

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



***Trabajo Fin de Grado***

**Análisis de ciclo de vida de alojamientos  
turísticos: aplicación a un albergue del  
Camino de Santiago**  
(Life cycle Assessment of tourist  
accommodation: application to a hostel on the  
Camino de Santiago)

Para acceder al Título de

***Graduado/a en Ingeniería Química***

Autor: Laura Martínez Marcos

<b>TÍTULO</b>	Análisis de ciclo de vida de alojamientos turísticos: aplicación a un albergue del camino de Santiago		
<b>AUTOR</b>	Laura Martínez Marcos		
<b>DIRECTOR/CODIRECTOR</b>	María Margallo Blanco/ Cristina Campos Herrero		
<b>TITULACIÓN</b>	INGENIERÍA QUÍMICA	<b>FECHA</b>	22/02/2022

### **PALABRAS CLAVE**

Análisis de ciclo de vida (ACV), Huella de carbono (HC), sostenibilidad medioambiental, Camino de Santiago, albergue.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El turismo es un sector cada vez más potente a nivel mundial. Sin embargo, también contribuye notablemente a las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI). Concretamente, el turismo religioso y las rutas de peregrinación se encuentran actualmente en continuo crecimiento acogiendo aproximadamente a 300 millones de personas al año (ElHanandeh et al. 2013). Por esta razón, resulta necesario evaluar el impacto ambiental asociado a este tipo de turismo. Los estudios ambientales se centran en hoteles y apartamentos, mientras que los alojamientos típicos del turismo religioso, como los albergues, no suelen ser estudio de interés. Este trabajo tiene por objetivo analizar los impactos medioambientales de un albergue en el que se alojan los peregrinos del Camino de Santiago. Para analizar el impacto medioambiental y los puntos críticos de este albergue se ha empleado la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y en concreto el indicador de huella de carbono (HC), incluyendo el alcance 1 (emisiones directas) y las emisiones indirectas de los alcances 2 (consumo de electricidad) y 3 (procesos aguas arriba (materias primas) y aguas abajo (gestión de residuos)). Se consideró un enfoque “*de la cuna a la tumba*” tomando como unidad funcional del sistema “peregrino día”. El estudio incluyó el alojamiento, las comidas realizadas por el peregrino a lo largo de la ruta de peregrinación y la gestión final de los residuos generados por los peregrinos en el albergue.

### **RESULTADOS**

La HC total del sistema (alcance 1, 2 y 3) fue de 7,34 kg CO<sub>2</sub> eq./UF, donde el alcance 3 supuso el 71,56 % del impacto total (5,26 kg CO<sub>2</sub> eq./UF) (Figura 1). En concreto, la cena (alcance 3) y el consumo de electricidad (alcance 2) fueron las etapas con mayor HC con 1,81 kg CO<sub>2</sub> eq./UF y 1,07 kg CO<sub>2</sub> eq./UF, respectivamente.

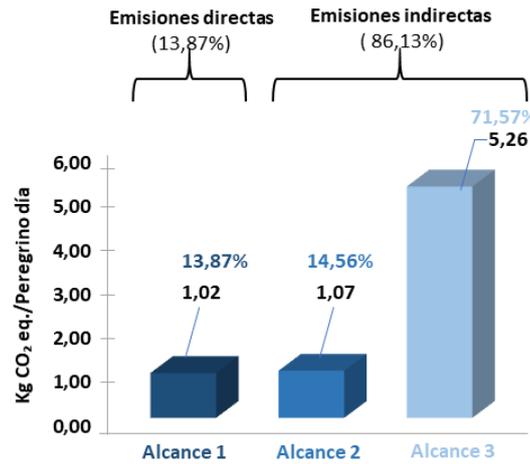


Figura 1. Huella de carbono en Kg CO<sub>2</sub> eq./UF y contribución en % según el alcance.

Para completar el estudio, se llevó a cabo un análisis de diferentes alternativas al menú de la cena para así disminuir su HC. Se comprobó que al sustituir la carne roja por el pescado se disminuía la HC del sistema a 6,91 kg CO<sub>2</sub> eq./UF. También se comparó la HC del albergue del caso base con otro albergue de peregrinación de similares características, donde se comprobó que en ambos casos era la cena la etapa que más impacto tenía. Finalmente, se analizaron las HC de otros alojamientos turísticos, un hotel y un Airbnb, y se obtuvo que el hotel presentaba una HC mucho mayor que la de los otros dos establecimientos. Se consideró que el Airbnb y el albergue eran alojamientos más sostenibles medioambientalmente.

### CONCLUSIONES

Este trabajo presenta uno de los primeros estudios centrados en evaluar el impacto ambiental del turismo religioso en España. La HC del sistema estudiado fue de 7,34 kg CO<sub>2</sub> eq./UF, provocado principalmente por el consumo de alimentos en la cena del peregrino y por el consumo de electricidad en el albergue. Para disminuir el impacto de estas etapas se propuso el cambio de la carne roja por pescado en el menú de la cena y la instalación de paneles solares para reducir el impacto del alcance 2. En cuanto a la forma de tratar los residuos, se ha demostrado que, el reciclaje es la mejor alternativa, ya que su HC es baja respecto al resto de tratamientos.

La metodología propuesta en este TFG sienta las bases para poderse aplicar posteriormente en alojamientos similares y en otras rutas de peregrinaje.

### BIBLIOGRAFÍA

El Hanandeh, A. (2013) "Quantifying the carbon footprint of religious tourism: The case of Hajj," Journal of Cleaner Production, 52, pp. 53–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.009>

<b>TÍTULO</b>	Life Cycle Assessment of tourist accommodation: application to a hostel on the Camino de Santiago		
<b>AUTOR</b>	Laura Martínez Marcos		
<b>DIRECTOR/CODIRECTOR</b>	María Margallo Blanco/ Cristina Campos Herrero		
<b>TITULACIÓN</b>	CHEMICAL ENGINEERING	<b>FECHA</b>	22/02/2022

### KEYWORDS

Life Cycle Assessment (LCA), Carbon Footprint (CF), environmental sustainability, Camino de Santiago, hostel.

### SCOPE

Tourism is an increasingly powerful sectors worldwide. Nevertheless, it also contributes significantly to global greenhouse gas emissions (GHG). Specifically, religious tourism and pilgrimage routes are currently in continuous growth, welcoming approximately 300 million people each year (ElHanandeh et al. 2013). For this reason, it is necessary to assess the environmental impact associated with this religious tourism. Current studies base on the study on the environmental impact of tourism are focused on accommodation, such as hotels and apartments, while the typical accommodations of religious tourism (hostels) are not usually studies. The main goal of this work is to analyze the environmental impacts of a hostel where pilgrims stay on the Camino de Santiago. To assess the environmental impact and the hotspots of this hostel, the Life Cycle Analysis (LCA) methodology has been used and specifically the carbon footprint indicator (CF), including scope 1 (direct emissions) and indirect emissions of scopes 2 (electricity consumption) and 3 (upstream processes (raw materials) and downstream (waste management)). The study considers a “cradle to grave” approach and as a functional unit “pilgrim day”. The study included accommodation, meals along the pilgrimage route and the final management of the waste generated for the pilgrims in the hostel.

### RESULTS

The total CF of the hostel (scope 1, 2 and 3) was 7.34 kg CO<sub>2</sub> eq./FU, where scope 3 accounted for 71.56% of this impact (5.26 kg CO<sub>2</sub> eq./FU) (Figure 1). Specifically, dinner (scope 3) and electricity consumption (scope 2) were the stages with the highest CF, with 1.81 kg CO<sub>2</sub> eq./UF and 1.07 kg CO<sub>2</sub> eq./UF, respectively.

In order to enhance the study, an scenario analysis was conducted so as to propose alternatives to the dinner menu and thus reduce its CF.

