alcance es el más completo de todos, ya que utiliza corrientes de salida del fin de vida del sistema como materias y/o entradas al mismo sistema o a otro.

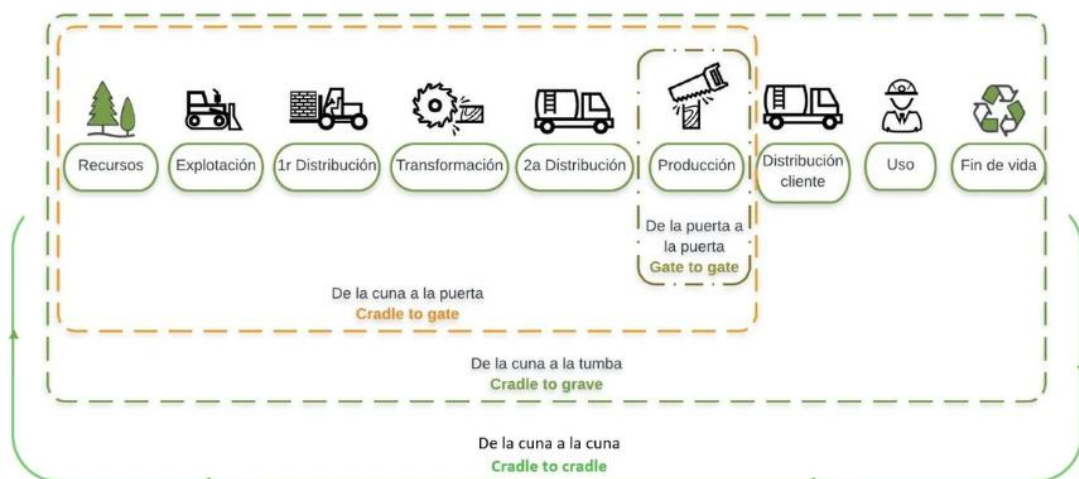


Figura 5: Etapa del ciclo de vida incluidas en los alcances más comunes en el ACV (TECPA, 2022)

➤ Etapa 2: Análisis de inventario

En esta etapa se realiza una recopilación de los datos donde se identifican y cuantifican todas las entradas (consumos de recursos y materias primas) y todas las salidas (emisiones al aire, suelo, aguas y generación de residuos)

En la recogida de datos es necesario asegurarse que todos los datos son recopilados de forma uniforme y consistente, considerando el origen de los datos y la metodología empleada, para ello:

- Se realiza un diagrama de flujo de todas las unidades del proceso incluyendo las relaciones entre ellas.
- Se calculan las cargas ambientales referidas a la unidad funcional.
- Se normalizan de forma dimensional los datos.
- Se realizan balances de materia para interrelacionar las entradas y las salidas de los distintos subsistemas.
- Es necesario una cuantificación de los flujos de salida a la naturaleza o tecnosfera.
- Se elabora un inventario global.
- Finalmente, se requiere de una documentación de los cálculos.

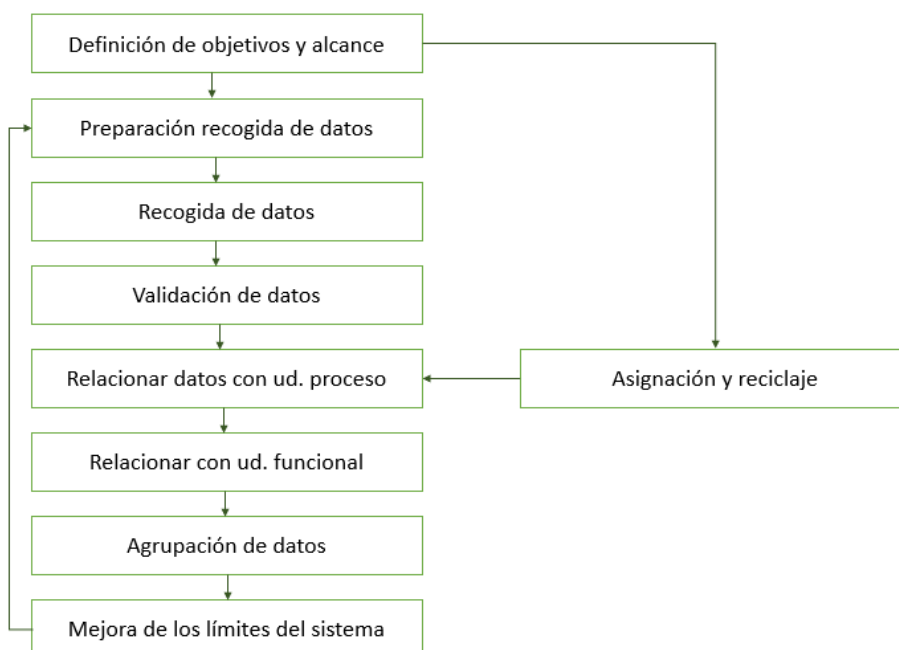


Figura 6: Metodología empleada en el inventario ACV (Elaboración propia)

La información de recogida de datos comprende materias primas, productos, consumo de energía, emisiones al aire y al agua y residuos sólidos que se generan.

Las fuentes de información se dividen en:

- **Fuentes de información de datos primarias:** son los específicos del proceso estudiado.
- **Fuentes de información de datos secundarias:** se utilizan diferentes fuentes a la hora de la recogida de datos, entre ellas destacan las medidas directas, tales como documentos publicados, fuentes electrónicas y comunicaciones personales. Resulta fundamental disponer de bases de datos comerciales que incorporan estudios de ACV de diferentes materiales y procesos. Entre las cuales destacan:
 - **Ecoinvent 3:** esta base de datos contiene más de 2500 procesos sobre fuentes de energía, transporte, materiales industriales, productos agrícolas y tratamientos de residuos.
 - **LCA Food:** se elaboró entre 2000 y 2003 que consiste sobre los impactos ambientales de los productos alimentación en las diferentes etapas del proceso.
 - **Agribalyse:** es una base de datos de referencia de indicadores de impacto ambiental de los productos agrícolas producidos en Francia y de los productos alimenticios consumidos en Francia.
 - **Agri-footprint:** es una base de datos altamente utilizada en el sector alimentario y de la agricultura.
- **Etapas 3: Evaluación de los impactos ambientales.**

Es un proceso cuantitativo y/o cualitativo mediante el que se caracterizan y evalúan los efectos de las intervenciones medioambientales identificadas en el inventario. Es decir, en esta fase se emplea un método de evaluación para transformar los datos recogidos en la etapa anterior, en resultados de carácter ambiental.

La UNE-EN-ISO 14.040:2006 establece las siguientes fases para la evaluación de los impactos ambientales.

Etapas obligatorias:

- **Clasificación:** consiste en la selección de las categorías de impacto ambiental que se tienen en cuenta durante el estudio. Representan los impactos ambientales de los cuales se quieren obtener resultados. Existen diferentes tipos de categorías de impacto ambiental.
- **Caracterización:** en esta etapa se realiza una comparación de todos los contaminantes con sus categorías ambientales asignadas con respecto a una categoría ambiental de referencia. Para ello, es necesario la utilización de unos factores denominados factores de impacto ambiental, que representan el peso de cada contaminante en una determinada categoría de impacto ambiental en relación con el compuesto de referencia en dicha categoría.

Etapas optativas:

- **Normalización:** el objetivo de la normalización de impactos es entender mejor la proporción relativa o magnitud, para cada categoría de impacto de un sistema de producto bajo estudio. Para ello, se divide cada uno de los resultados obtenidos en la etapa de caracterización por un factor de normalización.
- **Agrupación:** relación de categorías de impacto con otras categorías de impacto similares.
- **Ponderación:** en este caso, se trata de una conversión de los resultados obtenidos en la etapa de caracterización a una unidad común y sumable mediante la multiplicación por un factor de ponderación. El resultado final es la suma de todos los resultados obtenidos mediante el factor de ponderación.

En la *Tabla 1* se muestran las categorías de impacto definidas por la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental (STQA):

Tabla 1: Algunas de las Categorías ambientales más empleadas con su correspondiente unidad de referencia y factor de caracterización (Huijbregts et al., 2017)

CATEGORÍA DE IMPACTO AMBIENTAL		UNIDAD DE REFERENCIA	FACTOR DE CARACTERIZACIÓN
CALENTAMIENTO GLOBAL	Fenómeno observado en las medidas de la temperatura que muestra en promedio un aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas.	kg CO _{2eq}	Potencial de Calentamiento Global (PCG)
CONSUMO DE RECURSOS ENERGÉTICOS	Energía consumida en la obtención de las materias primas, fabricación, distribución, usos y fin de vida del elemento analizado.	MJ	Cantidad consumida
REDUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO	Efectos negativos sobre la capacidad de protección frente a las radiaciones ultravioletas solares de la capa de ozono atmosférica.	kg CFC-11eq	Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (PAO)
EUTROFIZACIÓN	Crecimiento excesivo de la población de algas originado por el enriquecimiento artificial de las aguas de ríos y embalses como consecuencia del empleo masivo de fertilizantes y detergentes que provoca un alto consumo del oxígeno del agua.	kg NO _{3eq}	Potencial de Eutrofización (PE)
ACIDIFICACIÓN	Pérdida de la capacidad de neutralizante del suelo y del agua, como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra, en forma de ácidos, de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados de la atmósfera.	kg SO _{2eq}	Potencial de Acidificación (PA)
CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS	Consumo de materiales extraídos de la naturaleza	Tm	Cantidad consumida.
FORMACION DE OXIDANTES FOTOQUÍMICOS	Formación de los precursores que dan lugar a la contaminación fotoquímica. La luz solar incide sobre dichos precursores, provocando la formación de una serie de compuestos conocidos como oxidantes fotoquímicos (ozono-O ₃ es el más importante por su abundancia y toxicidad)	kg C ₂ H _{4eq}	Potencial de Formación de oxidantes fotoquímicos (PFOF)

➤ **Etapa 4: Interpretación de los resultados.**

Una vez realizado el Análisis de Ciclo de Vida se pueden identificar las fases en las que se producen mayores cargas ambientales y, por tanto, aquellos elementos que causan mayor impacto ambiental y que, por ello, serían el objetivo para implementar las posibles mejoras. Es la parte más importante de todo el ACV.

Los estudios de ACV se rigen mediante la Norma ISO (International Organization for standardization). El conjunto de normas ISO que regulan la aplicación de la metodología del ACV son las siguientes:

- ISO 14040:2006. Gestión ambiental. Evaluación del ciclo de vida. Principios y marco. Se basa en los principios, marco de referencia, límites y relación entre las fases del estudio. No tiene en cuenta la metodología para las fases individuales.
- ISO 14044:2006. Gestión ambiental. Evaluación del ciclo de vida. Requisitos y directrices. Define los requisitos y pone a disposición directrices concretas para realizar el análisis de inventario, la evaluación y la interpretación de los resultados.

Las normas que se mencionan a continuación anulan y sustituyen a las que se establecieron previamente:

- ISO 14040:1997, Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Principios y estructura.
- ISO 14041:1998, Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Definición de Objetivos y Alcance y Análisis de Inventario.
- ISO 14042:2000, Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida.
- ISO 14043:2000, Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Interpretación del ciclo de vida

2.4.2. Indicadores ambientales: Huella de Carbono.

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) define indicador como “una medida, generalmente cuantitativa, que permite mostrar fenómenos complejos de manera sencilla incluyendo las tendencias y avances en el curso del tiempo. Un indicador ofrece pistas para comprender una cuestión de mayor importancia, o permite percibir un fenómeno o tendencia que no es inmediatamente detectable”. (European Environment Agency, 2024)

Para el Ministerio de Agricultura, Alimentación, y Medio Ambiente, un indicador ambiental es una variable que ha sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin de reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones. Los indicadores, por tanto, proveen información para describir áreas o temas ambientales específicos y se utilizan para ilustrar y comunicar fenómenos complejos de manera sencilla, con inclusión de las tendencias en el tiempo.

Esto permite su utilización como herramientas de información y son empleados habitualmente en la elaboración de informes y publicaciones específicas.

El Banco Público de Indicadores Ambientales (BPIA) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente contiene una selección de indicadores ambientales desarrollada con el fin de ampliar el conocimiento de los aspectos ambientales más destacables en la totalidad o en parte del territorio español, elaborados de un modo sintético y con el mayor rigor posible. Presenta un carácter público que facilita a todos los usuarios el acceso a la mejor información ambiental disponible. Los indicadores se estructuran en 14 áreas no cerradas y que podrían ampliarse, igual que el número de indicadores que integran cada una de ellas.

Criterios básicos de los indicadores ambientales:

- Deben de ser relevantes para el conocimiento del medio ambiente en España y contribuir al incremento de la conciencia ambiental de la sociedad española.
- Los datos para su elaboración deben estar disponibles, ya sea en fuentes oficiales o, en su defecto, en otros organismos, instituciones, asociaciones, etc., cuyo prestigio en el ámbito de que se trate esté reconocido públicamente.
- Deben poder ser actualizados regularmente conforme a sus características de periodicidad y siempre que la carga de trabajo que ello represente sea razonable.
- Deben ser fácilmente interpretables, susceptibles de ser comprendidos por la gran mayoría de la población. En función de su medida o como es apreciado dicho indicador se puede tratar de un indicador ambiental cuantitativo o cualitativo. Un indicador cuantitativo es aquel que se basa en parámetros con los que dar información sobre un fenómeno. Por otro lado, los indicadores ambientales cualitativos son aquellos que se centran en las observaciones y en las percepciones.

Diversas entidades públicas y privadas han creado sus propios indicadores ambientales, varios de los cuales están muy consolidados y tomados como estándar en todo el mundo. (MAPA, 2024a). Algunos ejemplos son:

- **Índice de Bienestar económico sostenible (IBES)**: permite reflejar la realidad económica, social y cultural de una comunidad, localidad, país o región.
- **Índice de desarrollo humano (IDH)**: creado por el PNUD (Programa de Naciones Unidas para el desarrollo), permite determinar el grado de progreso de cada país.
- **Índice de sostenibilidad ambiental (ISA)**: permite medir el nivel de responsabilidad y satisfacción de las necesidades ambientales actuales, sin comprometer las del futuro de una organización o comunidad.
- **Índice de desempeño ambiental (EPI)**: permite medir el desempeño ambiental de una organización. Evalúa el impacto ambiental de las actividades de la organización y determina el cumplimiento de los objetivos ambientales.
- **Índice global de economía (GGEI)**: permite evaluar la economía verde. Determina a nivel mundial quien realiza más esfuerzos en economía ambiental.
- **Huella ecológica (HE)**: define el área de territorio ecológicamente productivo necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos.
- **Índice de planeta vivo (LPI)**: indica las tendencias de miles de poblaciones de especies de mamíferos, reptiles, aves y anfibios en todo el mundo, reflejando la biodiversidad en el planeta.
- **Huella de carbono (HC)**: es un indicador de sostenibilidad y de impacto relacionado con el cambio climático aportando información sobre la emisión a la atmósfera en el desarrollo de una actividad de los gases de efecto invernadero.
- **Huella hídrica (HH)**: indica el volumen de agua dulce consumida utilizada a lo largo de toda la cadena de producción de un producto, bien o servicio.

Entre los indicadores ambientales descritos anteriormente, tiene gran importancia la Huella de Carbono (HC).

La HC, de forma muy general se podría definir como un indicador ambiental que permite reflejar la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización o producto. Es una de las herramientas más

importantes para cuantificar las emisiones de dichos gases. Los GEI, definidos en el Protocolo de Kioto en el año 1997, forman una capa en la parte media de la atmósfera impidiendo que la radiación solar devuelta por la tierra pueda salir, provocando que la temperatura bajo dicha capa aumente de forma significativa.

Este indicador permite medir tanto las emisiones directas, como las emisiones indirectas de compuestos como el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), los Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs), hexafluoruro de azufre (SF_6) y el GEI más abundante, el Dióxido de Carbono (CO_2). Para poder expresar la HC de manera uniforme, la unidad de medida que se emplea en su cálculo es masa de CO_2 equivalente.

Dependiendo de la actividad en la que se centre el estudio, existen diferentes tipos de huellas de carbono.

- **Huella de carbono personal:** basada en el consumo de cada persona, teniendo en cuenta todas las emisiones de GEI asociadas a medios de transporte, el uso de energía en el hogar para la calefacción y los hábitos alimenticios y de consumo de bienes.
- **Huella de carbono de producto:** informa de la cantidad total de las emisiones de GEI que generan todas las fases de vida útil del producto desde su creación hasta el tratamiento del residuo.
- **Huella de carbono corporativa:** hace referencia a la recopilación del inventario de emisiones de GEI asociado a una empresa u organización.

El cálculo de la huella de carbono está basado en el *GHG Protocol*. Las emisiones se calculan multiplicando el dato de consumo por su factor de emisión dependiendo del combustible utilizado, del tipo de energía o de la actividad considerada. (Frohmann et al., 2019).

La fórmula utilizada es la que se muestra a continuación:

$$\text{Huella de Carbono} = \text{Dato actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

Las emisiones de GEI a su vez se pueden clasificar en tres alcances (Ranganathan et al., 2006):

- **Alcance 1:** hace referencia a las emisiones directas generadas por la propia actividad, es decir, el consumo de combustible generado en el propio

establecimiento (como por ejemplo las calderas de gas natural, gasoil, carbón, propano, butano, etc.). También, al consumo de combustible relacionado con transporte. En este primer alcance, se tiene en cuenta las fugas de gases refrigerantes fluorados en equipos de climatización y / o refrigeración.

- **Alcance 2:** se refiere a las emisiones indirectas generadas por el consumo eléctrico.
- **Alcance 3:** abarca las emisiones indirectas debidas a las actividades de la organización que se liberan en fuentes que no son propiedad de la empresa ni están controladas por ella.

El consumo responsable de cada persona es una de las principales estrategias para reducir la HC, entre dichas estrategias se pueden citar las siguientes: (Repsol, 2024).

- Consumir productos de proximidad y de temporada ayuda a reducir las emisiones de CO₂ derivadas del transporte y de la conservación de los alimentos.
- Utilización de electrodomésticos de alta eficiencia energética, para ello es necesario consultar el etiquetado de los aparatos.
- Reducir el consumo de energía y ahorrar agua.
- Usar transporte público y la bicicleta ayudan a reducir la huella de carbono, a mejorar la movilidad en las ciudades y a elevar el índice de calidad de vida de los ciudadanos.

2.5. El ACV y la Huella de carbono en el sector de la restauración

En los últimos 50 años, el sector de la restauración ha evolucionado drásticamente. El número de restaurantes se ha multiplicado por cinco en España en los últimos 30 años. En la década de los 70 “ir a comer”, significaba un evento extraordinario para aquellas personas que en ese momento se lo podían permitir. En la actualidad, ir a un restaurante es algo cotidiano. Una industria que sigue aumentando gracias al turismo y a los cambios en los patrones socioculturales.

Así, en la actualidad, el sector de la restauración se ha convertido en el pilar de la economía en muchos casos para muchos países, supone además un valor cultural. Los impactos ambientales generados varían en función del sector o producto sobre el que se

lleve a cabo el estudio. Durante el siglo XX, el crecimiento de la población, unido a la transición nutricional que experimenta la dieta de la población española hacia un consumo de proteína animal, la intensificación agrícola, la importancia de los piensos y el aumento de exportaciones como consecuencia de la creciente demanda internacional, traen consigo un incremento de GEI generados especialmente por el sector agrícola y ganadero. En concreto, la producción de alimentos es el sector que más contribuye al cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la contaminación y al agotamiento de los recursos naturales. (Iranzo et al., 2022).

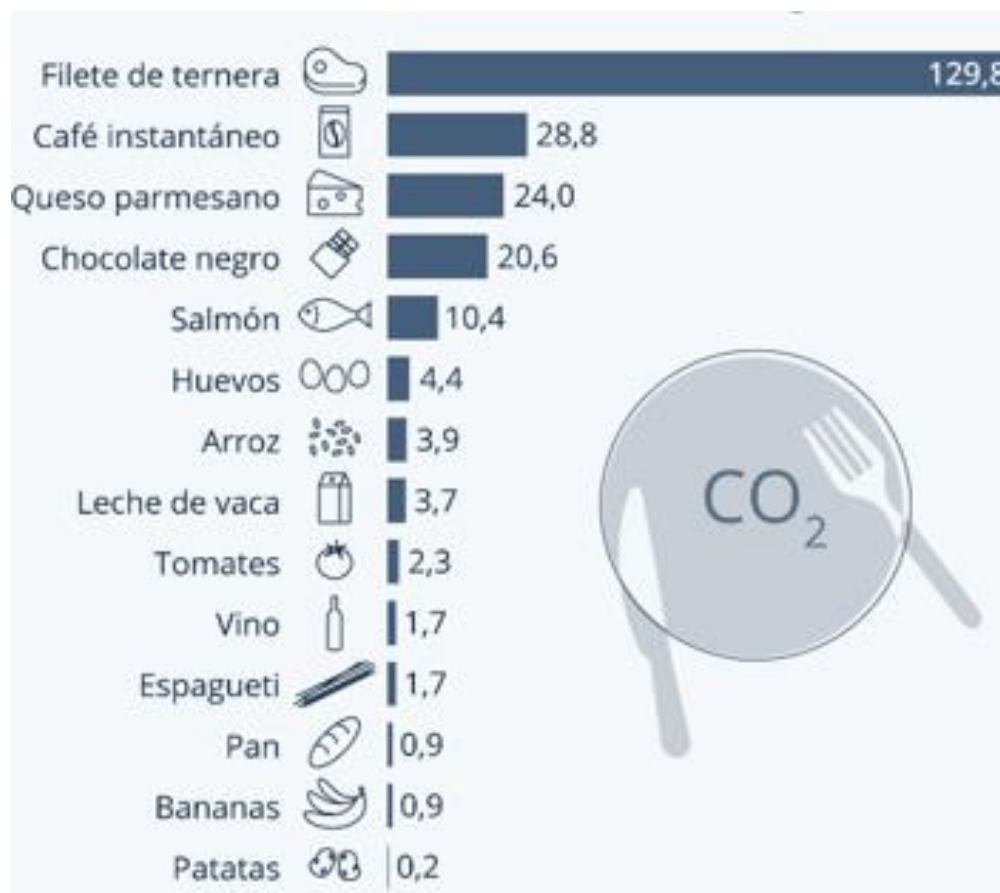


Figura 7: Emisiones de gases de efecto invernadero por kilogramo de alimentos y bebidas seleccionados (MELO, M.F., 2022)

En la Figura 7, se muestra la HC de diferentes tipos de alimentos y bebidas de consumo común. Los productos cárnicos, como el filete de ternera, tienen una huella de carbono alta, emitiendo aproximadamente 130 kg de CO₂ equivalente por kg de carne. Además, su producción también consume grandes cantidades de agua dulce. Sin embargo, no solo los productos animales tienen elevado un impacto ambiental con relación a las emisiones de GEI; el café instantáneo y el chocolate negro también emiten entre 20 y 30 kg de CO₂

equivalente por kg, similar al caso del queso parmesano. Por otro lado, alimentos como el pan, las bananas y las patatas generan menos de un kg de CO₂ equivalente por kg de producto (Our World In Data, 2024). Así, las frutas, verduras y legumbres constituyen los alimentos con menor HC. Por otra parte, uno de los factores fundamentales que influyen en el valor de la HC es que se trate de productos de procedencia local o si es necesario su transporte, ya que el transporte incrementa notablemente las emisiones de GEI. También se debe de tener en cuenta la estacionalidad de las frutas, si son estacionales o están fuera de temporada. Si están fuera de estación, es necesario una mayor cantidad de recursos para cultivarlas. (MAPFRE, 2022).

En el caso del sector de la restauración, éste conlleva una serie de impactos sobre el medio ambiente, no solo asociados a los productos empleados en la elaboración de los platos, sino también aquellos derivados del consumo de energía, agua... En concreto, las diferentes etapas (transporte, procesado, fabricación, distribución, venta y preparación) son responsables de aproximadamente el 40 % de la HC. Se puede decir que una cuarta parte se debe al almacenamiento (refrigeración), seguida de la fabricación y el cocinado (Figura 8).

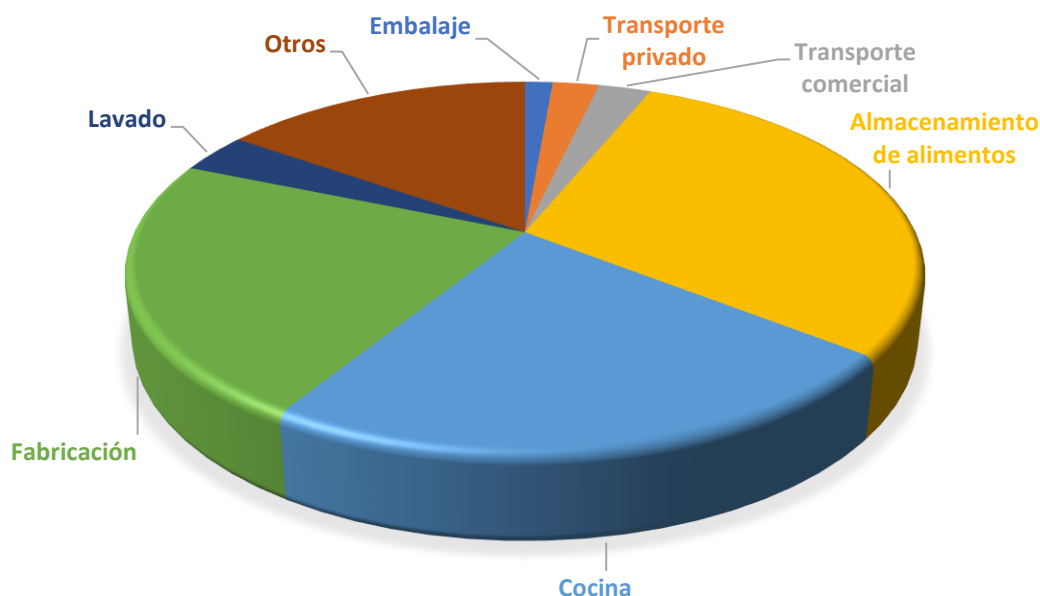


Figura 8: Factores que afectan al sector de la restauración (Elaboración propia)

Algunas de las principales actividades que se desarrollan en el sector de la restauración están relacionadas con los impactos ambientales generados que se detallan a continuación:

- **Recepción y selección de ingredientes:** consiste en la recepción y almacenamiento temporal de los alimentos que posteriormente serán ofrecidos a los consumidores. Durante esta etapa los alimentos y demás materias primas son almacenados en condiciones que garanticen su buen estado, lo cual puede implicar su refrigeración. En esta etapa se generan residuos que consisten en aquellos alimentos que son descartados por diversas causas.
- **Preparación de materias primas:** durante esta etapa se llevan a cabo operaciones como el lavado y pelado de alimentos, lo cual genera residuos sólidos orgánicos y efluentes líquidos. Así mismo, se generan residuos de envases y embalajes.
- **Mezcla de ingredientes:** consiste en la adición de ingredientes como condimentos, aceites, sales, entre otros, a las materias primas que han sido preparadas previamente. En esta parte del proceso se generan nuevos residuos sólidos.
- **Cocción de alimentos:** los alimentos crudos son sometidos a diferentes procesos de cocción (al horno, al vapor, a la brasa, frito, etc.) son responsables de las características gustativas particulares a cada plato, lo que conlleva un gasto de energía.
- **Suministro:** consiste en el servicio de los alimentos a los comensales. Lavado de utensilios. Implica el lavado de vajillas, cubiertos, así como de todos los utensilios empleados en la cocina. Para este fin se utiliza agua, jabones y detergentes, además de la electricidad.
- **Limpieza de instalaciones:** es necesario para mantener la higiene del establecimiento. Implica la limpieza de suelos, baños, cocinas, mesas, sillas y paredes, lo que hace necesario el uso de agua, jabones, detergentes, desengrasantes y blanqueadores.

3.Caso de estudio: “El Balcón de Bueño”

3.1. Descripción del establecimiento objeto de estudio

La casa de comidas actualizada “El Balcón de Bueño” en la que se ha llevado a cabo el estudio de ACV está ubicada en el pueblo de Bueño en el concejo de Ribera de Arriba, en una de las vegas del río Nalón (*Figura 9*) situado a escasos 7 kilómetros de la capital asturiana, Oviedo. Antiguamente, al pueblo de Bueño se le conocía como la “Despensa de Oviedo” ya que es la zona de Asturias con mayor concentración de hórreos y paneras, donde se almacenaban los cultivos que se recogían a lo largo del año para que no se deterioraran. En el año 2012, fue galardonado como Pueblo Ejemplar de Asturias.



Figura 9: Localización "Balcón de Bueño" en Asturias

“El Balcón de Bueño” es una casa de comidas conocida tanto por su ubicación, como por sus espacios y por la variedad en su carta (*Figura 10*). Se trata de una vieja casona reconvertida en el año 2021 en un restaurante donde prima la cocina asturiana evolucionada sin estridencias y con especial mirada a la vertiente suroccidental de la misma. A la entrada, se encuentra una despensa abierta a todo el personal donde se puede encontrar una gran variedad de productos asturianos y de calidad, conocida como “El colmado”. La despensa ofrece productos locales y artesanales como panes hechos con masa madre, frutas y verduras de huerta ecológica. También cabe destacar productos sin gluten como los “carajitos”. Dispone de varios espacios en su interior, cada uno con su nombre como, por ejemplo, (“salón de la chimenea”), un espacio con diferentes sofás y mesas (“la buhardilla”) y (“el salón secreto”) con su propia entrada, salida y terraza

independientes del resto de la casa. Lo más característico del restaurante es el "Balcón" que ofrece sus vistas a la montaña.