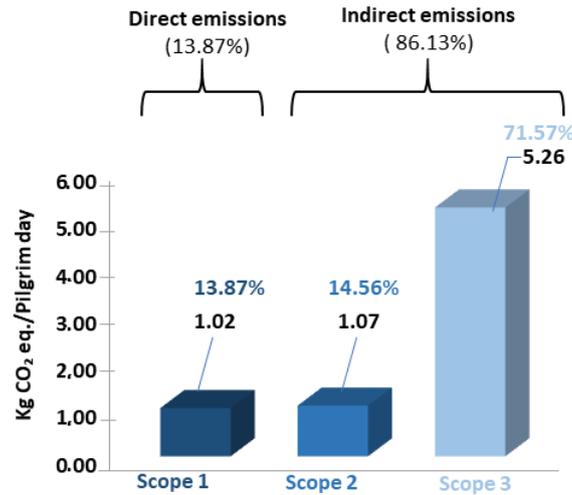


Figure 1. Carbon footprint in “kg CO<sub>2</sub> eq./UF” and contribution in % according to scope.

It was found that replacing red meat for fish decreased the CF of the system to 6.91kg CO<sub>2</sub> eq./UF. The CF of the hostel of the case of study was also compared with another pilgrimage hostel with similar characteristics. In both cases dinner was the stage that had the major environmental impact. At last, the CF of other tourist accommodations, such as a hotel and an Airbnb, were analyzed and it was observed that the hotel presented a higher CF than the other two establishments. The Airbnb and the hostel were considered more sustainable accommodations .

## CONCLUSIONS

This work presents one of the first studies focused on evaluating the environmental impact of religious tourism in Spain. The CF of the system was 7.34 kg CO<sub>2</sub> eq./UF, caused by the c pilgrim’s dinner and by the consumption of electricity in the hostel. To reduce the impact, it was proposed to replace red meat with fish on the dinner and install solar panels to reduce the impact of scope 2. Regarding waste treatment, recycling is the best alternative in comparison with the rest of the treatments. The methodology proposed lays the foundations to be able to apply it later in similar accommodation and in other pilgrimage routes.

## REFERENCES

El Hanandeh, A. (2013) “Quantifying the carbon footprint of religious tourism: The case of Hajj,” Journal of Cleaner Production, 52, pp. 53–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.009>

## Índice

1.Introducción .....	1
1.1. Datos del sector del turismo .....	1
1.2. Tipos de turismo: el turismo religioso .....	3
1.2.1. El Camino de Santiago .....	6
1.3. Impactos ambientales de los alojamientos turísticos .....	8
1.4 Análisis de ciclo de vida (ACV) .....	9
1.6. Huella de Carbono (HC) .....	11
1.7. Objetivos.....	13
2. Metodología .....	14
2.1. Objetivo y alcance .....	14
2.1.1. Unidad funcional (UF) del sistema .....	14
2.1.2 Descripción del sistema .....	15
2.1.3 Hipótesis del estudio .....	17
2.2 Inventario de ciclo de vida (ICV) .....	17
2.3 Evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV) .....	20
3. Resultados .....	21
3.1 Huella de carbono del albergue de Güemes .....	21
3.2. Análisis de las diferentes opciones de menú .....	25
3.3 Comparativa de la HC del albergue con un albergue del Camino Lebaniego .....	26
3.4 Comparativa de la HC del albergue del caso de estudio con otros alojamientos turísticos .....	29
4. Conclusiones .....	34
5. Referencias .....	36

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Datos del PIB (en millones de euros y en porcentaje) de España por sectores en 2019 (Cesae 2019. ....	2
<b>Figura 2.</b> Medio de transporte utilizado por los viajeros, a nivel internacional, durante el 2019 (UNWTO-OMT). ....	4
<b>Figura 3.</b> Motivos de viaje a nivel mundial durante el 2019 (UNWTO-OMT). ....	5
<b>Figura 4.</b> Mapa con las diez variaciones de rutas del Camino de Santiago. ....	6
<b>Figura 5.</b> Mapa con la ruta del camino de Santiago (Camino del Norte) con las etapas y las comunidades que atraviesa y localización del albergue de Güemes.....	7
<b>Figura 6.</b> Etapas que comprenden los diferentes alcances de un ACV. ....	9
<b>Figura 7.</b> Fases de la metodología ACV (ISO 14040). ....	11
<b>Figura 8.</b> Alcance de la huella de carbono corporativa. ....	12
<b>Figura 9.</b> Diagrama de flujo con las entradas y salidas del albergue de Güemes. ....	16
<b>Figura 10.</b> Huella de carbono en Kg CO <sub>2</sub> eq./UF y contribución en % para cada alcance, diferenciando los procesos upstream y downstream. ....	21
<b>Figura 11.</b> Contribución de las diferentes posibles fuentes de emisión en la huella de carbono total (Kg CO <sub>2</sub> eq./UF). ....	22
<b>Figura 12.</b> Impacto en Kg CO <sub>2</sub> eq./UF según los diferentes tratamientos de los residuos. ....	24
<b>Figura 13.</b> Huella de carbono en (Kg CO <sub>2</sub> eq./UF) de cada menú alternativo propuesto para la cena. ....	25
<b>Figura 14.</b> Comparativa de la HC de las cenas del albergue del Camino de Santiago y el Camino Lebaniego. ....	29
<b>Figura 15.</b> Comparativa de la HC en unidades de “kg CO <sub>2</sub> eq./UF” entre el albergue del Camino de Santiago y un hotel de 4 estrellas y un Airbnb.....	32

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Viajeros internacionales por continentes (OMT 2019). ....	1
<b>Tabla 2.</b> Valor de los datos correspondientes a las entradas y salidas por UF. ....	19
<b>Tabla 3.</b> Instalaciones o servicios incluidos en cada uno de los alojamientos presentados. ....	31

## 1.Introducción

### 1.1. Datos del sector del turismo

Actualmente, el turismo es considerado una de las actividades económicas más grandes e importantes a nivel mundial, ya que representa el 15% del Producto Interior Bruto (PIB) mundial y genera uno de cada diez puestos de trabajo en todo el mundo (Consejo Mundial de Viajes y Turismo 2019). Esta contribución al PIB se preveía, antes del COVID-19, con un crecimiento anual del 4% (Lenzen et al. 2018). Como resultado de este crecimiento, en 2018, Europa concentró el 51% de las llegadas internacionales del mundo, representando 710 millones de turistas y casi el 40% de los ingresos por turismo internacional (570 millones de dólares) (OMT 2019). Por el contrario, África recibió tan solo 67 millones de viajeros y Oriente Medio, 60 millones de viajeros generando un total de 38.000 y 73.000 millones de USD de ingresos, respectivamente (Tabla 1).

*Tabla 1. Viajeros internacionales por continentes (OMT 2019).*

Continente	Millones de viajeros	Millones de USD
1. Europa	710	570.000
2. Asia y el Pacífico	348	435.000
3. América	216	334.000
4. África	67	38.000
5. Oriente Medio	60	73.000

A nivel europeo, Italia y Francia concentraron el 35,7% del total de turistas en la Unión Europea (UE), seguidos de España y Alemania con 3,6 millones de turistas cada uno durante el año 2019. De hecho, España fue el destino preferido por los turistas internacionales pasando en el país 299 millones de noches (Eurostat 2021b). El país recibió 83 millones de visitantes en 2019 (OMT 2019), concentrados principalmente en Canarias, Islas Baleares y Cataluña (Eurostat 2021b). Según el Consejo Mundial de Viajes y Turismo, el sector turístico representó en España el 15% del PIB total, seguido de la construcción (14%), la sanidad y el comercio (12%), por lo que se demuestra la gran importancia de este sector (Figura 1).