Cuenta con una "cocina kilómetro cero", adquiriendo los productos, que son en su mayoría ecológicos, directamente de los productores.

Asimismo, a menos de 700 m, se encuentra el "huerto ecológico" del que obtienen sus propios productos como por ejemplo las patatas, verdinas, cebollas, etc.

Por otro lado, entre los platos más destacables en este establecimiento cabe destacar la lubina a la sal, el arroz con pulpo, las verdinas con butiello y el arroz con "pitu de caleya".



Figura 10: Casa de comidas actualizada "El Balcón de Bueño"

3.2. Metodología ACV

3.2.1. Definición de objetivos y alcance

La finalidad de este trabajo ha sido determinar los impactos ambientales derivados de la producción de un menú servido en "El Balcón de Bueño", empleando para ello la metodología del "Análisis Ciclo de Vida" a fin de identificar los factores más impactantes y, si fuese posible, en base a los resultados obtenidos, proponer potenciales de alternativas de mejora.

La unidad funcional considerada en este análisis es “un menú servido en el establecimiento” y el alcance del estudio se llevó a cabo desde la perspectiva “de la cuna a la tumba”. Se incluyen como entradas todas las materias primas empleadas, tales como los alimentos utilizados para la elaboración de los platos (carne de ternera, arroz, sal...), productos de limpieza usados en el establecimiento (lejía, lavavajillas, desinfectante...), energía (gas, gasoil o propano y electricidad), agua y otros materiales minoritarios como el material de cocina, los envases para alimentos, etc. Como salidas, se tuvieron en cuenta los residuos sólidos, el agua residual y las emisiones derivadas del uso de los combustibles. El conjunto de entradas y salidas del sistema se resume en la *Figura 11*.



Figura 11: Esquema de las entradas y salidas del sistema (elaboración propia)

3.2.2. Análisis de inventario

En esta fase del ACV, se recopilan todos los datos para la posterior identificación y cuantificación de entradas y salidas durante el periodo de estudio (tres meses), adaptándolos a la unidad funcional definida (un menú servido en el establecimiento). En “El Balcón de Bueño” durante tres meses se sirvieron un total de 690 menús y debe de tenerse en cuenta que en este establecimiento únicamente se sirven comidas, no se sirven ni desayunos ni cenas. Como la mayoría de los productos proceden de productores locales, no se han tenido en cuenta en el análisis el transporte. A continuación, se detallan los datos considerados en el análisis, así como los supuestos y cálculos necesarios para incluir las entradas y salidas en el software.

ENTRADAS

MATERIAS PRIMAS – ALIMENTOS

En la *Tabla 2* se recogen los datos en relación con las materias primas, tanto productos de origen animal como vegetal, utilizados en “El Balcón de Bueño” durante el periodo de estudio analizado.

Para obtener los valores que se utilizarán en el inventario, a partir de los datos recogidos, en la *Tabla 2* se tuvieron en cuenta los cálculos detallados a continuación.

Tabla 2: Cantidad de las diversas materias primas empleadas durante el periodo analizado. Se indica también el porcentaje de cada uno de los productos respecto al total

MATERIAS PRIMAS - ALIMENTOS

PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD	%
Pan	92	kg	10,96
Pan sin gluten	1	kg	0,12
Aceite	2,852	kg	0,34
Limas	22	kg	2,62
Limón	6	kg	0,71
Naranjas	13	kg	1,55
Frutos rojos	1	kg	0,12
Coliflor	13	kg	1,55
Calabaza	26	kg	3,1
Calabacín	9	kg	1,07
Lechuga	4	kg	0,48
Setas	7	kg	0,83
Patatas	44	kg	5,24
Cebolla	22	kg	2,62
Pimiento verde/rojo	18	kg	2,14
Ajo	9	kg	1,07
Tomate	13	kg	1,55

Tomillo	0,5	kg	0,06
Romero	0,5	kg	0,06
Vaca	22,6947	kg	2,7
Venado	16,0821	kg	1,92
Cerdo	47,208	kg	5,62
Cordero	21,0148	kg	2,5
Lubina	19,5294	kg	2,33
Pulpo	30,855	kg	3,68
Merluza	13,3848	kg	1,59
Caballa	3,0624	kg	0,36
Quesos	5,24	kg	0,62
Lácteos	12,76	kg	1,52
Foie	3	kg	0,36
Arroz	11	kg	1,31
Café	3,712	kg	0,44
Helado	9	kg	1,07
Huevos	16,588	kg	1,62

Debe de tenerse en cuenta que, en la *Tabla 2* se proporcionan los datos de carne ya vendida para el consumo, para calcular el peso vivo de los animales se ha considerado la información incluida en el MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) (2024b):

➤ **Carne de vaca**

Se supone una vaca de 475 kg en peso vivo, de la cual se aprovechan 175 kg de carne, por tanto:

$$x = \frac{22,6947 \text{ kg carne} \times 475 \text{ kg de vaca (peso vivo)}}{175 \text{ kg de carne}} \quad (1)$$

$$= 61,6 \text{ kg de vaca (peso vivo)}$$

➤ **Carne de venado**

Considerando venado de 100 *kg* de peso, del cual se aprovechan 58 *kg* de carne (Drew, 1985; Garriz, 1987).

Por lo tanto:

$$x = \frac{16,0821 \text{ kg carne} \times 100 \text{ kg de venado}}{58 \text{ kg de carne aprovechada}} = \quad (2)$$
$$= 27,72 \text{ kg de venado}$$

➤ **Carne de cerdo**

Se supone un cerdo de 90 *kg* de peso, del cual se aprovechan 49 *kg* de carne, así:

$$x = \frac{47,208 \text{ kg carne} \times 90 \text{ kg de carne de cerdo}}{49 \text{ kg de carne aprovechada}} = \quad (3)$$
$$= 86,708 \text{ kg de cerdo (peso vivo)}$$

➤ **Carne de cordero**

De un cordero 55 *kg* de peso, se aprovechan 27 *kg* de carne, por lo tanto:

$$\text{kg de carne de cordero} = \frac{21,0148 \text{ kg utilizada} \times 27 \text{ kg de cordero}}{49 \text{ kg de carne aprovechada}} = \quad (4)$$
$$= 23,58 \text{ kg carne de cordero}$$

➤ **Huevos**

Durante el periodo de estudio se han utilizado 286 unidades de huevos, teniendo en cuenta que el peso medio de un huevo de talle M es de 58 g (Clasificación del huevo según su peso en la Unión Europea, 2018).

$$286 \text{ uds} \times 58 \text{ g} = 16588 \text{ g de huevo} = 16,588 \text{ kg de huevo} \quad (5)$$

MATERIAS PRIMAS – BEBIDAS

En la *Tabla 3* se recogen los datos principales en relación con las bebidas consumidas en “El Balcón de Bueño” durante el periodo de estudio analizado.

Tabla 3: Consumo de las diversas bebidas durante el periodo analizado. Se indica también el porcentaje de cada uno de los productos respecto al total

MATERIAS PRIMAS - BEBIDAS

PRODUCTO	CANTIDAD	kg	%
Vino	207 botellas	154,1633	24,8353
Sidra	7 botellas	5,5125	0,8881
Agua	263 l	262,211	42,2416
Refrescos	57 l	56,829	9,155
Cerveza	129 l	128,613	20,7192
Bebidas espirituosas	61 l	13,413	2,1608

Para obtener los valores que se utilizarán en el inventario, a partir de los datos recogidos en la *Tabla 3* se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

➤ **Vino**

Se consumieron 207 botellas y siendo cada botella de vino es de 0,75 l, para calcular los *litros* de vino consumidos es necesario tener en cuenta que la densidad correspondiente al vino es de $993 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (Pszczółkowski, 2011).

$$207 \text{ botellas de vino} \times 0,75 \text{ l} = 155,25 \text{ l de vino} \quad (6)$$

$$155,25 \text{ l de vino} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{993 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 154,16 \text{ kg de vino} \quad (7)$$

A lo largo del periodo analizado se utilizan 154,16 kg de vino.

➤ **Sidra**

Se consumieron 7 botellas y siendo cada botella de sidra de 0,75 l, para calcular los *litros* de sidra consumidos es necesario utilizar la densidad de la sidra que es de $1050 \frac{kg}{m^3}$ (Mangas J.J., 1992).

$$7 \text{ botellas de sidra} \times 0,75l = 5,25 \text{ l de sidra} \quad (8)$$

$$5,25 \text{ l de sidra} \times \frac{10^{-3}m^3}{1 \text{ l}} \times \frac{1050 \text{ kg}}{1m^3} = 5,5125 \text{ kg de sidra} \quad (9)$$

Se utilizan 5,5125 *kg de sidra* en el periodo de tiempo analizado.

➤ **Agua**

Para realizar el cálculo de los kg de agua es necesario conocer la densidad del agua que en este caso de $997 \frac{kg}{m^3}$ (Rivas, J., 2022).

$$263 \text{ l agua} \times \frac{10^{-3}m^3}{1 \text{ l}} \times \frac{997 \text{ kg}}{1m^3} = 262,2110 \text{ kg agua} \quad (10)$$

Se utilizan 262,21 kg de agua.

➤ **Refrescos**

Se toma como referencia de los refrescos la Coca-Cola, siendo su densidad de $1040 \frac{kg}{m^3}$ (Vicente,2018).

$$\begin{aligned} 57 \text{ l de Refresco} \times \frac{10^{-3}m^3}{1l} \times \frac{1040 \text{ kg}}{1 m^3} &= \\ &= 59,28 \text{ kg de refresco} \end{aligned} \quad (11)$$

➤ **Cerveza**

Para realizar el cálculo de los kg de cerveza es necesario conocer la densidad de la cerveza, siendo $1075 \frac{kg}{m^3}$. (García,2013).

$$57 \text{ l de cerveza consumidos} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{1075 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = \quad (12)$$

$$= 138,675 \text{ kg de cerveza}$$

➤ Bebidas espirituosas

Tomando como referencia la ginebra, ya que es la bebida destilada que más se consume en comparación con el resto de las bebidas espirituosas y, siendo la densidad de la ginebra $789 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (Hellow, 2021).

$$17 \text{ l de ginebra} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{789 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 13,413 \text{ kg de ginebra} \quad (13)$$

➤ Vermut

Para realizar el cálculo de los kg de Vermut es necesario conocer la densidad del vermut.

Siendo su densidad $1075 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (Rodriguez García, 2019).

$$44 \text{ l de vermut} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{1075 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 34,716 \text{ kg de vermut} \quad (14)$$

A continuación, en las *Tabla 4* y *Tabla 5*, se muestran aquellos alimentos y bebidas que representan un porcentaje menor del 1 % sobre el total, y por ello, no han sido incluidos en el análisis.

Tabla 4: Materias primas – alimentos no incluidos en el análisis al suponer una cantidad poco significativa respecto al total (menor del 1%)

MATERIAS PRIMAS DESPRECIADAS

Pan sin gluten

Aceite

limón

Frutos rojos

Lechuga

Setas

Tomillo

Romero

Caballa

Quesos
Foie
Café

Tabla 5: Materias primas Bebidas no incluidas al suponer una cantidad poco significativa respecto al total (menor del 1%)

BEBIDAS DESPRECIADAS

sidra

MATERIAL DE COCINA – BAÑO

En las *Tabla 6* se recogen los datos principales en relación con los materiales de cocina y baño utilizados en la casa de comidas actualizada “El Balcón de Bueño” durante el periodo de estudio analizado.

Tabla 6: Inventario material de cocina y de baño consumido durante el periodo de estudio

MATERIAL DE COCINA - BAÑO

PRODUCTO	CANTIDAD	kg
Bolsa de basura grande	68 bolsas	3,06
Bolsa de basura pequeña	40 bolsas	0,24
Rollo de papel de cocina	8 rollos	5,088
Envase de comida de cartón	48 envases	0,816
Envase bolsa de cartón	40 envases	0,68
Papel higiénico	10 rollos	3,460

Para obtener los valores que se utilizarán en el inventario, a partir de los datos recogidos en la *Tabla 6* se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

➤ **Bolsas de basura**

Incluye bolsas de basura de tamaño grande y de tamaño pequeño

Tamaño grande:

Se utilizaron 68 bolsas de basura de tamaño grande. El peso de cada bolsa es de 45 g, por lo que los kg utilizados de plástico son:

$$68 \text{ bolsas de basura}_{\text{tamaño grande}} \times \frac{45 \text{ g}}{\text{bolsa de basura}_{\text{tamaño grande}}} = \quad (15)$$

$$= 3060 \text{ g de plástico} = 3,046 \text{ kg bolsas de plástico}$$

Tamaño pequeño:

Se utilizaron 40 bolsas de basura de tamaño pequeño. El peso de cada bolsa es de 6g, por lo que los kg utilizados de plástico son de:

$$40 \text{ bolsas de basura}_{\text{tamaño pequeño}} \times \frac{6 \text{ g}}{\text{bolsa de basura}_{\text{tamaño pequeño}}} = \quad (16)$$

$$= 240 \text{ g de plástico} = 0,240 \text{ kg de plástico}$$

➤ Rollo de papel de cocina

Se utilizaron 8 rollos de papel de cocina. Sabiendo que el peso de cada rollo de papel de cocina incluyendo el canuto es de 646 g y que el propio canuto pesa aproximadamente 10 g. Los kg de papel de cocina utilizado son:

$$\frac{(646 - 10) \text{ g de papel de cocina}}{1 \text{ rollo de papel de cocina}} \times \frac{8 \text{ rollos de papel de cocina}}{3 \text{ meses}} = \quad (17)$$

$$= 5088 \frac{\text{g de papel de cocina}}{3 \text{ meses}} = 5,088 \frac{\text{kg de papel de cocina}}{3 \text{ meses}}$$

➤ Envases de cartón

Se utilizan diferentes tipos de envases de cartón para el transporte de la comida. Por un lado, están las bandejas de cartón y, por otro lado, las bolsas de cartón.

Bandejas de cartón:

Se utilizaron 48 bandejas de envase de cartón y cada bandeja de cartón pesa 17 g. Por lo tanto, los kg de cartón utilizados es:

$$48 \text{ bandejas de cartón} \times \frac{17 \text{ g}}{1 \text{ bandeja de cartón}} = 816 \text{ g de cartón} = \quad (18)$$

$$= 0,816 \text{ kg de cartón}$$

Bolsas de cartón:

Se utilizaron 40 bolsas de cartón y cada bolsa de cartón pesa 17 g. Por lo tanto, los kg de cartón utilizados son:

$$40 \text{ bolsas de cartón} \times \frac{17 \text{ g}}{1 \text{ bandeja de cartón}} = 680 \text{ g de cartón} \quad (19)$$

$$= 0,680 \text{ kg de cartón.}$$

➤ Rollo de papel higiénico:

Se utilizaron 10 rollos de papel de papel higiénico. Sabiendo que el peso de cada rollo de papel higiénico incluyendo el canuto es de 350 g y que el propio canuto pesa aproximadamente 4 g. Los kg de papel de papel higiénico utilizado en el periodo de estudio es:

$$\frac{(350 - 4) \text{ g de papel higiénico}}{1 \text{ rollo de papel higiénico}} \times \frac{10 \text{ rollos de papel higiénico}}{3 \text{ meses}} = \quad (20)$$

$$= 3460 \frac{\text{g de papel higiénico}}{3 \text{ meses}} = 3,460 \frac{\text{kg de papel higiénico}}{3 \text{ meses}}$$

PRODUCTOS DE LIMPIEZA

En las *Tabla 7* se recogen los datos principales en relación con los productos de limpieza utilizados en “El Balcón de Bueño” durante el periodo de estudio analizado.

Tabla 7: Inventario productos de limpieza consumidos durante el periodo de estudio

PRODUCTOS DE LIMPIEZA		
PRODUCTO	CANTIDAD	kg
Limpiador vitrocerámico	6 kg	0,6
Limpia lavavajillas	5 l	0,51
Detergente Lavavajillas	6 kg	0,6
Gel dermoprotector	5 l	0,51
Abrillantador lavavajillas	5 l	0,51
Abrillantador barra	10 kg	1

El ingrediente más significativo de los productos de limpieza son los tensioactivos no iónicos. Para realizar los cálculos, mirando las respectivas etiquetas de los diferentes productos, se toma como referencia que cada compuesto está formado por un 10 % de tensioactivos no iónicos.

Los tensioactivos no iónicos, no contienen grupos funcionales ionizables y, por lo tanto, no se disocian en el agua en iones. Se componen de una parte no-polar y de una parte polar. Tienen especial importancia, debido a que son altamente compatibles con otros tipos de surfactantes y con aguas duras. Por otro lado, son reconocidos por su alto poder detergente, emulsionante y humectante y la mayoría suelen producir poca espuma. (Valverde,2021).

En el software de SimaPro se incluyen como productos de limpieza la cantidad total de tensioactivos no iónicos obtenidos a partir de la información indicada en las etiquetas de los diferentes productos de limpiezas. Los supuestos considerados para su cálculo son los siguientes, siendo la densidad de los tensioactivos no iónicos de 1020 kg / m³ (Detergentes. (s/f))

Para obtener los valores que se utilizarán en el inventario, a partir de los datos recogidos en la *Tabla 7* se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

➤ **Limpiador vitrocerámico**

Se utilizan 6 kg de limpiador de plancha, por lo tanto:

$$6 \text{ kg limpiador de planchas} \times \frac{10 \text{ kg tensioactivos no iónicos}}{100 \text{ kg}} \quad (21)$$

$$= 0,6 \text{ kg tensioactivos no iónicos}$$

Se utilizan 0,6 kg de tensioactivos no iónicos.

➤ **Limpia- lavavajillas**

Se utilizan 5 l de limpiador de lavavajillas, por lo tanto:

$$5 \text{ l limpiador de lavavajillas} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \quad (22)$$

$$\frac{1020 \text{ kg tensioactivos no iónicos}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{10 \text{ kg tni}}{100 \text{ kg tni}} =$$

$$= 0,51 \text{ kg tensioactivos no iónicos}$$

Se utilizan 0,51 kg de tensioactivos no iónicos.

➤ **Detergente de lavavajillas**

Se utilizan 6 kg de detergente de lavavajillas, por lo tanto:

$$6 \text{ kg detergente lavavajillas} \times \frac{10 \text{ kg tensioactivos no iónicos}}{100 \text{ kg}} = \quad (23)$$

$$= 0,6 \text{ kg tensioactivos no iónicos}$$

Se utilizan 0,6 kg de tensioactivos no iónicos.

➤ **Gel dermoprotector**

Se utilizan 5 l de gel dermoprotector, por lo tanto:

$$5 \text{ l gel dermoprotector} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \frac{1020 \text{ kg tensioactivos no iónicos}}{1 \text{ m}^3} \quad (24)$$

$$\times \frac{10 \text{ kg tensioactivos no iónicos}}{100 \text{ kg tni}} =$$

$$= 0,51125 \text{ kg tensioactivos no iónicos}$$

Se utilizan 0,51125 kg de tensioactivos no iónicos.

➤ **Abrillantador lavavajillas**

Se utilizan 5 l de abrillantador de lavavajillas, por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 & 5 \text{ l abrillantador de lavavajillas} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \times \\
 & \frac{1020 \text{ kg tensioactivos no iónicos}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{10 \text{ kg tensioactivos no iónicos}}{100 \text{ kg tni}} \\
 & = 0,51 \text{ kg tensioactivos no iónicos}
 \end{aligned} \tag{25}$$

Se utilizan 0,51 kg de tensioactivos no iónicos.

➤ **Jabón y abrillantador de barra**

Se utilizan 10 kg de detergente de lavavajillas, por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 & 10 \text{ Kg detergente lavavajillas} \times \frac{10 \text{ kg tensioactivos no iónicos}}{100 \text{ kg}} = \\
 & = 1 \text{ kg tensioactivos no iónicos}
 \end{aligned} \tag{26}$$

Se utilizan 1 kg de tensioactivos no iónicos.

Por tanto, el total de tensioactivos no iónicos empleados en todos los productos de limpieza detallados previamente es de 3, 73 kg.

ENERGÍA

En las *Tabla 8* se recogen los datos principales en relación con el consumo de agua, electricidad, gas y propano de “El Balcón de Bueño” durante el periodo de estudio analizado.

Tabla 8: Inventario del consumo energético y de agua durante el periodo de estudio

CONSUMO ENERGÉTICO Y DE AGUA	
PRODUCTO	CANTIDAD / MES
Agua	11 m ³
Electricidad	3038,83 kWh
Gas	2489,1875 kW
Propano	121,3 kWh

Para obtener los valores que se utilizarán en el inventario, a partir de los datos recogidos en la *Tabla 8* se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

➤ **Consumo de agua**

El consumo de agua en el sector de la restauración es muy significativo y representa un gasto importante en su presupuesto mensual. Este consumo no es solo empleado para la preparación de alimentos y bebidas, sino también para la limpieza y el mantenimiento de las instalaciones. La información se obtuvo de las facturas de la empresa del año 2022 y se corresponde con un consumo de agua de 11 m³ durante el periodo estudiado.

➤ **Consumo de electricidad**

Depende del consumo de los equipos de cocina, tales como la cocina, el lavaplatos, la campana, las neveras... La información se obtuvo de las facturas correspondientes al año 2022 y que corresponde con un valor de 3038,83 kWh durante el periodo estudiado.

➤ **Consumo de gas**

Se obtiene la información mediante las facturas en el año 2022 y corresponde a un consumo de gas de 2489,1875 kWh durante el periodo estudiado.

➤ **Consumo de propano**

El establecimiento cuenta con varias estufas para calentar el espacio exterior “el balcón” del establecimiento. Las estufas emplean bombonas de propano.

Se utilizan 11 kg de propano y mediante el Poder Calorífico Inferior (PCI) del propano (MITECO, 2024) se obtiene:

$$11 \text{ kg de propano} \times \frac{11,082 \text{ kWh}}{1 \text{ kg PCI}} = 121 \text{ kWh} \quad (27)$$

Para saber las cantidades de cada una de las entradas expresadas por unidad funcional, se divide, en cada uno de los casos, el sumatorio total de cada una de las entradas entre las 690 comidas servidas durante el periodo de estudio (*Tabla 9*).

Tabla 9: Inventario global de las entradas "Balcón de Bueño" durante el periodo de estudio expresada en unidad funcional

ENTRADAS - "BALCÓN DE BUEÑO"		
TIPO	CANTIDAD	
Materias primas- Alimentos	0,898	kg
Materias primas- Bebidas	0,892	kg
Productos de limpieza	0,024	kg
Material de cocina - Baño	0,044	kg
Recursos hídricos	0,016	m3
Energía - Electricidad	4,04	kWh
Energía - Gas	3,61	kWh
Energía - Propano	0,17	kWh

Las salidas consideradas se detallan a continuación.

SALIDAS

RESIDUOS

En la *Tabla 10* se recogen los datos principales en relación con los residuos generados en la casa de comidas actualizada "El Balcón de Bueño" durante el periodo de estudio analizado.

Tabla 10: Inventario de los residuos generados durante el periodo de estudio

RESIDUOS		
TIPO	CANTIDAD	
Basura	330	kg
Botellas	204, 654	kg

Para obtener los valores que se utilizarán en el inventario, a partir de los datos recogidos en la *Tabla 10* se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

➤ **Basura**

Para los residuos sólidos generados, se utilizan bolsas grandes y aproximadamente se recogieron 330 kg de basura, gestionados como Residuos Sólidos Municipales (RSM)

➤ **Botellas**

En el establecimiento no se reciclan las botellas utilizadas, por lo que los kg de vidrio generados como residuos se calculan de la siguiente forma:

Botellas de cerveza:

Se utiliza a lo largo del periodo de estudio 129 l de cerveza, teniendo en cuenta que cada botella de cerveza es de 33 cl.:

$$\text{Número de botellas} = \frac{1 \text{ botella} \times 19000 \text{ cl}}{33 \text{ cl}} = 391 \text{ botellas} \quad (28)$$

Sabiendo que cada botella de cerveza pesa 255 g

$$391 \text{ botellas} \times \frac{255 \text{ g}}{1 \text{ botella}} = 99705 \text{ g vidrio} = 99,705 \text{ kg vidrio} \quad (29)$$

Botellas de vino:

Se utilizaron 297 botellas de vino y sabiendo que la masa de una botella de vino son 567g, los kg de vidrio generados son:

$$297 \text{ botellas de vino} \times \frac{567 \text{ g}}{1 \text{ botella de vino}} = 104949 \text{ g vidrio} \quad (30)$$

$$= 104,949 \text{ kg vidrio}$$

Así, los kg de vidrio generados en total son:

$$\text{Total vidrio generado} = 99,705 \text{ kg} + 104,94 \text{ kg} \quad (31)$$

$$= 204.654 \text{ kg de vidrio}$$

La cantidad total gestionada como RSU sería de 534,654 kg

Solo se recicla el vidrio y el resto de los residuos se recogen como residuos mezclados urbanos (RSU)

EMISIONES

En las *Tabla 11* se recogen los datos principales en relación con las emisiones por el uso de propano y uso de gas natural en “El Balcón de Bueño” durante el periodo de estudio analizado.

Tabla 11: Inventario de las emisiones a la atmósfera durante el periodo de estudio

EMISIONES		
	CANTIDAD	UNIDAD
GAS	453,02	kg CO ₂
	39,8	kg CH ₄
	0	kg N ₂ O
Propano	32,626	kg CO ₂

Para obtener los valores que se utilizan en el inventario, a partir de los datos recogidos en la *Tabla 11* se tuvieron en cuenta los factores de emisión indicados en el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO, 2024).

➤ Gas

En la *Tabla 12* se muestran los factores de emisión empleados para calcular las emisiones a la atmósfera.

Tabla 12: Factores de emisión

Factor de emisión CO ₂	Factor de emisión CH ₄
0,182 kg CO ₂ / kWh	0,016 kg CH ₄ / kWh

$$2483,185 \text{ kWh} \times \frac{0,182 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ kWh}} = 453,03 \text{ kg CO}_2 \quad (32)$$

$$2483,185 \text{ kWh} \times \frac{0,016 \text{ kg CH}_4}{1 \text{ kWh}} = 39,8 \text{ kg CH}_4 \quad (33)$$

➤ Propano

En la *Tabla 13* se muestran los factores de emisión empleados para calcular las emisiones a la atmósfera.

Tabla 13: Factores de emisión para el cálculo de la emisión de propano (MITECO,2024)

FACTOR DE EMISIÓN CO₂

11,082 kg CO₂ / kWh

$$11 \text{ kg de propano} = \frac{11,082 \text{ kWh}}{1 \text{ kg de propano}} = 121 \text{ kWh} \quad (34)$$

AGUA RESIDUAL

El agua considerada es el mismo volumen que el agua consumida (11m³), ya que tras su uso de agua es canalizada para su tratamiento.

En la *Tabla 14* se recoge de forma global, el inventario de todas las salidas expresadas respecto a la unidad funcional considerada en este estudio.

Tabla 14: Inventario global de las salidas del establecimiento durante el periodo de estudio expresada por unidad funcional

SALIDAS - "BALCÓN DE BUEÑO"		
TIPO	CANTIDAD	
Residuos - Vidrio	0,892	kg
Recursos hídricos	0,016	kg
	0,0472	kg CO ₂
Emisiones - Uso propano	0	kg CH ₄
	0	kg N ₂ O
	0,657	kg CO ₂
Emisiones - Uso Gas Natural	0,0000577	kg CH ₄

3.2.3. Evaluación de impacto

Esta etapa permite conocer los procesos en los que tienen lugar mayores impactos ambientales, así como las posibles alternativas para reducirlos.

Para llevar a cabo la evaluación de los diferentes impactos ambientales se utilizó el software SimaPro V.9, el cual incluye diferentes metodologías adecuadas para realizar estudios de ACV. Para este TFG se ha empleado la metodología ReCiPe 2016 midpoint (H) V1.01, recomendada en distintas publicaciones para la realización de estudios de ACV en el sector agroalimentario (Heinonen et al., 2016).

Asimismo, para el análisis de la Huella de Carbono (HC) del restaurante se empleó el método Greenhouse Gas Protocol V.1.02 del software SimaPro. Mediante esta metodología se obtiene el CO₂ eq. fósil (proviene de la combustión de combustibles fósiles), el CO₂ eq. biogénico (proviene de fuentes biológicas), el CO₂ eq. de transformación de la tierra y el CO₂ captado por las plantas durante su crecimiento. De acuerdo con la norma ISO 14067, en la HC de un determinado proceso o producto lo habitual es considerar únicamente el CO₂ fósil y biogénico, tal y como se ha hecho en el presente trabajo.

Las bases de datos utilizadas fueron fundamentalmente Ecoinvent 3 y AGRIBALYSE, también, en menor medida, Industry data 2.0 y World Food LCA Database.

3.3. Resultados y discusión

Como se ha mencionado anteriormente, en esta etapa, el inventario se traduce en posibles indicadores de impacto ambiental, en relación con el medio ambiente, la salud humana y el agotamiento de los recursos naturales.