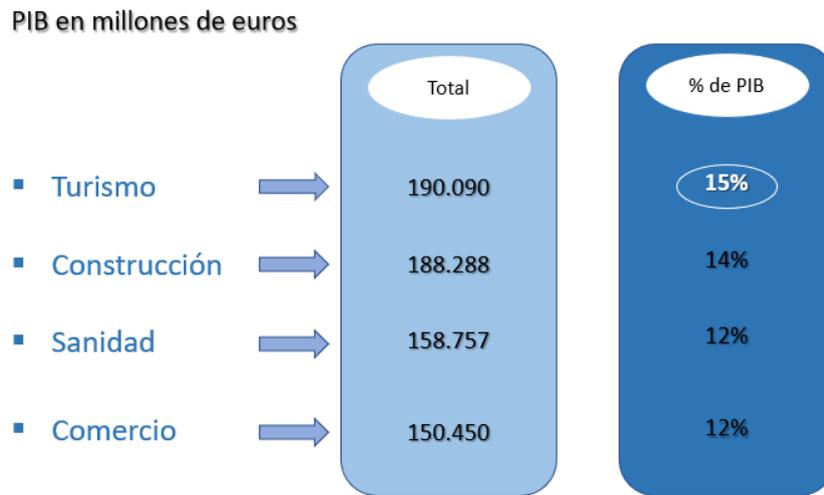


Figura 1. Datos del PIB (en millones de euros y en porcentaje) de España por sectores en 2019 (Cesae 2019).

A nivel europeo, los 3 países más visitados de Europa durante el 2018 fueron Francia con 89.400 viajeros, España con 82.808 viajeros y en tercera posición, Italia con 61.567 viajeros (OMT 2018). Dentro de los 20 países más visitados a nivel mundial en 2019, Francia se encontraba en primera posición con 89.400 viajeros internacionales, seguido de España con 83.509 viajeros internacionales (Enterat 2021) y Estados Unidos con 73.256 viajeros (OMT 2019). En este ranking también se encontraron otros países como China, Italia, Turquía y Alemania. En 2019, España fue de los países más visitados ya que recibió 83.509 viajeros durante ese año (OMT 2019). El hecho de que España se encuentre entre los 3 países europeos más visitados genera una serie de beneficios que contribuyen, a la mejora de la economía del destino turístico, a la creación de empleo y a la exportación de productos locales. Sin embargo, uno de los inconvenientes más importantes que presenta el turismo, es la degradación y pérdida del patrimonio del territorio, así como el impacto negativo ocasionado sobre el medio ambiente. Por consiguiente, debido el alto crecimiento del sector en estos últimos años y la gran importancia que tiene para la sociedad, resulta indispensable el estudio de los efectos negativos del turismo sobre el medio ambiente.

Desde un punto de vista medioambiental, el sector turístico es considerado la quinta fuente de contaminación más grande del mundo (ElHanandeh et al. 2013). A pesar de la crisis sanitaria, el turismo sigue siendo uno de los motores socioeconómicos más

importantes (Mason 2020). Sin embargo, las actividades turísticas son responsables de una parte importante de las emisiones mundiales de GEI, alrededor del 8% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>. De hecho, entre los años 2009 y 2013, la huella de carbono (HC) global del turismo aumentó de 3,9 a 4,5 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente/año, siendo el transporte, las compras y la comida los principales contribuyentes del sector (Lenzen et al. 2018). Además, se estima que para 2035 las emisiones del turismo serán más del doble (OMT 2008). Por lo tanto, la necesidad de convertir el turismo en un sector más sostenible sigue siendo esencial para que alcanzar los objetivos internacionales de acción climática.

## **1.2. Tipos de turismo: el turismo religioso**

El sector turístico engloba todas aquellas actividades que permiten conocer o disfrutar de regiones o lugares diferentes al lugar de residencia (Bembibre 2022). Además, hay muchas actividades turísticas que se basan en la demanda geográfica y turística, el destino del viaje, el modo de transporte o el medio de alojamiento (Tureac 2008).

Según datos de la Organización Mundial del Turismo (OMT), en el año 2018, a nivel mundial, el avión fue el medio de transporte más empleado por los turistas (57%) seguido del transporte por carretera con el 37%. El transporte marítimo y por ferrocarril fueron los menos utilizados con un 4% y 2% respectivamente (OMT 2018). En 2019, esta tendencia se mantuvo, creciendo el porcentaje de turistas que emplearon el avión (59%) y el transporte marítimo (5%) y decreciendo el transporte de carretera un 2% y el de ferrocarril un 1% respecto del año 2018 (OMT 2019). Los años 2020 y 2021 no fueron representativos para poder estudiar la preferencia del medio de transporte debido a la crisis sanitaria. En la Figura 2 pueden observarse los porcentajes de los medios de transporte empleados en el año 2019.

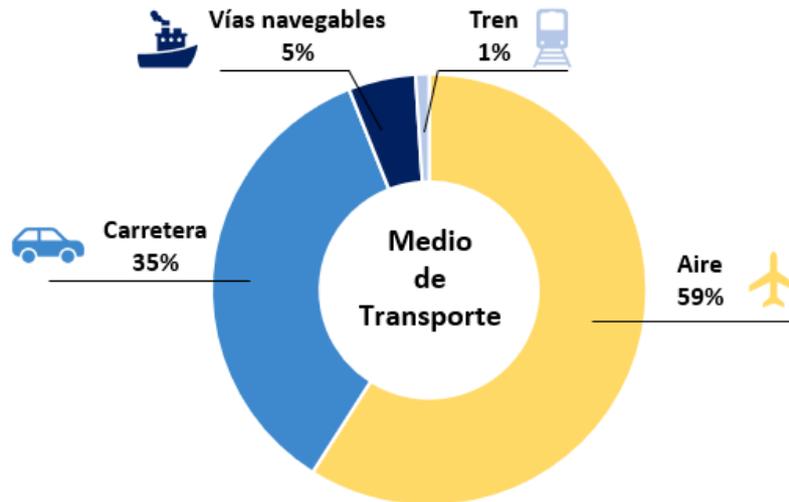


Figura 2. Medio de transporte utilizado por los viajeros, a nivel internacional, durante el 2019 (UNWTO-OMT).

Por otro lado, pueden encontrarse diferentes tipos de turismo según la intención del turista, como el turismo de ocio (vacaciones), el turismo y la recreación al cuidado de la salud, el turismo de visita, de tránsito, el turismo de distancia reducida, el turismo por motivos de trabajo y el turismo religioso (Tureac 2008). Tal y como puede observarse en la Figura 3, a nivel mundial el principal motivo de viaje es el ocio o vacaciones (56%), seguido por las visitas a familiares y amigos, motivos de salud o religiosos (27%). El tercer motivo más predominante, con un 13%, es el debido a negocios o motivos profesionales y un 4% se debía a otras causas (OMT 2018). Posteriormente, en 2019, las preferencias se mantuvieron con la misma tendencia. En primer lugar, el porcentaje de turistas que eligió el ocio como motivo de viaje descendió tan solo un 1% respecto del año anterior, representando el 55%. Seguidamente, las visitas de familiares y amigos, motivos de salud o religiosos ascendió un 1% respecto del 2018, alcanzando un 28%. En tercer lugar, se mantuvo con el 11% los viajes por negocios y el 6% no fueron especificados (OMT 2019). De igual forma que para el estudio del medio de transporte, los años 2020 y 2021 no fueron estudiados debido a la situación vivida por la pandemia.