Existen muchas categorías de impacto ambiental, y la selección de cada una de ellas para el ACV depende del objetivo del estudio, el perfil y el nivel de precisión de los resultados requeridos. Los datos se asignan a cada categoría de impacto de acuerdo con el efecto ambiental esperado. Si una sustancia tiene un impacto en unas varias categorías, debe ser considerada en cada una de ellas. En este caso la metodología ReCiPe 2016 midpoint (H) V1.01 incluye 18 categorías de impacto y los resultados de caracterización se muestran en la *Figura 12* donde las barras muestran la aportación de cada subsistema a cada categoría de impacto incluida en el método, con respecto al 100 % del impacto causado en cada categoría. En la gráfica generada, las barras situadas en la parte superior del eje central indican los impactos ambientales nocivos, mientras que las situadas en la parte inferior indican los impactos ambientales beneficiosos.

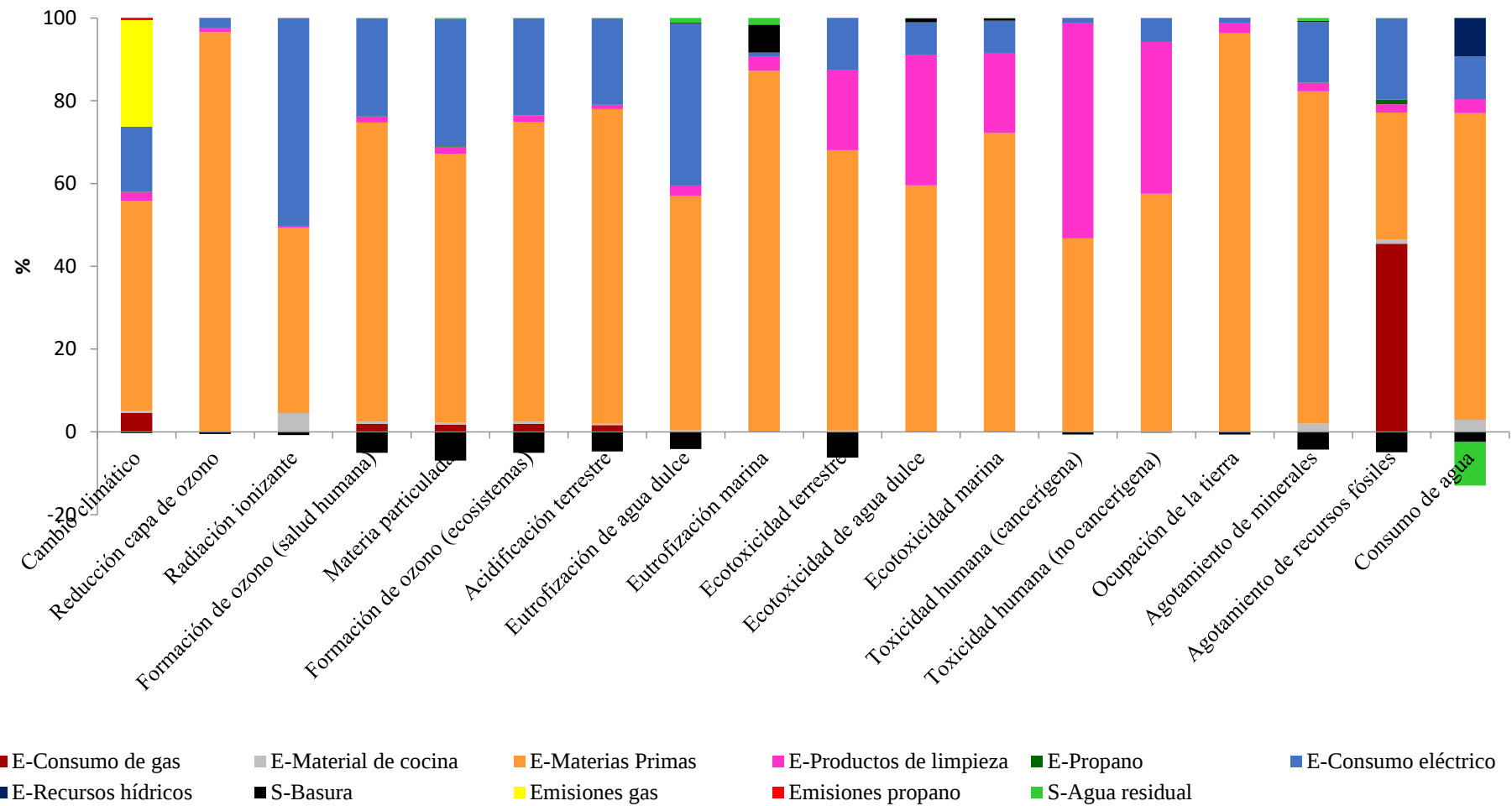


Figura 12: Resultados de caracterización de impactos ambientales asociados a “un menú servido en el establecimiento” según el método ReciPe midpoint (H)

A modo resumen, se muestra en la *Tabla 15* las contribuciones más importantes de los subsistemas analizados a las categorías de impacto ambiental consideradas.

Tabla 15: Contribuciones más importantes de los diferentes subsistemas a las categorías de impacto ambiental analizadas según el método ReCiPe midpoint (H) (Figura 12)

Cambio climático	Reducción capa de ozono	Radiación ionizante
51 % Materias primas	97% Materias primas	50% Consumo eléctrico
26 % Emisiones de gas	2 % Consumo eléctrico	45 % Materias primas
16 % Consumo eléctrico	1% Productos de limpieza	5% Material de cocina
5 % Consumo de gas		
2 % Productos de limpieza		
Formación de Ozono (salud humana)	Formación de Ozono (ecosistemas)	Materia particulada
73 % Materias primas	72 % Materias primas	65 % Materias primas
24 % Consumo eléctrico	23 % Recursos eléctricos	31% Consumo eléctrico
2 % Consumo gas	2 % Consumo gas	2% Consumo gas
1% Productos de limpieza	2 % Productos de limpieza	2 % Productos de limpieza
Acidificación terrestre	Eutrofización del agua dulce	Eutrofización marina
76 % Materias primas	57 % Materias primas	87 % Materias primas
21% Consumo eléctrico	40 % Consumo eléctrico	7 % Residuos de basura
2% Consumo gas	2% Productos de limpieza	3 % Productos de limpieza
Ecotoxicidad terrestre	Ecotoxicidad del agua dulce	Ecotoxicidad marina
68 % Materias primas	59 % Materias primas	72 % Materias primas
19% Productos de limpieza	32 % Productos de limpieza	19 % Productos de limpieza
12 % Consumo eléctrico	8 % Consumo eléctrico	8 % Consumo eléctrico

Toxicidad humana (cancerígena)	Toxicidad humana (no cancerígena)	Ocupación de la tierra
52 % Productos de limpieza	57 % Materias primas	96 % Materias primas
47 % Materias primas	37 % Productos de limpieza	2 % Productos de limpieza
	6 % Consumo eléctrico	1 % Consumo eléctrico
Agotamiento de minerales	Agotamiento de recursos fósiles	Agotamiento de recursos fósiles
80 % Materias primas	45 % Emisión de gas	45 % Emisión de gas
15 % Consumo eléctrico	31 % Materias primas	31 % Materias primas
2 % Productos de limpieza	20 % Consumo eléctrico	20 % Consumo eléctrico
2 % Material de cocina	2 % Productos de limpieza	2 % Productos de limpieza
	1 % Consumo de propano	1 % Consumo de propano

A la vista de los resultados se concluye que los subsistemas que presentan un impacto ambiental más significativo son los siguientes:

➤ **Consumo de materias primas**

El consumo de materias primas es el subsistema más impactante en las categorías consideradas, estando presente en las 18 categorías estudiadas y contribuyendo en mayor medida en la reducción de la capa de ozono (97%), ocupación de la tierra (96 %), seguida de las siguientes categorías: la acidificación terrestre (76%), formación de ozono para la salud humana (72%), formación de ozono para los ecosistemas (72%), ecotoxicidad marina , terrestre y de agua dulce (72%, 68% y 60% respectivamente), materia particulada (65%) , al cambio climático (51%) , radiación ionizante (45%) , eutrofización de agua dulce y marina (56% y 87% respectivamente, toxicidad humana cancerígena y no cancerígena (47% y 57% respectivamente), agotamiento de minerales (80%), agotamiento de recursos fósiles (31%) y consumo de agua (74%).

➤ **Consumo eléctrico**

El consumo eléctrico es el segundo subsistema que genera mayores impactos perjudiciales. Está presente en todas las categorías, con más o menos importancia, en

concreto: cambio climático (16%), reducción de la capa de ozono (2%), radiación ionizante (50%), formación de ozono para la salud humana (24%), materia particulada (31%) , formación de ozono para los ecosistemas (23%), acidificación terrestre (21%), eutrofización de agua dulce y marina (39% y 1% respectivamente), ecotoxicidad terrestre, de agua dulce y marina (12%, 8% y 8% respectivamente), toxicidad humana cancerígena y no cancerígena (1% y 6% respectivamente), ocupación de la tierra (1%), agotamiento de minerales (15%), agotamiento de recursos fósiles (20%) y consumo de agua (10%).

➤ **Productos de limpieza**

Los productos de limpieza están presentes en 16 de las 18 categorías estudiadas, presentando un mayor porcentaje en las categorías de toxicidad humana (cancerígena) que representa un (52%), toxicidad humana (no cancerígena) con un (37%), ecotoxicidad de agua dulce (32%) y ecotoxicidad terrestre y marina con un 19 % en ambas categorías. En el resto de las categorías influye un porcentaje que varía en un rango entre el 1% y el 2%.

➤ **Consumo de gas**

El consumo de gas está presente en 12 de las 18 categorías estudiadas, teniendo especial importancia en la categoría de agotamiento de recursos fósiles con un 46%, lo que resulta lógico dado que esta entrada procede de fuentes de energía renovables.

➤ **Emisiones derivadas del uso de gas**

Influyen notablemente en la categoría de cambio climático con un 26%., ya que la combustión del gas origina mayoritariamente GEI.

Por otro lado, debe señalarse que existen algunos subsistemas que presentan impactos beneficiosos en el medio ambiente, como es el caso de los derivados de la gestión de residuos sólidos que está presente en menor o mayor medida en casi todas las categorías presentes, con mayor influencia en la formación de ozono y en la ecotoxicidad terrestre. Esto se debe al reciclaje de parte de las botellas de vidrio generadas. También tiene un impacto beneficioso el subsistema correspondiente al agua residual, ya que, una vez tratada, es devuelta al medio ambiente.

Una vez analizados los resultados de caracterización, se procedió a realizar la normalización de estos. La normalización es un análisis subjetivo, ya que emplea un factor de adimensionalización predefinido para cada una de las categorías, según el método empleado, permitiendo comparar la importancia de los impactos ocasionados en una categoría con las demás categorías.

A la vista de la *Figura 13* de normalización obtenida con el método ReCiPe desde el punto de vista midpoint, la categoría de impacto más afectada es la radiación ionizante. También se ven afectadas de manera significativa las categorías de eutrofización de agua dulce, agotamiento de recursos fósiles, el cambio climático, la acidificación terrestre, la formación de ozono (ecosistemas) y eutrofización marina.

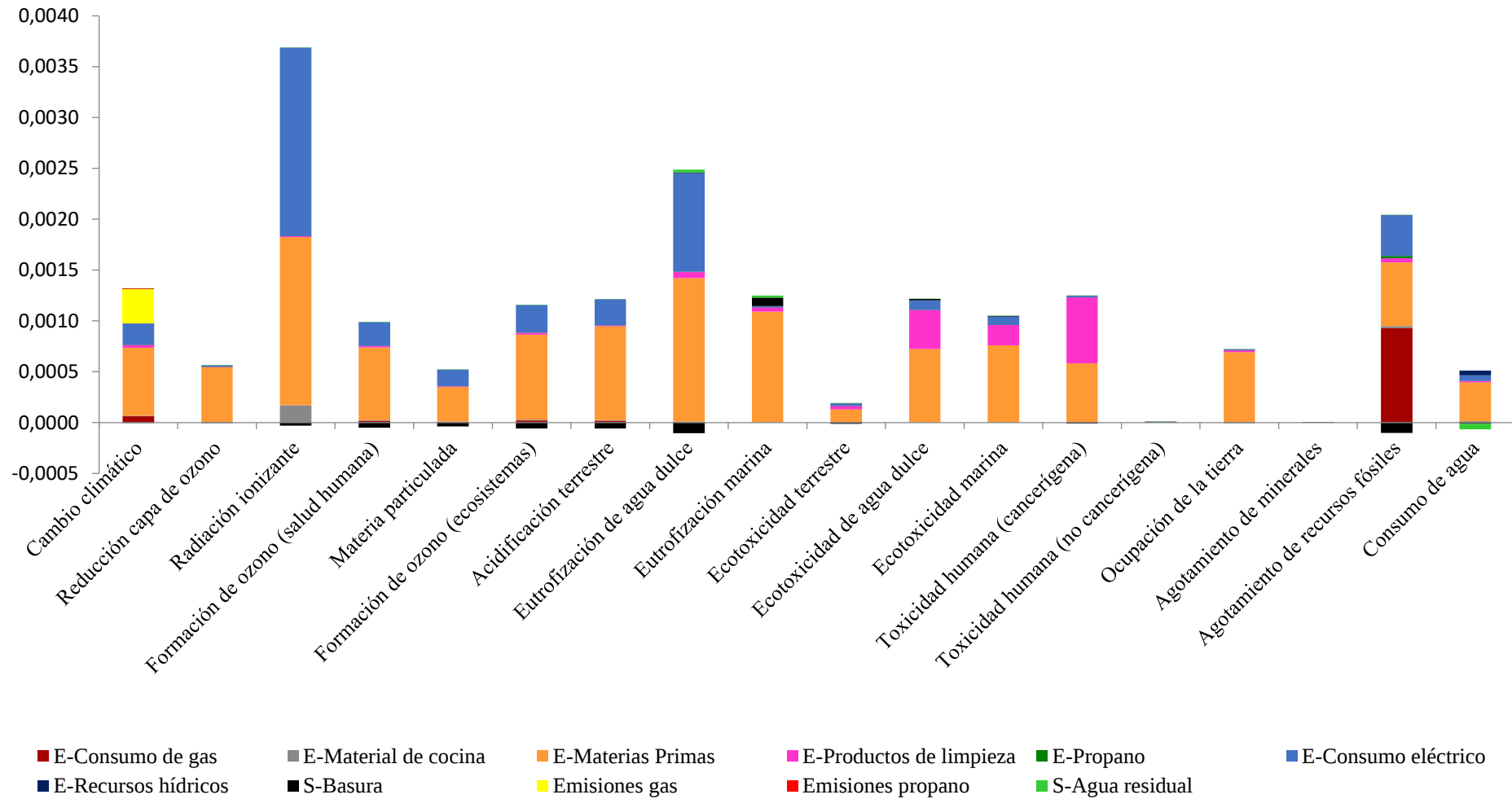


Figura 13: Resultados de normalización de impactos ambientales asociados a “un menú servido en el establecimiento” según el método ReciPe midpoint (H).

A continuación, se presentan los diagramas “de árbol” que permiten ver con mayor detalle cuales de los componentes de cada subsistema son los más importantes en las categorías de impacto más afectadas según los datos obtenidos en la etapa de normalización. En concreto, se analiza el caso de la categoría de radiación ionizante, eutrofización de agua dulce, el agotamiento de los recursos fósiles, cambio climático y formación de ozono (ecosistemas).

En el diagrama que se muestra en la *Figura 14* representa la categoría más afectada, la radiación ionizante. Se puede observar que el 50,5% de las cargas son debidas a la utilización de los recursos eléctricos empleados en cada menú servido. El otro principal responsable de los impactos en esta categoría son las materias primas, especialmente la carne de cerdo, con un 45,2%.

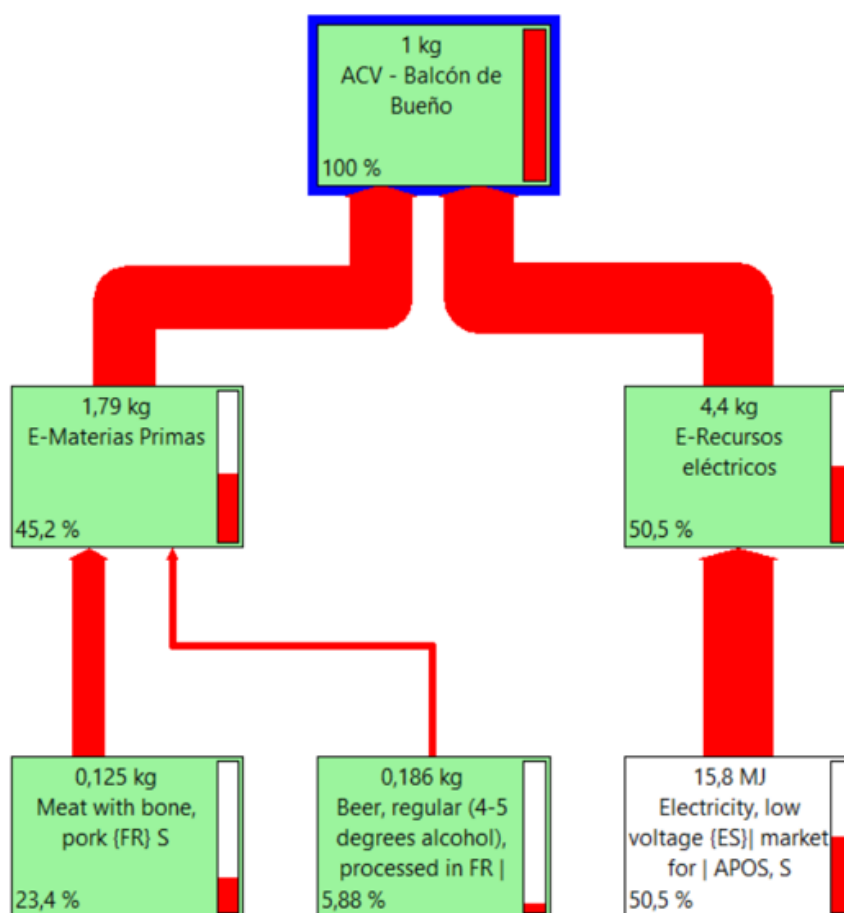


Figura 14: Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe midpoint. Categoría de radiación ionizante. Valor de corte: 5%

La siguiente categoría más afectada es la eutrofización de agua dulce, *Figura 15*. En este caso, el subsistema de materias primas supone un 59,1 % del total del impacto debido en gran medida a la utilización de carne roja en los menús servidos. Y, siendo los recursos eléctricos el segundo subsistema principal que supone un 40,7% del total del impacto.

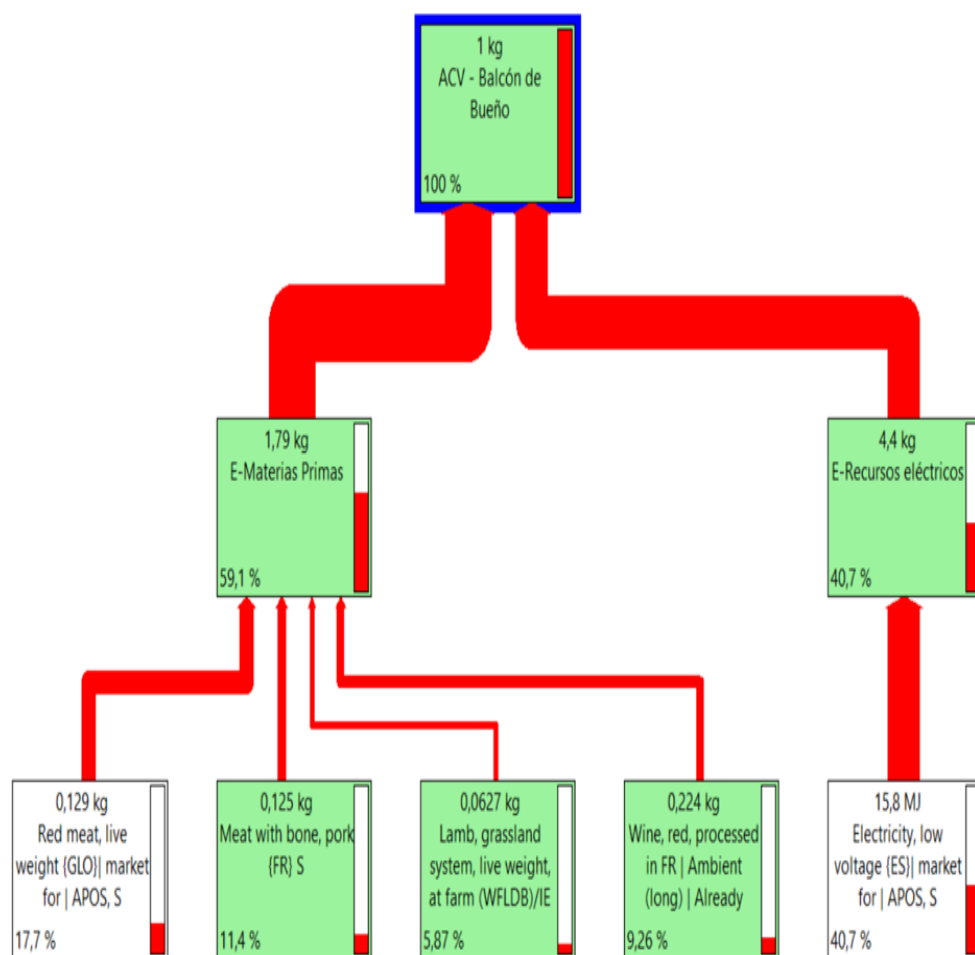


Figura 15: Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe midpoint. Categoría de eutrofización de agua dulce. Valor de corte: 5%

Respecto al agotamiento de los recursos fósiles, se puede observar en la *Figura 16* que el 83,9% de las cargas debidas a la utilización de las materias primas afectadas siendo el componente mayoritario la carne de cerdo. Y con un menor porcentaje, los recursos eléctricos que suponen un 15,3%.

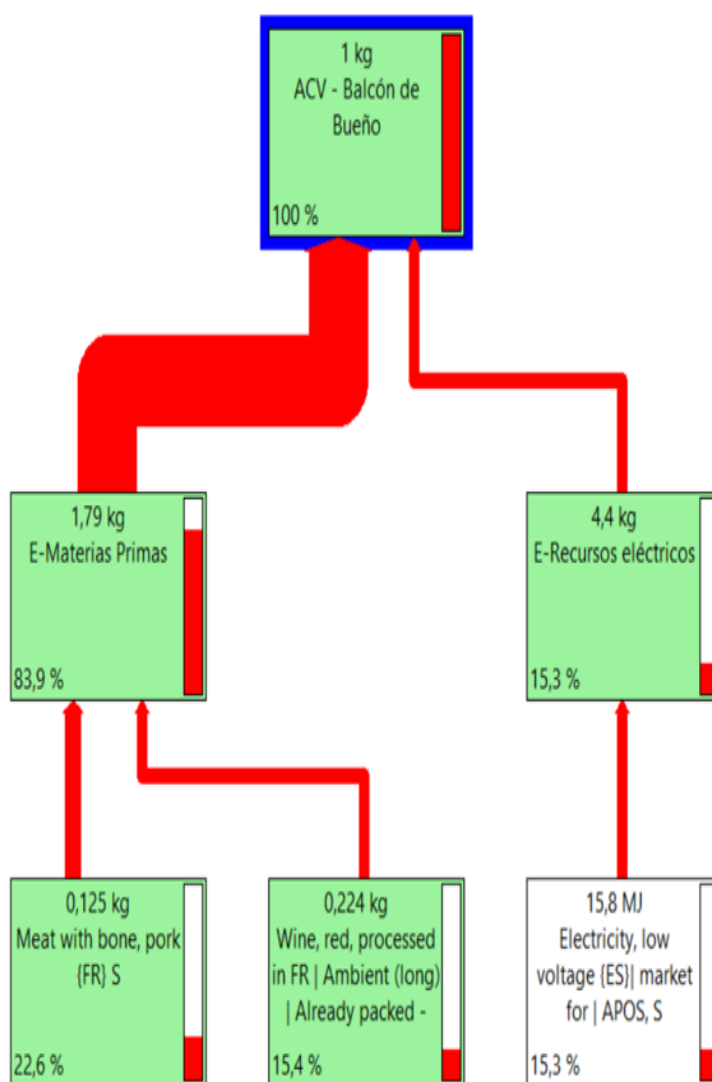


Figura 16:Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe midpoint. Categoría de agotamiento de los recursos fósiles. Valor de corte:5%

En el diagrama que se muestra en la *Figura 17* representa el calentamiento global. Se puede observar que el 50,8 % de las cargas son debidas a las materias primas empleadas. Las emisiones de gas a la atmósfera y los recursos eléctricos son también responsables de los impactos en esta categoría.

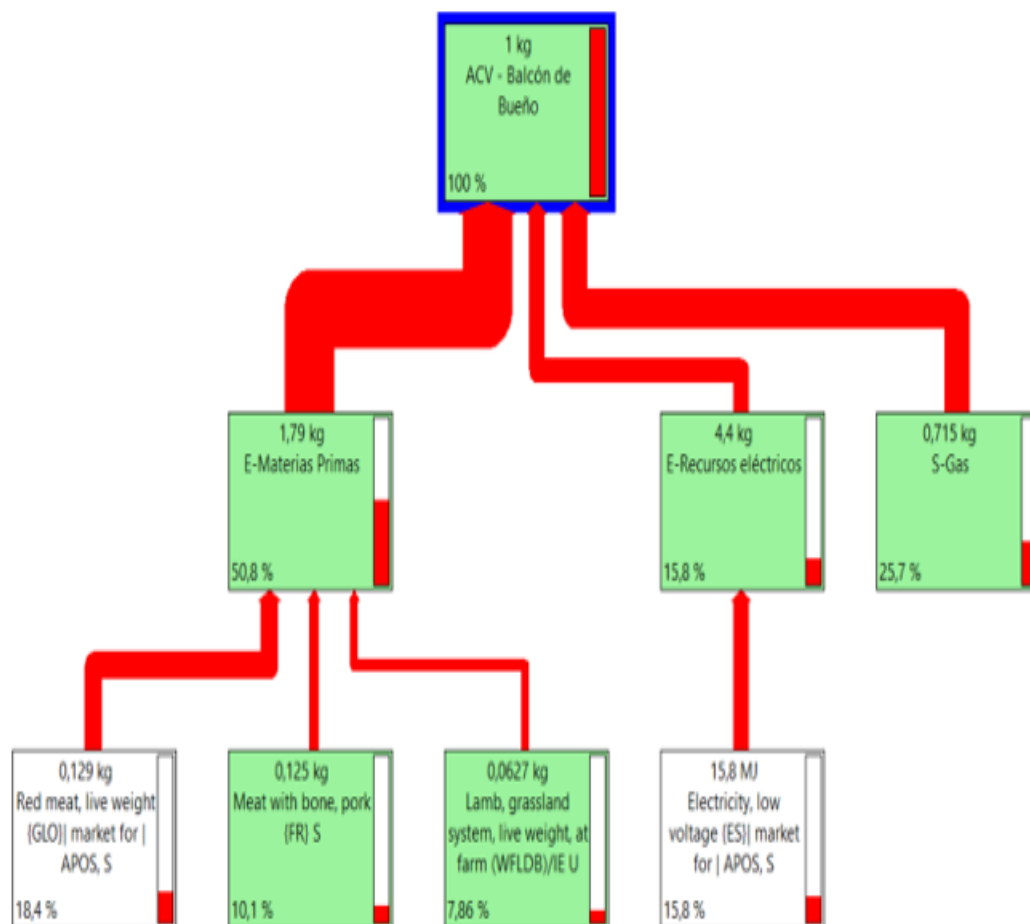


Figura 17: Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe midpoint. Categoría de calentamiento global. Valor de corte: 5%

Por último, en la *Figura 18*, se muestra otra de las categorías más afectadas que es el caso de la formación de ozono (ecosistemas). En este caso el subsistema materias primas supone un 76,2% del total del impacto, siendo, en este caso, el principal responsable el calamar empleado en los menús (16,2 %).

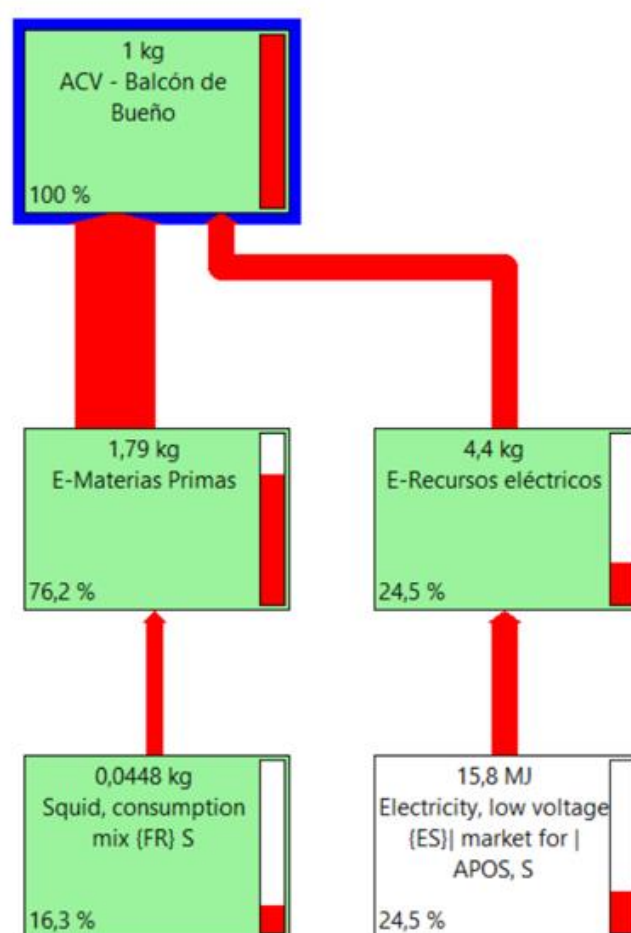


Figura 18: Diagrama de árbol obtenido según el método ReCiPe midpoint. Categoría de formación de ozono (ecosistemas). Valor de corte:5%

En resumen, se puede concluir que las materias primas son las principales responsables de los impactos ambientales, y, en la mayoría de los casos, los productos cárnicos. Asimismo, la electricidad también es importante.