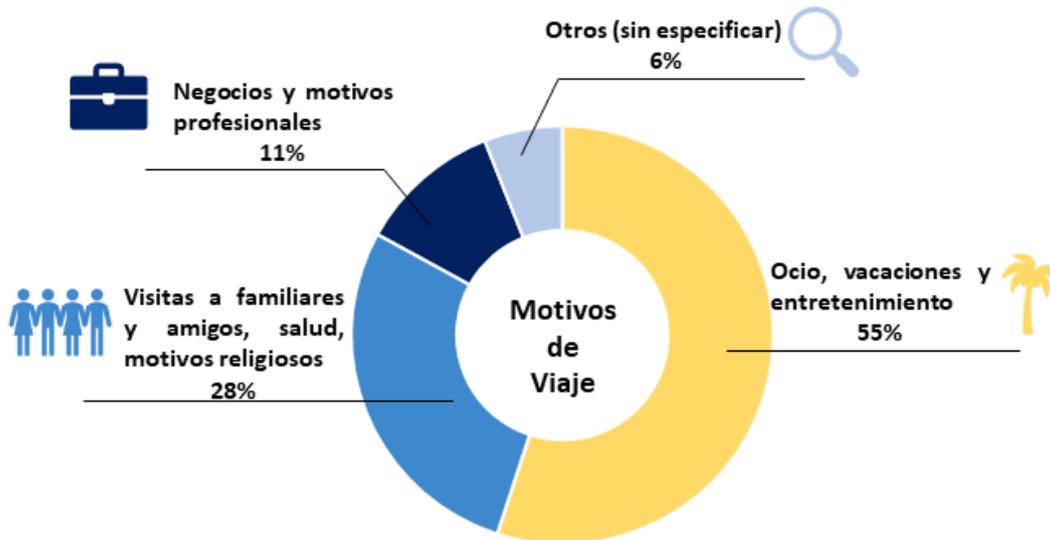


Figura 3. Motivos de viaje a nivel mundial durante el 2019 (UNWTO-OMT).

A pesar de que el turismo religioso no presenta el mayor porcentaje (28%) de los diferentes tipos de turismo (Figura 3), se trata de un sector de rápido crecimiento que cada vez acoge a un mayor número de turistas (ElHanandeh et al. 2013). El turismo religioso consiste en una forma de turismo motivado por la fe y la espiritualidad (Turismo religioso 2020) que según la Asociación Mundial de Turismo Religioso (AMTR), practican aproximadamente 300 millones de personas al año (Saltzman 2010). Aunque la actual crisis sanitaria ha provocado un descenso generalizado del turismo, se ha observado que el turismo de peregrinación religiosa ha aumentado, dado que los destinos rurales surgieron como la opción más atractiva tras el estallido del COVID-19 (marzo de 2020). Las zonas rurales eran una gran alternativa para los turistas que querían viajar manteniendo una distancia social. En resumen, las personas han cambiado sus preferencias por un turismo en masa y han optado por un turismo rural y de peregrinación más seguro, lo que sugiere una perspectiva positiva para el turismo religioso en 2021 (Ibañez de Aldecoa 2021).

Según McKelvie (2005), el turismo religioso incluye: las peregrinaciones, el turismo religioso propiamente dicho (visitar un lugar religioso porque es sagrado), viajar a un evento religioso y el turismo eclesiástico. En concreto, las peregrinaciones atraen a un número cada vez mayor de visitantes y están asociadas a diferentes religiones (Raj y Griffin 2015). Por ejemplo, a nivel mundial destacan destinos de peregrinación en Asia como La Meca (islamismo), Bodh Gaya (budismo), Muro de las Lamentaciones (judaísmo), Varanasi (hinduismo) o Jerusalén (cristianismo). En Europa destacan otros

destinos de peregrinación como Roma (cristianismo) y Santiago de Compostela (cristianismo), ruta más relevante cristiana en España (Camino de Santiago 2014). Adicionalmente, en el país pueden encontrarse diferentes rutas de peregrinación como el Camino Lebaniego (Cantabria), Caravaca de La Cruz (Murcia), La Santa Faz (Alicante), la Ruta Teresiana (Ávila) o el Camino Ignaciano (Gipuzkoa).

### 1.2.1. El Camino de Santiago

El Camino de Santiago es una ruta que nació en la Edad Media como resultado de la peregrinación católica hacia la catedral de Santiago de Compostela, donde se hallaba la cripta del apóstol Santiago. Es el camino más antiguo y concurrido con alrededor de 200.000 peregrinos al año (Kliwadenko 2017). Existen diez variaciones de rutas: Camino Francés, Camino de Fisterra Muxía, Camino del sudeste (Vía de la Plata), Camino Inglés, Camino Primitivo, Camino del Norte, Ruta del Mar de Arousa y río Ulla, Camino de Invierno, Camino Portugués y Camino Portugués de la Costa (Figura 4).

## Principales rutas del Camino de Santiago



Figura 4. Mapa con las diez variaciones de rutas del Camino de Santiago.

De las diez variantes, tres son consideradas Patrimonio de la Humanidad por la Unesco, entre ellas destaca el Camino del Norte. Este camino presenta una distancia total de 820 kilómetros, pasa por cuatro comunidades autónomas: País Vasco, Cantabria, Asturias y Galicia (Gronze, Camino del Norte) y atraviesa 133 poblaciones, teniendo como punto de partida Irún (Camino del Norte 2018). El Camino del Norte consta de 34 etapas con alrededor de 24 kilómetros cada una (Figura 5) (Camino del Norte 2020). Cada año, el número de peregrinos aumenta, ya que en 2009 fueron 9.183 peregrinos mientras que en 2017 esta cifra aumentó casi el doble hasta los 17.836 peregrinos (Gronze, Camino del Norte). Según los datos disponibles de 2019, fueron 347.578 los peregrinos que realizaron el Camino de Santiago, de los cuales 19.019 hicieron el Camino del Norte (Galiwonders 2019).



Figura 5. Mapa con la ruta del camino de Santiago (Camino del Norte) con las etapas y las comunidades que atraviesa y localización del albergue de Güemes.

Esta ruta de peregrinación, pasa por la comunidad de Cantabria y cuenta con pocos alojamientos para los peregrinos en esta región, entre los que destaca “La Cabaña del Abuelo Peuto”, más conocido como el albergue de Güemes (Kliwadenko 2017). Este albergue, servirá de caso de estudio para evaluar los impactos medioambientales

asociados a la estancia de un peregrino en este tipo de alojamiento, en la ruta de peregrinación del Camino de Santiago.

### **1.3. Impactos ambientales de los alojamientos turísticos**

A lo largo del tiempo, en la literatura se han publicado diversos artículos centrados en el estudio de los impactos ambientales de los alojamientos turísticos, como los hoteles. Entre ellos pueden encontrarse diferentes artículos como el de Rico et al. (2019), en el que cuantificaron las emisiones de CO<sub>2</sub> para un paquete de vacaciones en Barcelona. Los sistemas que se tuvieron en cuenta fueron: transporte utilizado y el tipo de alojamiento (hoteles, apartamento, etc.), así como las diferentes actividades realizadas por los turistas. Del mismo modo, Filimonau et al. (2013), evaluaron las emisiones de CO<sub>2</sub> en una región de Portugal (Algarve) teniendo en cuenta el viaje hasta la ciudad, las actividades de ocio de los turistas y el alojamiento en un hotel de 4 estrellas. Otros autores como Maugeri et al. (2017) estudiaron un viaje a Fontanarossa en Catania, Sicilia. En este estudio, se consideró la estancia en un hotel y el transporte empleado por el turista para llegar y salir de hotel hasta el aeropuerto, y se comprobó que el transporte (tanto público como privado) contribuyó en gran medida al calentamiento global, debido a las altas emisiones de CO<sub>2</sub>. Por otro lado, Castellani et al. (2012) evaluaron la huella de carbono de un hotel localizado en el norte de Italia, considerando la etapa de la construcción del mismo y los diferentes servicios ofrecidos en el hotel, como la comida y el spa.