3.3.1. Huella de Carbono

Para la realización del análisis de la Huella de Carbono del sistema se emplea el método Greenhouse Protocol en base de la norma ISO 14067. Se consideran las emisiones de CO₂ que provienen de los combustibles fósiles y el CO₂ biogénico proveniente de fuentes biológicas. Estas emisiones se expresan en unidades de kg de CO_{2eq} por menú servido (*¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*).

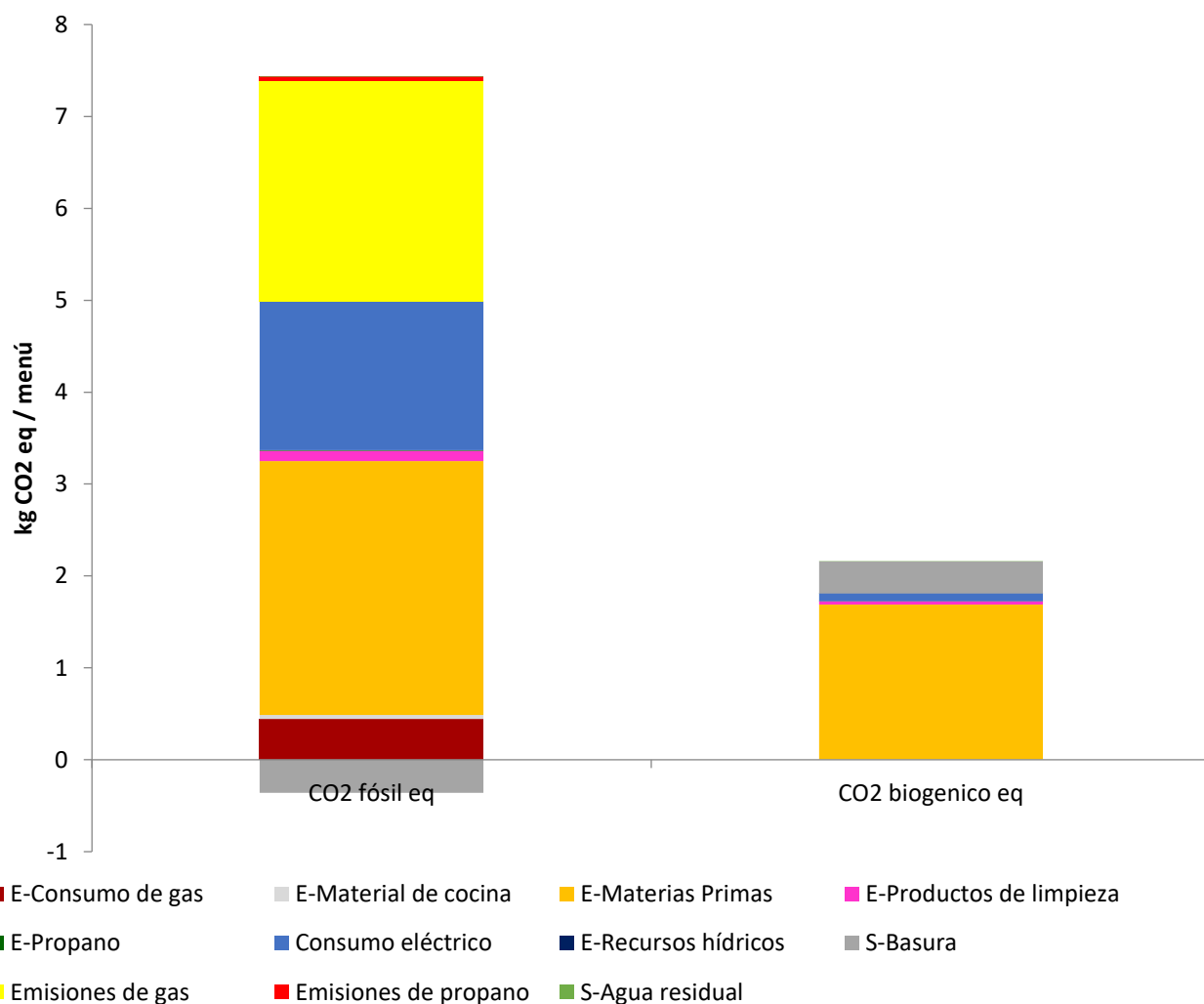


Figura 19:Huella de carbono asociada a la producción de un menú servido mediante el análisis Greenhouse Gas Protocol V.1.02.

A continuación, en la *Tabla 16* se recogen los subsistemas que contribuyen más significativamente a la Huella de Carbono.

Tabla 16: Contribuciones más significativas de los subsistemas en el análisis de la Huella de Carbono llevado a cabo mediante el método Greenhouse Gas Protocol V.1.02

kg eq CO ₂ fósil	kg eq CO ₂ biogénico
28 % Materias primas	97% Materias primas
24 % Emisiones de gas	2 % Consumo eléctrico
16 % Consumo eléctrico	1% Productos de limpieza
4 % Consumo de gas	

Se obtuvo tras el análisis un valor de HC de 7,5 kg CO_{2eq} / menú servido. En lo referente al CO₂ fósil, los sistemas que presentan un mayor impacto perjudicial son las materias primas (28%), seguido de las emisiones de gas a la atmósfera (24%), el consumo eléctrico (16%) y el consumo del gas (4%). Por otra parte, el impacto beneficioso se corresponde con el reciclaje de parte de los residuos generados respecto al CO₂ biogénico, se observa que las materias primas (97%) es el subsistema que contribuye de forma más importante a la Huella de Carbono.

Según la bibliografía, el sector de la restauración es uno de los sectores con mayor impacto ambiental a lo que se refiere a emisiones de gases de efecto invernadero.

En cuanto a la elaboración del plato, es la etapa donde mayor cantidad de gases de efecto invernadero se emite, y esto se debe a la gran cantidad de actividades. Se tienen en cuenta todas las emisiones relacionadas con las materias primas que llegan al establecimiento. En este caso, las materias primas que más impacto producen en el “Balcón de Bueño” principalmente de la carne de ternera, venado, cerdo y cordero. Sin embargo, los productos vegetales producen un impacto ambiental poco significativo. Esto concuerda con otros estudios donde se indica que los productos animales producen entre 10 y 50 veces más gases de efecto invernadero que los vegetales. (Rosier et al., 2021).

Un estudio realizado en Portugal sobre el caso de un restaurante tradicional portugués relaciona las porciones excesivas de alimentos y su impacto nutricional y medioambiental. El objetivo de este estudio fue analizar la composición de los menús de los restaurantes en términos de: raciones, adecuación nutricional y huella de carbono. Se realiza una comparación de diferentes menús (solo teniendo en cuenta las materias

primas) y se obtiene una HC en un rango de 1,53 – 3,94 kg / menú. Siendo el menú con mayor emisión de CO₂ el compuesto por tres tipos de carne (cerdo, ternera y cordero) más chorizo portugués. Por el contrario, el menú con menos emisión de CO₂, está constituido por un entrante de verduras (espárragos) y un plato principal (pescado, huevo y patata) con raciones adecuadas. (Costa & Bexiga,2023). Se puede comprobar que, si en “El Balcón de Bueño” solo se tuviesen en cuenta las materias primas, se obtendría un valor de 4,45 kg CO₂ / menú, valor similar al estudio realizado en Portugal.

Un trabajo llevado a cabo en Galicia, analizó 60 recetas gallegas, cada una de ellas con diferentes cantidades de materias primas animales, vegetales y lácteos, y se comprobó que cuanto mayor es la proporción de productos animales empleados en las recetas (principalmente carne roja) mayor es la huella de Carbono. El estudio destaca que la reducción de ingredientes de origen animal en las recetas conlleva una reducción importante de las emisiones GEI. Además, la sustitución de la carne roja por carne blanca, pescado, marisco y productos lácteos se asocia con una mejor huella de carbono y una mayor rentabilidad (Cambeses-Franco et al.,2023).

Finalmente, en paralelo al estudio desarrollado en el presente TFG se realizó otro similar en “Casa Cristina”, una casa de comidas tradicional. Está situada también en el concejo de Ribera de Arriba y, se trata de un restaurante en el que ofrecen comida tradicional asturiana con un menú único.

Al igual que en este TFG, a partir de los datos recopilados en el inventario, se realizó el correspondiente análisis para conocer el impacto ambiental asociado (datos no presentados). En la *Figura 20* se muestra una gráfica comparativa de los resultados de caracterización de los impactos ambientales en la casa de comidas actualizada “El Balcón de Bueño” y en la casa de comidas tradicional “Casa Cristina”.

Según el método ReCiPe midpoint (H). Se puede observar que, en 13 de las 18 categorías estudiadas, la casa de comidas actualizada “El Balcón de Bueño” es la que mayores impactos ambientales genera.

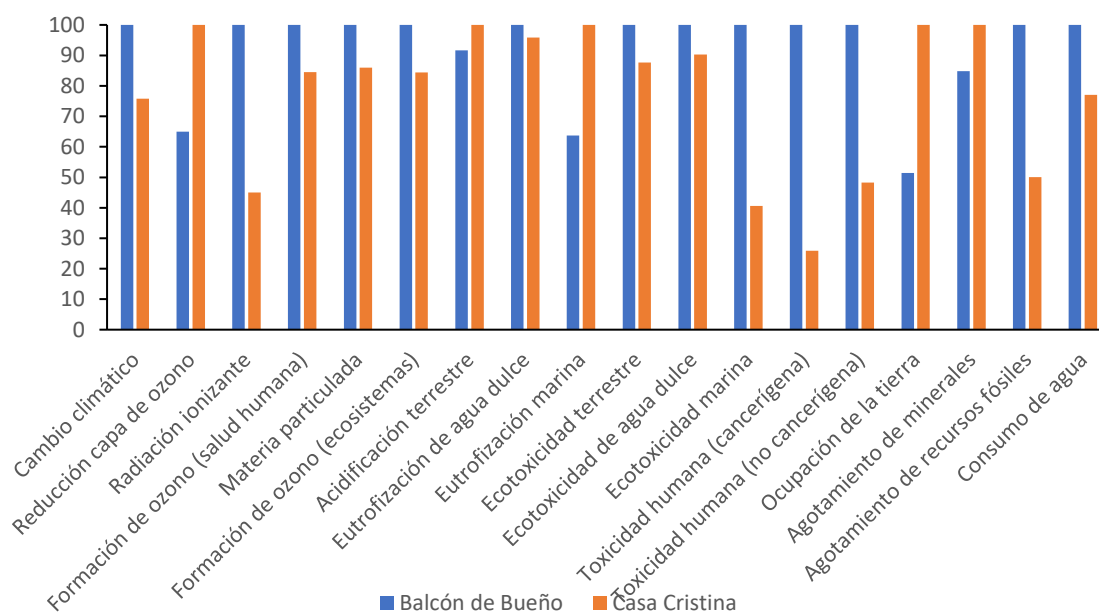


Figura 20: Comparación de caracterización de los impactos ambientales asociados a la producción de un 1 kg de menú servido en el “Balcón de Bueño” y en “Casa Cristina”

En ambas casas de comida se utilizan grandes cantidades de materias primas para la elaboración de sus menús servidos. Haciendo una comparativa de las materias primas en cada uno de los establecimientos se puede ver (Figura 21) que en “Casa Cristina” hacen un mayor uso de materias primas que en el “Balcón de Bueño”.

Sin embargo, en el “Balcón de Bueño” hacen un uso notable de carne de ternera, venado, cerdo y cordero, mientras que en “Casa Cristina” hacen un uso mayoritario de pollo (carne blanca) para la elaboración de su menú. Según estudios realizados, el mayor problema que se deriva del consumo de carne es que las vacas/terneros son los que mayores impactos ambientales generan, especialmente en la categoría de calentamiento global, en concreto Fiala (2007) indica que solo las emisiones de metano equivalen a liberar a la atmósfera entre 1,6 y 3 kg de CO₂ por cada 450 g de carne de vacuno producida. Razón por la cual, las materias primas del “Balcón de Bueño” al hacer un mayor uso de este tipo de carnes, influyen significativamente en los impactos ambientales de las diferentes categorías mencionadas.

Por otro lado, “Casa Cristina” hace un mayor uso de vegetales y legumbres que en “El Balcón de Bueño” para la elaboración del pote asturiano, de la fabada asturiana y de las fabas con almejas, siendo éstos algunos de los primeros platos de su menú único.

En cuanto al consumo energético, ambas casas de comidas utilizan gas natural para cocinar, son fuentes de energía no renovables que impactan significativamente al medio ambiente. “El Balcón de Bueño” cuenta además con un mayor consumo energético debido a la utilización de nuevas tecnologías y electrodomésticos que los que puedan utilizar en “Casa Cristina”. Asimismo, los residuos no reciclables son menores en “Casa Cristina” ya que no se genera la misma cantidad de residuos en ambas casas.