Aunque no son tan comunes como los hoteles, también se han estudiado otro tipo de alojamientos como son los Airbnb, que son una alternativa a los hoteles en la que el propietario de una casa, apartamento o piso ofrece alojamiento a un turista. Por ejemplo, Cheng et al. (2020) evaluaron la HC de unos turistas en un Airbnb situado en Sídney, y concluyeron con que tanto la plataforma como los anfitriones de Airbnb generan unas emisiones en el rango de 7,27 a 9,39 kg de CO<sub>2</sub> por habitación y por noche.

Sin embargo, no se han encontrado artículos que evalúen los impactos medioambientales de los albergues de una ruta de peregrinación. Por ello, resulta necesario y novedoso evaluar los impactos de este tipo de alojamientos tan importantes en el turismo religioso.

### 1.4 Análisis de ciclo de vida (ACV)

Para analizar el impacto medioambiental y los puntos críticos del sector turístico, es necesario emplear herramientas ambientales rigurosas. Entre ellas, destaca el Análisis de Ciclo Vida (ACV), que se trata de una herramienta capaz de evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno (SETAC 2016). Esta metodología ha sido estandarizada a través de las normas ISO 14040 (ISO 2006a) y la ISO 14044 (ISO 2006b). El ACV permite evaluar todas las etapas de su ciclo de vida, desde la extracción y procesado de las materias primas hasta el uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y tratamiento del residuo; pasando por la producción, transporte y distribución del producto final (Fullana y Puig 1997). Este tipo de análisis se conoce como *“de la cuna a la tumba”*, ya que examina todas las etapas del ciclo de vida. Aparte de este tipo de análisis, también pueden encontrarse otros tipos de alcances según las etapas que se consideren en el estudio como: *“de la cuna a la puerta”* (lleva a cabo la evaluación de las etapas previas a la utilización del producto), *“de la puerta a la puerta”* (donde solo se tiene en cuenta el proceso de producción), *“de la puerta a la tumba”* (incluye la fase de uso y la eliminación final del producto), y finalmente *“de la cuna a la cuna”*, que evalúa todas las fases del ciclo de vida del producto (Haya 2016), además incluye la gestión de los residuos al final de la vida y su reutilización como materia prima que reinicia el ciclo, introduciendo así el término de economía circular (TECPA 2020) (Figura 6).

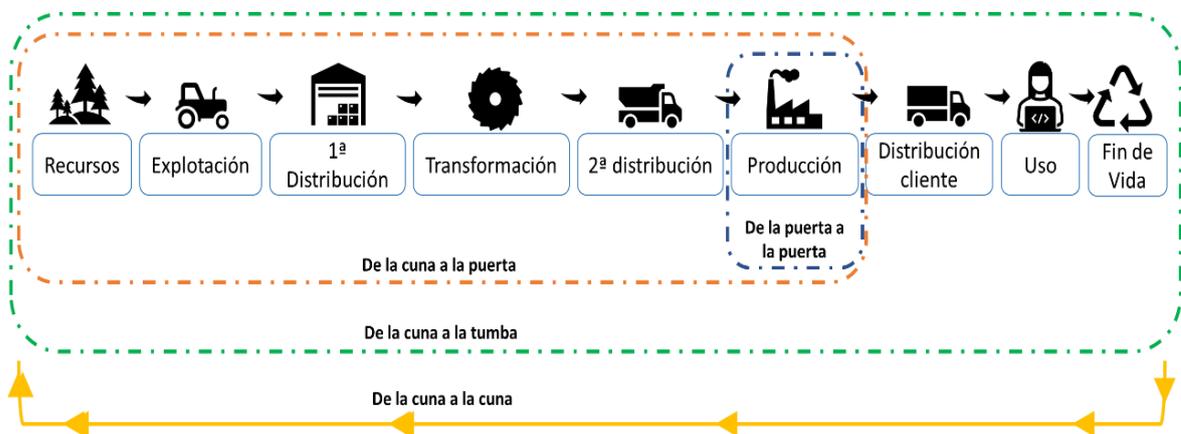


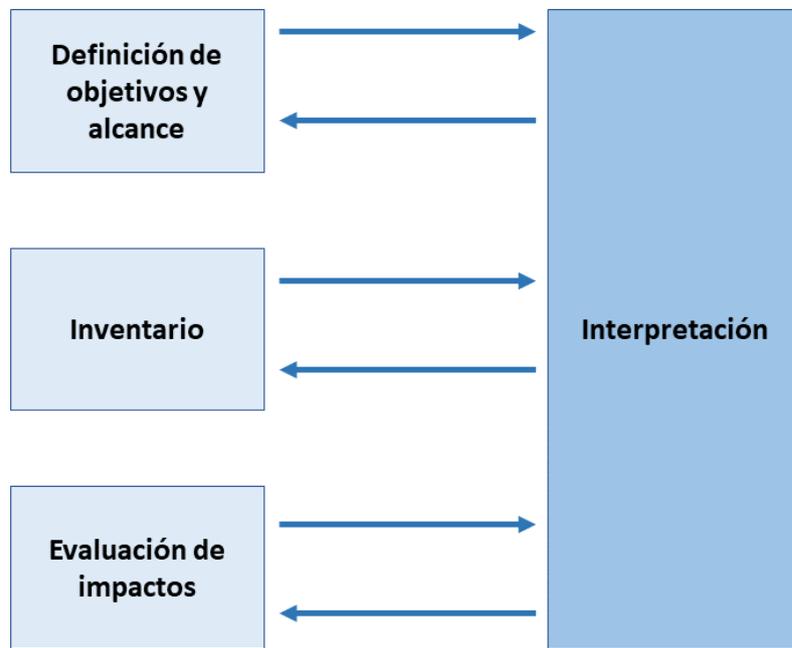
Figura 6. Etapas que comprenden los diferentes alcances de un ACV.

## Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación

Según la norma ISO 14040, la metodología de ACV consta de cuatro fases interrelacionadas las unas con las otras, como puede verse en la Figura 7. Estas 4 fases son: la definición de objetivos y alcance del estudio, el análisis del inventario, la evaluación de impacto del ciclo de vida y la interpretación (ISO 2006a).

1. **Definición de objetivos y alcance del estudio:** El objetivo establece la aplicación prevista, las razones por las que se lleva a cabo el estudio y las personas a las que va dirigido este análisis. Por otro lado, el alcance tiene que estar bien definido, ya que es de gran importancia para así conseguir cumplir con los objetivos. Por esta razón, el alcance debe incluir el sistema a estudiar, la definición de la unidad funcional (UF), los límites del sistema, las categorías de impacto y la metodología de evaluación de impacto, las suposiciones y las limitaciones del estudio (ISO 2006a).
2. **Análisis del inventario del ciclo de vida (ICV):** Es la fase en la que se recopilan todos los datos y cálculos para cuantificar todas las entradas y salidas referidas a la UF (ISO 2006a). En esta fase se considera la construcción de un diagrama de flujo, la calidad y recolección de los datos, se definen los límites del sistema y, si es necesario, se redefinen los objetivos y alcances del estudio (Campos 2020).
3. **Evaluación de impacto del ciclo de vida (EICV):** Permite reevaluar los objetivos y alcance del estudio, ya que tiene como objetivo utilizar los datos obtenidos en el ICV para poder evaluar los impactos ambientales. El EICV tiene elementos obligatorios como son la clasificación y caracterización, y elementos optativos, como la normalización, agrupación y ponderación (ISO 2006a). La normalización hace referencia a la relación de la magnitud cuantificada para una categoría respecto de un valor de referencia, la agrupación consiste en la clasificación de los indicadores, y la ponderación establece unos factores que dan una importancia relativa a las diferentes categorías de impacto para obtener un índice global de todo el sistema (ISO 2006a).
4. **Interpretación de los resultados:** En esta fase se comprueba si el ACV se ha realizado correctamente, ya que los resultados deberían ser acordes a los objetivos y alcances fijados. De esta forma se redactan unas conclusiones que

permiten crear unas medidas correctoras y conseguir una minimización de los impactos del sistema (ISO 2006a).