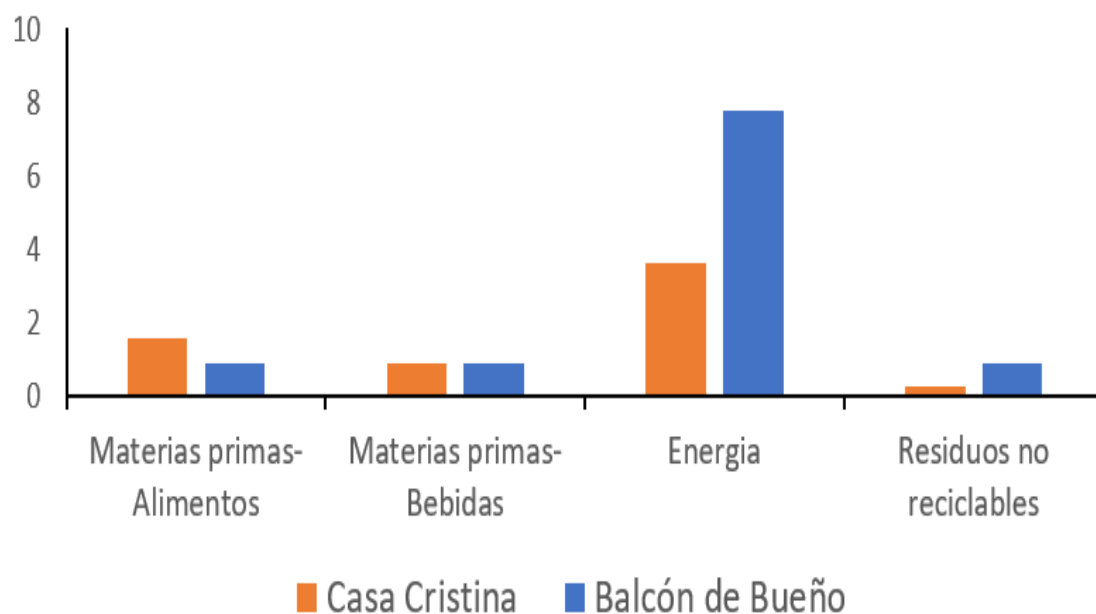


Figura 21: Comparación entradas inventario por mes en "El Balcón de Bueño" y "Casa Cristina"

4. Conclusiones

Según los resultados obtenidos del Análisis de Ciclo de Vida realizado para evaluar los impactos ambientales de un menú servido en la casa de comidas actualizada “El Balcón de Bueño”, se puede concluir que el subsistema del consumo de materias primas es el que genera mayores impactos ambientales. Este subsistema está presente en las 18 categorías estudiadas, contribuyendo en mayor medida en la reducción de la capa de ozono con un 97%. El consumo eléctrico constituye el segundo subsistema con mayor impacto, seguido de los productos de limpieza empleados. Asimismo, las materias primas y el consumo eléctrico también son los principales responsables de la Huella de Carbono asociada al menú.

Por tanto, una de las alternativas que podría implementarse para reducir los impactos ambientales asociados al sector de la restauración sería optar por un cambio en los menús, utilizando más carne blanca en lugar de carne roja o más productos vegetales, asimismo también se podría reducir la cantidad servida por menú.

Otro factor importante es el consumo eléctrico necesario para la iluminación del lugar, la utilización de máquinas de climatización y los electrodomésticos, que son parte fundamental en el restaurante.

Afortunadamente, existen varias acciones que se pueden tomar para reducir el impacto ambiental de los electrodomésticos. Se puede optar por dispositivos más eficientes en energía, fabricados con materiales reciclados y deshacerse de ellos de manera adecuada al final de su vida útil.

Conocer el impacto medioambiental de los productos del sector de la restauración mediante el uso del ACV es esencial para una industria de la restauración sostenible y una gastronomía respetuosa con el medio ambiente.

5. Bibliografía

- Romero, B. I. (2003). «El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental Gestión Ambiental». Boletín IIE, 91–97.
- Chacón, J.R. (2008) «Historia ampliada y comentada del análisis de ciclo de vida (ACV), con una bibliografía selecta». Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería nº72, (pp. 37-70), 2008.
- Costa, V. y Bexiga, E. (2023). « Food portion adequacy and its carbon footprint: case study from a traditional Portuguese restaurant» International Journal of gastronomy and Food Science, Volume 31, March 2023
- Feijoo, G. y Moreira, M.T. (2020). «Análisis de ciclo de vida y huella de carbono». Casos prácticos. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- Espíndola, C. y Valderrama, J.O. (2012). «Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas». Información Tecnológica. Vol. 23, (pp. 163-176), 2012.
- Poyuelo Arilla et al., (2017). «La opinión global de los maîtres sobre el dinescape y la fidelidad del comensal en los restaurantes de Zaragoza»: análisis sociológico y propuestas de mejora. Tesis-Univ. Zaragoza, Ciencias Agrarias y del Medio Natural.
- Iranzo, J. (2022). «El sector de la restauración en España: Dueños de su destino» Analistas de Armadata Asesores S.L.
- Melo, M. F. (2022). «La huella de carbono de los alimentos». Statista. URL: <https://es.statista.com/grafico/28549/emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-por-kilogramo-de-alimentos-y-bebidas-seleccionados/>.(consultado el 29 de mayo 2024).
- (N.d.-d). Sepe.Es. Retrieved July 17, 2024, from <https://www.sepe.es/dctm/informes:09019afa8000f0ab/RElTRVdFQg==/4140-1.pdf>. (consultado 29 mayo 2024).

El sector de la restauración en España - Datos estadísticos. (n.d.). Statista. Retrieved July 17, 2024, from <https://es.statista.com/temas/6557/la-restauracion-en-espana/>.(Consultado 29 de mayo 2024).

MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) (2024a). URL: https://www.mapa.gob.es/estadistica/pags/anuario/2014/AE_2014_11_Metodologia.pdf (consultado 29 de mayo de 2024).

Our World In Data, (2024). URL: <https://ourworldindata.org/> (Consultado 29/06/2024)

MAPFRE, (2022). «Consumir verduras y frutas de temporada ayuda a reducir nuestra huella de carbono».URL: <https://www.mapfre.com/actualidad/sostenibilidad/consumir-verduras-frutas-temporada-reduce-huella-carbono/>. (Consultado 26 de mayo de 2024).

TECPA, 2022. «Ingeniería y Medioambiente». URL: <https://www.tecpa.es/> . (Consultado 4 de julio 2024).

Figuerola, M.; Sánchez, M. y Herranz, J. L. (2017). «Los sectores de la hostelería. 2016-2017». Madrid: FEHR (Federación Española de Hostelería).

Gavilán,M.; Muniesa, J.et al., (2008). «Asociación de restaurantes sostenibles».URL: <https://www.gastronomiaycia.com/asociacion-de-restaurantes-sostenibles-sra/>. (Consultado 29 de mayo de 2024).

Pousa,2007. «Introducción a las herramientas de gestión ambiental». URL:http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46750/Documento_completo_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (Consultado 4 de julio 2024).

MITMS, 2024. «Ministerio de Transportes Marítimos y Sostenibilidad». URL: <https://www.transportes.gob.es/ministerio>. (Consultado 4 de julio 2024).

MITECO, 2024. «Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico». URL:<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental.html>. (Consultado 4 de julio 2024).

Cámara de comercio, 2024. «Ecodiseño: Diseño de productos – Servicios sostenibles». URL:<https://www.camara.es/innovacion-y-competitividad/como-innovar/disenosostenible>. (Consultado 4 de julio 2024).

- OECD, 2024. «Organization for Economic Co-operation and Development». URL: <https://www.oecd.org/en.html>. (Consultado 4 de julio 2024).
- Díez Sanz, D. (2017). «Huella de Carbono de la bicicleta eléctrica. Modelización del ciclo de vida con datos primarios y adaptación a BiciMAD. ETSI Caminos, Canales y Puertos». Universidad Politécnica de Madrid.
- Huijbregts, M. A. J., Steinmann, Z. J. N., Elshout, P. M. F., Stam, G., Verones, F., Vieira, M. D. M., Hollander, A., Zijp, M., & van Zelm, R. (2017). « ReCiPe 2016 v1.1: a harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level» (pp. 127–132).
- European Environment Agency, 2024. « Indicators ».URL: https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators#c5=&c7=all&c0=10&b_start=0. (Consultado el 5 de julio 2024).
- Frohmann, A., Herreros, S., Mulder, N., & Olmos, X. (2019). «Huella de carbono y exportaciones de alimentos, guía práctica».
- Ranganathan, J., Moorcroft, D., Koch, J., & Bhatia, P. (2006). «Protocolo de Gases Efecto Invernadero, Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte».
- Repsol global, 2024. «Todo sobre la huella de carbono». URL: ¿Qué es la huella de carbono y por qué es importante? | Repsol. (consultado el 7 julio de 2024).
- Lévesque, J., Perreault, V., Mikhaylin, S. (2024). «Eco-efficiency as a prioritization tool in the reduction of food waste in restaurants. Science of The Total Environment 927, 171515».URL;<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171515>.(consultado 8 de julio de 2024).
- Puyuelo Arilla, J.M., Montañés Biñana, J., Garmendia Otegui, J.M., Sanasgustín Fons, M.V. (2017). «Introducción a la historia de bares y restaurantes». Ed. Cofradía Vasca de Gastronomía.
- Ayala, L., Laparra, M. y Rodríguez, G. (coords.) (2022). «Evolución de la cohesión social y consecuencias de la COVID-19 en España». Serie: Colección de Estudios n. 50, Madrid, Fundación FOESSA, Cáritas Española Editores.

- Fernando R. Quesada Rettschlag, (2017). «Blog el origen de los restaurantes». URL: <https://www.frquesada.com/el-origen-de-los-restaurantes/> .(consultado el 10 julio 2024)
- La Nueva España, 2024. «El sector de la restauración en España». URL: <https://armanext.com/wp-content/uploads/2022/09/La-Restauracio%CC%81n-en-Espan%CC%83a.pdf> . (Consultado el 10 julio 2024)
- MAPA, (2024b). «Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación». URL: <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo-razas/> (consultado el 10 de julio 2024)
- Drew, K.R. 1985. «Meat production from farmed deer. Biology of Deer Production». Bol.22, pp. 285-290.
- Garriz, C., J. Isequilla, B. Ludden, C. Medrano, M. Zamora y M. Galliner. 1987. «Ciervo colorado (cervus elaphus): Evaluación de la res y rendimiento carnicero de cortes comerciales». Boletín bimestral del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de La Pampa. F/J - XII - 3.1 - 3.40.
- Venta de huevos en Bilbao. (n.d.). Huevosgranjahima.es. Retrieved July 17, 2024, URL: <https://www.huevosgranjahima.es/noticias/clasificacion-del-huevo-segun-su-peso-en-la-union-europea>(consultado el 9 de julio 2024)
- Pszczółkowski, P., & Ceppi de Lecco, C. (2011). «Manual de Vinificación: Guía práctica para la elaboración de vinos» (1st ed.). Ediciones Universidad Católica de Chile. URL:https://www.researchgate.net/publication/259284987_Manual_de_Vinificacion_Guia_practica_para_la_elaboracion_de_vino. (consultado el 9 de julio 2024)
- Hellow. (2021). «Un gin tonic light ¿es posible? » - Hellow - The future of spirits. Hellow Spirits.URL:<https://hellowspirits.com/blog/2021/07/02/un-gin-tonic-light-es-posible/>. (consultado el 9 de julio 2024)
- Valverde, M. (2021). «¿Qué son los tensioactivos no iónicos y cuáles son sus aplicaciones industriales?» ZS España; Zschimmer & Schwarz España. <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-son-los-tensioactivos-no->

ionicos-y-cuales-son-sus-aplicaciones-industriales/. (consultado el 10 de julio 2024)

Detergentes. (s/f). Ge-iic.com. Recuperado el 16 de julio de 2024, URL: <https://www.ge-iic.com/fichas-tecnicas/detergentes/> (Consultado el 10 de julio de 2024)

MITECO,2024. «Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico». Recuperado el 16 de julio de 2024, URL: [https://www.miteco.gob.es/es/energia/hidrocarburos-nuevos combustibles/glp.html](https://www.miteco.gob.es/es/energia/hidrocarburos-nuevos-combustibles/glp.html)

Rivas, J. (2022). «Densidad del agua». URL:<https://escasezdeagua.com/densidad-del-agua/>. (Consultado 10 julio 2024)

Mangas J.J (1992). «Maduración de la manzana y tecnología de elaboración de zumos y sidras». Tesis Doctoral, departamento de Química-Física y Analítica. Universidad de Oviedo.

García, L.A., 2013. «Biotecnología de la producción de Cerveza», Universidad de Oviedo. 2013

Vicente, G.C., 2018. «Revista investigación Química» Asociación de Químicos de Castilla y León,

Rodríguez García, D. (2019). «Diseño de bodega de vermut con una producción de 300.000 litros/año en la región del Penedés en Els Garidells (Tarragona)». Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Daniel,R.G. (2019). «Diseño de bodega de Vermut con una producción de 300.000 litros/año en la región del Penedés (Tarragona)»

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019). «Agricultura, Pesca y Alimentación»

(N.d.-c). Gob.Es. Retrieved July 17, 2024, from https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemision_tcm30-479095.pdf (Consultado el 2 de julio 2024)

- Ministerio para la Transición Ecológica. (2019). «Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización»
- Bob Rosier y Sandra Carbó (2021). «El impacto ambiental de la carne es innegable». URL:https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/impacto-ambiental-carne-es-innegable_17128. (Consultado 12 de julio de 2024)
- Fiala, N. 2007. «Meeting the demand: an estimation of potential future greenhouse gas emissions from meat production »
- Fiala, N. 2009. «Alimentación y Efecto Invernadero. Investigación y Ciencia, 76-80»
- Costa, V., & Bexiga, E. (2023). «Food portion adequacy and its carbon footprint: Case study from a traditional Portuguese restaurant». *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 31(100663), 100663. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100663>
- Cambeses-Franco, C., González-García, S., Calvo-Malvar, M., Benítez-Estévez, A. J., Leis, R., Sánchez-Castro, J., Gude, F., Feijoo, G., & Moreira, M. T. (2023). «A clustering approach to analyse the environmental and energetic impacts of Atlantic recipes - A Galician gastronomy case study. *Journal of Cleaner Production*», 383(135360) URL:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135360>

6. Anexo: valoración económica

En el análisis económico que se muestra a continuación, se desglosan los costes que llevaría asociados la realización del proyecto. Para llevar a cabo el Análisis de Ciclo de Vida se necesita el trabajo de un Ingeniero Químico Industrial especializado en Ingeniería Ambiental, considerando una tarifa de 35 €/h. Además, se tienen en cuenta los costes generales (5%) y la renovación anual de la licencia del software SimaPro que asciende a 1130,30 € + IVA (1367,30 €). Por último, se determinan los costes indirectos derivados del desplazamiento a “El Balcón de Bueño” para la recogida de datos. Asimismo, se supone un 8% de beneficio.

En la *Tabla 17*, se recoge el desglose de los costes vinculados a la elaboración del presente estudio.

Tabla 17: Costes derivados de la elaboración del proyecto

Tipo de coste	Descripción	Precio	Cantidad	Uds.	Total
Coste de personal	salario	35 €/h	280	h	9800
Licencia SimaPro	Renovación anual	113,94 €/mes	3	mes	341,82
Costes indirectos	Desplazamientos desde la EPIG a "El Balcón de Bueño"	0,26€/km	75,2	km	19,55
SUMA					10161,37
Costes Generales (5%)					508,1
Beneficio (8%)					812,83
TOTAL					11.482,30 € + IVA