*Figura 7. Fases de la metodología ACV (ISO 14040).*

### **1.6. Huella de Carbono (HC)**

Dentro de las metodologías e indicadores para evaluar el impacto ambiental de un proceso o producto, destaca la huella de carbono (HC). Este indicador representa la cantidad de GEIs que se emiten a la atmósfera asociadas a un proceso o producto (Espíndola 2011), y permite identificar y medir las emisiones individuales de GEIs de cada actividad del sistema (Jefferiss 2007). Se han desarrollado diferentes herramientas de cuantificación para determinar el nivel de emisiones de estos gases por parte de diferentes organizaciones, la HC es una de las más importantes (Espíndola 2011).

Las huellas de carbono existentes pueden ser de producto o corporativas. La huella de carbono de producto se refiere al potencial de calentamiento global, midiendo las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente de un proceso o producto en su ciclo de vida. Para llevar a cabo el cálculo de la HC de producto se utilizan las normas PAS 2050, IPCC 2006 GHG y la ISO 14067. Por otro lado la huella de carbono corporativa tiene en cuenta las emisiones directas e indirectas de los materiales y energía, midiendo la totalidad de GEIs asociados a una empresa o proceso. Para el cálculo de esta HC se utilizan las normas ISO

14064, ISO 14065, ISO 14069, PAS 2060 y GHG Protocol. En este trabajo se va a considerar un enfoque que clasifica las emisiones de gases de efecto invernadero en torno a 3 alcances, utilizando el método de “GHG Protocol” (Ministerio de Medio Ambiente) (Figura 8):

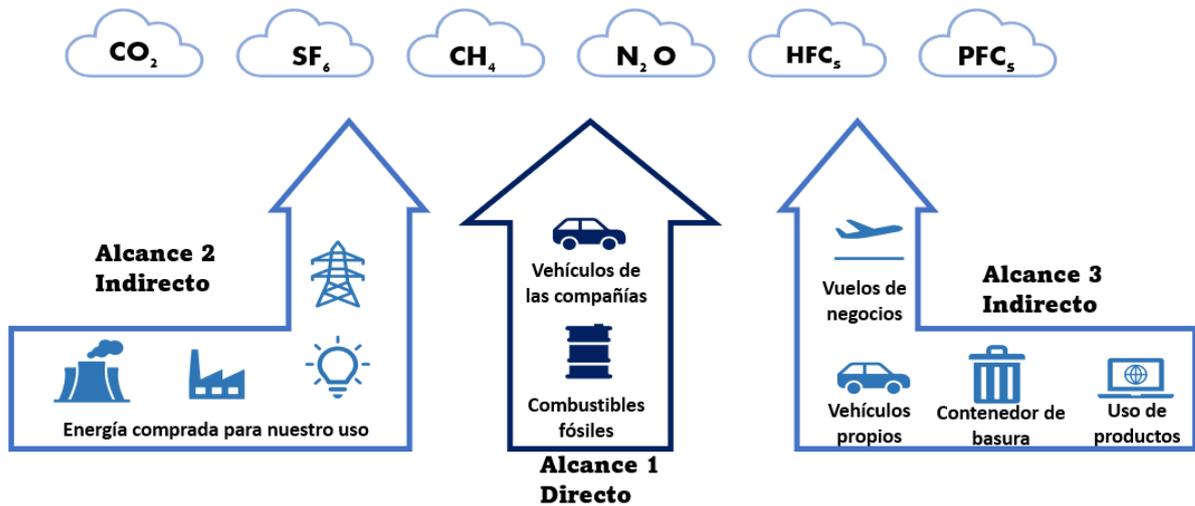


Figura 8. Alcance de la huella de carbono corporativa.

- Alcance 1: Incluye las emisiones directas que son propiedad o controladas por la propia empresa. Ejemplo de estas emisiones son las provenientes de la combustión de combustibles en calderas y hornos (Baldó de Andrés 2019). Incluye además emisiones fugitivas como las fugas de aire acondicionado (Guía para el cálculo de la huella de Carbono 2018).
- Alcance 2: Hace referencia a las emisiones indirectas, que son las que están relacionadas con el consumo y adquisición de la electricidad de la empresa y/o vapor generados por terceros (Ministerio de Medio Ambiente; Guía para el cálculo de la huella de Carbono 2018).
- Alcance 3: Categoría opcional que incluye otras emisiones indirectas, que no son de propiedad ni están controladas por la empresa (Ministerio de Medio Ambiente). Ejemplos de emisiones de este alcance son la extracción y producción de materiales adquiridos, el transporte de los trabajadores, viajes aéreos por motivo de trabajo, generación y transporte de residuos, entre otros (Baldó de Andrés 2019). Dentro de este alcance puede hacerse una clasificación en

procesos “*Upstream*” o “*Aguas Arriba*” donde se incluyen las materias primas, consumo de combustible y transporte, entre otros, o en “*Downstream*” o “*Aguas Abajo*” que considera la gestión de residuos.

### **1.7. Objetivos**

Este estudio pretende analizar los impactos ambientales asociados a un albergue donde se hospedan los peregrinos del Camino De Santiago (ruta religiosa de peregrinación realizada por el norte de España). Para ello, se va a emplear el indicador de huella de carbono mediante un análisis de ACV “de la cuna a la tumba”, ya que se incluyen todas las etapas del albergue, desde la extracción de las materias primas hasta la gestión final de los residuos generados en dicho alojamiento.

Por tanto, para alcanzar este objetivo principal es necesario desarrollar varias acciones específicas:

- Estudiar la situación actual del sector turismo a nivel mundial, europeo y nacional y centrarse en el turismo religioso y las rutas de peregrinación, como El Camino de Santiago.
- Definir coherentemente la UF y los límites del sistema, así como las hipótesis necesarias en el estudio.
- Recopilar los datos de entradas y salidas del albergue para llevar a cabo el inventario del ciclo de vida y poder calcular la huella de carbono del albergue del caso de estudio.
- Desarrollar y evaluar los resultados obtenidos mediante la metodología de ACV.
- Realizar análisis de escenarios para estudiar diferentes opciones de menú que puedas reducir la HC obtenida en el caso de estudio.
- Comparación de la HC obtenida con otros albergues de características similares y otros alojamientos turísticos.
- Proponer acciones correctoras para disminuir los impactos asociados al albergue.

## 2. Metodología

En este estudio se aplica la metodología de ACV, según las normas ISO 14040 (ISO 2006a) e ISO 14044 (ISO 2006b). Sin embargo, el ACV se ha centrado en la categoría de impacto de calentamiento global empleando como indicador la HC, que mide los kg CO<sub>2</sub> equivalente. Los cálculos de la HC comprenden 3 alcances: alcance 1 (emisiones directas), alcance 2 (emisiones indirectas) y alcance 3 (otras emisiones indirectas).

### 2.1. Objetivo y alcance

Este trabajo tiene como meta realizar una evaluación medioambiental del albergue de Güemes (Cantabria), que se encuentra localizado en una de las rutas de peregrinación del Camino de Santiago. Se ha escogido este Albergue ya que es uno de los más frecuentados por los peregrinos en la región de Cantabria (Güemes 2015). Para ello se utilizó el método de la HC, para calcular la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> generadas en el albergue y poder compararlas con las de otros albergues de características similares. Finalmente, de los resultados obtenidos se podrán analizar los puntos críticos del sistema para proponer medidas correctoras que minimicen este impacto.

#### 2.1.1. Unidad funcional del sistema

Para la realización de los cálculos es necesaria la definición de la unidad funcional (UF), que es la unidad de referencia en la que se basan todas las entradas y salidas del sistema (ISO 2006b). Existe una gran variedad de ellas en función del objetivo del estudio (ISO 2006b). Para la estancia en un hotel, aún no se ha alcanzado un consenso internacional. Algunos estudios utilizan como UF "*noche de huésped*", siguiendo las normas PAS 2050:2011 (PAS 2050 2019; Lai 2015). En otros casos, se emplean otras UF como "*per cápita*" o "*por usuario*" (Dorta et al. 2021). Otra opción es considerar la superficie del hotel, como "*m<sup>2</sup> de la superficie*", que considera el análisis de las emisiones de energía y carbono (Priyadarsini et al. 2009). En un gran número de estudios, la UF no está claramente definida y dificulta el proceso de evaluación del impacto. En este caso de estudio, teniendo en cuenta que la función del peregrino es hospedarse una noche en un albergue del Camino de Santiago, la UF debe ajustarse a dicha función. Por esta razón,

se ha establecido como unidad de referencia del sistema “peregrino día”, unidad a la que irán referidas todas las entradas y salidas.

### **2.1.2 Descripción del sistema**

En este apartado, se describen los procesos y sistemas que se van a ser considerados en el estudio. Los límites del sistema de un ACV tienen como objetivo definir las unidades de proceso que estarán incluidas en el caso de estudio (ISO 2006b). Este ACV tiene un enfoque “de la cuna a la tumba” por lo que se han considerado todos los procesos desde la extracción de las materias primas hasta su uso, reutilización (reciclaje de los residuos de plástico, vidrio y papel y cartón) y gestión de residuos. Dentro del albergue se han tenido en cuenta el consumo de productos de limpieza (papel higiénico, lejía y detergente), los alimentos y bebidas para el desayuno y la cena, así como el consumo de agua, electricidad y propano de las instalaciones del albergue. En el estudio también se ha incluido la comida del peregrino a lo largo del camino (no incluida en el albergue) y la gestión final de los residuos generados en el albergue.

Dentro del albergue, el propano es utilizado para la calefacción, para calentar el agua de las duchas, las instalaciones y para cocinar. La electricidad se emplea para el funcionamiento de electrodomésticos como neveras, horno y microondas. De la misma forma, el agua se utiliza para las duchas y para cocinar. Para el desayuno cuentan con alimentos como mantequilla, mermelada, aceite, leche y galletas. La cena consta de carne, arroz, patatas, pan y bebidas como vino blanco o tinto, y otras bebidas como la coca cola. En cuanto a la comida de los peregrinos, se llevaron a cabo unas encuestas destinadas a los peregrinos que realizaron el Camino de Santiago en 2019, para conocer sus preferencias. Estas encuestas se realizaron de manera virtual mediante una serie de cuestionarios de internet en la plataforma “Google Forms”, y se mandaron a asociaciones de peregrinos y a los propios peregrinos. Resultó que el 78% de ellos comieron un sándwich (pan, jamón-york y queso), una pieza de fruta como la manzana y una botella de agua durante la ruta, en vez de optar por un restaurante. Por otro lado, también se consideró la gestión de residuos generados por los peregrinos en el albergue. Estos residuos tienen como destino final el vertedero de Meruelo (Cantabria), donde tendrán lugar los diferentes tratamientos de gestión (vertedero e incineración). En la Figura 9 se muestra el sistema estudiado y los límites del sistema considerados.

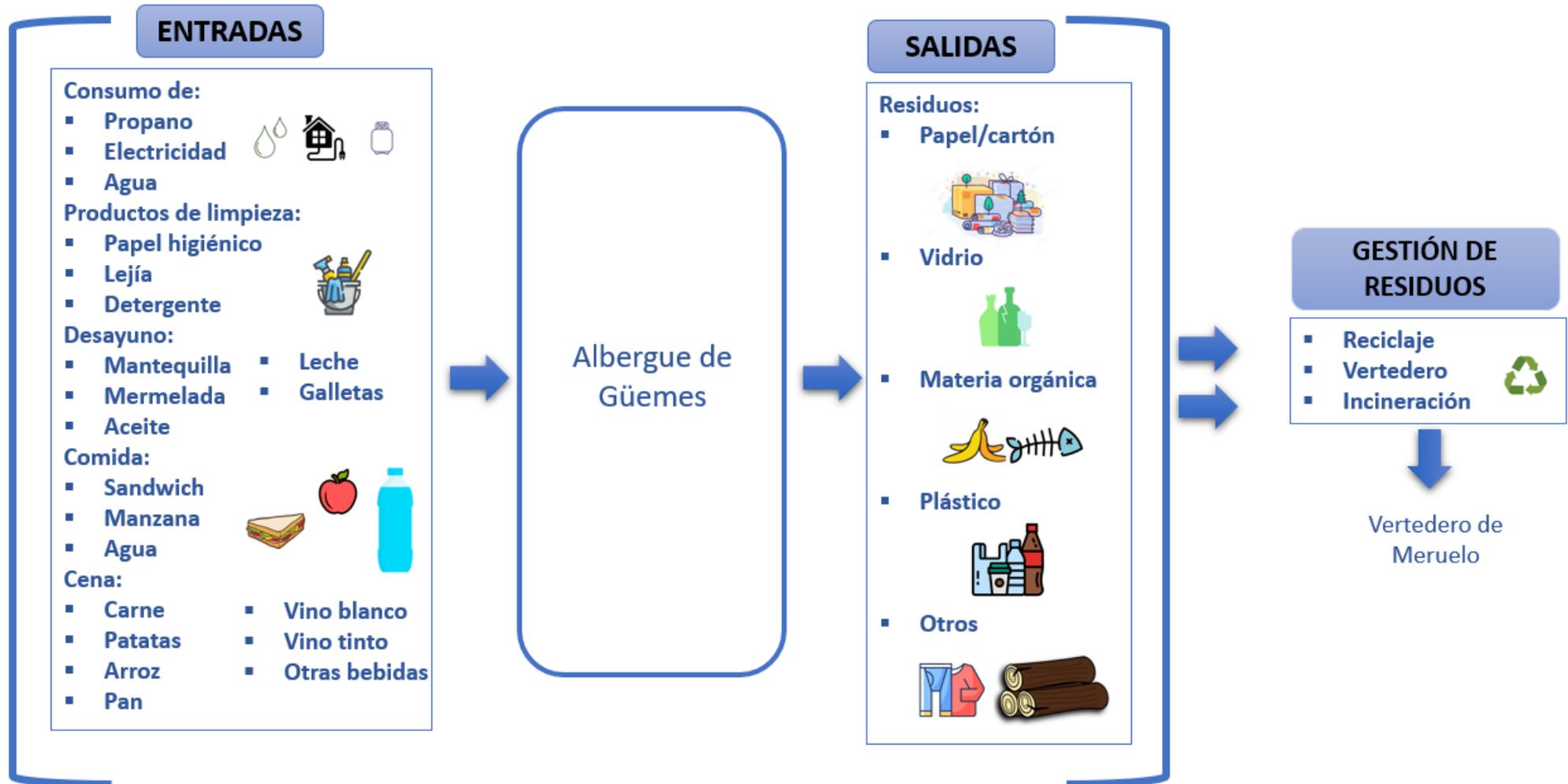


Figura 9. Diagrama de flujo con las entradas y salidas del albergue de Güemes.

### 2.1.3 Hipótesis del estudio

En el presente estudio se han considerado algunas simplificaciones para facilitar los cálculos del sistema. En la búsqueda de los procesos de los diferentes componentes se han realizado algunas suposiciones como:

- Para los productos de limpieza e higiene (rollos de papel higiénico, lejía y detergente) se ha estimado la cantidad en kilos a partir de los gastos proporcionados por el albergue.
- Para el caso de la carne se ha escogido un filete de carne roja.
- En la entrada al sistema de “otras bebidas” se han considerado bebidas carbonatas y bebidas destiladas. Como bebida carbonatada se ha escogido la coca cola y como bebidas destiladas el whisky y el vodka.
- Se ha incluido una etapa adicional al albergue que es la comida del peregrino a lo largo del camino. Esta fase se ha tenido en cuenta ya que tras las encuestas realizadas, el 78% de los peregrinos comieron un bocadillo, una pieza de fruta y una botella de agua durante la ruta, en lugar de comer en el propio albergue o en otro restaurante.

## 2.2 Inventario de ciclo de vida (ICV)

El inventario de ciclo de vida (ICV) es la fase de la evaluación del ciclo de vida que implica la recopilación y cuantificación de las entradas y salidas de un producto a lo largo de su ciclo de vida (ISO 2006a). Para que el análisis que se está llevando a cabo resulte válido estos datos tienen que ser de calidad y, por lo tanto, fiables. Esta fase del ACV incluye datos primarios o “*foreground data*” y los datos secundarios o “*background data*” (Carnerero 2019). Como se muestra en la Tabla 2 todos los valores de entradas y salidas se calculan por peregrino día que es la UF. Se eligió el año 2019 como año de referencia para el estudio, ya que el 2020 no se pudo usar como año representativo para la recopilación de datos para el inventario debido a la crisis sanitaria sufrida por el COVID-19. En 2019 se registraron un total de 12.372 peregrinos en el albergue.

Los datos obtenidos a partir de una serie de cuestionarios a los propietarios del albergue constituyen los datos primarios. De los cuestionarios se obtuvieron los diferentes consumos de electricidad, agua y combustible, cantidades de alimentos y productos de

limpieza e higiene necesarios, además de datos sobre los residuos generados por los peregrinos. Para el tratamiento de datos se han agrupado en cinco grupos como se muestra en la Tabla 2:

- Consumo de agua que se destina para los baños, duchas y para la cocina; consumo de electricidad, utilizado para los diferentes electrodomésticos del albergue (nevera, horno, microondas) y para calentar el establecimiento y, por último, el consumo del gas propano para poder calentar el agua de las duchas.
- Los productos de limpieza e higiene como el papel higiénico para los baños y la lejía y detergente.
- El desayuno proporcionado a los peregrinos hospedados formado por galletas, leche, mantequilla, mermelada, pan y aceite.
- La cena de los peregrinos, que consta de pan, arroz, carne, patatas, vino blanco/tinto y otras bebidas, como coca cola o whisky.
- La cantidad de residuos generados por cada peregrino al día en el albergue. Estos residuos se clasificaron en materia orgánica (49%), papel/cartón (15%), plástico (9%), vidrio (8%) y otros residuos como textiles y madera (19%) (Enterat 2021).

Aparte de considerar la cantidad de los residuos, también se estudió su tratamiento posterior. La gestión de residuos que se consideraron fueron el reciclaje, vertedero e incineración. Se tuvo en cuenta que el 38,7% de los residuos se reciclaban, el 48,2% se destinaban a vertedero y el 3,1% se incineraban (sin recuperación de energía) (Eurostat 2021).

En el cálculo de la HC de cada entrada, en el caso de la lejía, detergente, leche, aceite, vino tinto, vino blanco, y de otras bebidas, ha sido necesaria la búsqueda bibliográfica de su densidad para así conocer el consumo de dichos productos en unidades de masa (kg).

Los datos secundarios procedieron de las bases de datos Ecoinvent v3.7.1 (Ecoinvent 2021) y Agribalyse 3.0 (Agribalyse 2021). En estas bases de datos se obtuvieron los diferentes factores de emisión de los procesos para posteriormente proceder al cálculo de la HC. La Tabla 2 muestra para cada etapa del albergue el valor de la cantidad de los

flujos de entrada y salida por UF durante el año 2019, así como la unidad de referencia de cada flujo.

Tabla 2. Valor de los datos correspondientes a las entradas y salidas por UF.

<b>Entrada/salida</b>	<b>Cantidad/ UF</b>	<b>Unidades</b>
<i>Consumo de agua, electricidad y propano (Entrada)</i>		
<b>Agua</b>	2,07E-06	m <sup>3</sup>
<b>Electricidad</b>	8,65E-05	kwh
<b>Propano</b>	8,24E-05	l
<i>Productos de limpieza e higiene (Entrada)</i>		
<b>Papel higiénico</b>	2,80E-05	rollos
<b>Lejía</b>	1,11E-07	l
<b>Detergente</b>	1,04E-07	l
<i>Desayuno (Entrada)</i>		
<b>Galletas</b>	3,35E-06	kg
<b>Mantequilla</b>	9,54E-06	kg
<b>Mermelada</b>	3,60E-06	kg
<b>Leche</b>	5,36E-06	l
<b>Aceite</b>	2,79E-05	l
<i>Cena (Entrada)</i>		
<b>Pan</b>	9,70E-06	kg
<b>Arroz</b>	4,04E-06	kg
<b>Patatas</b>	1,29E-06	kg
<b>Carne</b>	1,13E-04	kg
<b>Vino tinto /blanco</b>	1,73E-05	l
<b>Otras bebidas</b>	1,50E-07	l
<i>Residuos (Salida)</i>		
<b>Cantidad total</b>		
	<b>1,638</b>	<b>kg</b>
<b>Plástico</b>	0,147	kg
<b>Vidrio</b>	0,131	kg
<b>Papel/Cartón</b>	0,246	kg
<b>Materia orgánica</b>	0,803	kg
<b>Otros</b>	0,311	kg

Es importante conocer a qué alcance pertenecen todas las entradas y salidas mostradas en la Tabla 2:

- En el alcance 1 se han tenido en cuenta las emisiones directas asociadas al consumo de combustible, en este caso, el propano.

- En el alcance 2 se han considerado las emisiones indirectas generadas por el consumo de electricidad del albergue.
- En el alcance 3 se han incluido:
  - Procesos “Upstreams” o “Aguas Arriba”: referente a la adquisición de las materias primas. En este apartado se han tenido en cuenta los productos alimenticios, el agua y los productos de limpieza e higienes.
  - Procesos “Downstreams” o “Aguas Abajo”: hacen referencia al tratamiento final de los residuos tras su vida útil.

### **2.3 Evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV)**

Dado que la categoría de impacto que se va a estudiar es el Calentamiento Global (kg CO<sub>2</sub> eq.), que es el indicador más común en el sector turístico, se utilizará el método de la HC.

Una vez completado el inventario, se procede al cálculo de la HC individual de cada entrada mediante la ecuación 1 .

$$HC_i \left( \frac{kg \text{ CO}_2 \text{ eq.}}{UF} \right) = C_i \left( \frac{ud}{UF} \right) \times FE_i \left( \frac{kg \text{ CO}_2 \text{ eq.}}{ud} \right) \quad ec.1$$

Donde: HC<sub>i</sub> es la huella de carbono de cada componente del sistema; C<sub>i</sub> es el consumo de cada producto por peregrino al día y FE<sub>i</sub> es el factor de emisión de cada producto.

Para poder utilizar la ecuación 1, es necesario conocer el valor del factor de emisión de cada entrada/salida. El factor de emisión es un valor representativo cuya función es relacionar la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera con una actividad y suelen ser expresados como la masa del contaminante por unidad de peso, volumen y longitud (EPA 2015b).

### 3. Resultados

En este apartado se exponen los resultados obtenidos de la HC llevada a cabo en el estudio. Además, se ha realizado un análisis de escenarios para estudiar el impacto de diferentes menús de la cena, así como una comparativa con otro albergue y otros alojamientos para comparar la HC del caso de estudio con otros establecimientos y poder proponer medidas de mejora.

#### 3.1 Huella de carbono del albergue de Güemes

En la Figura 10, se muestra la HC para el albergue de Güemes en unidades de “Kg CO<sub>2</sub> eq./peregrino día” clasificada por alcances.

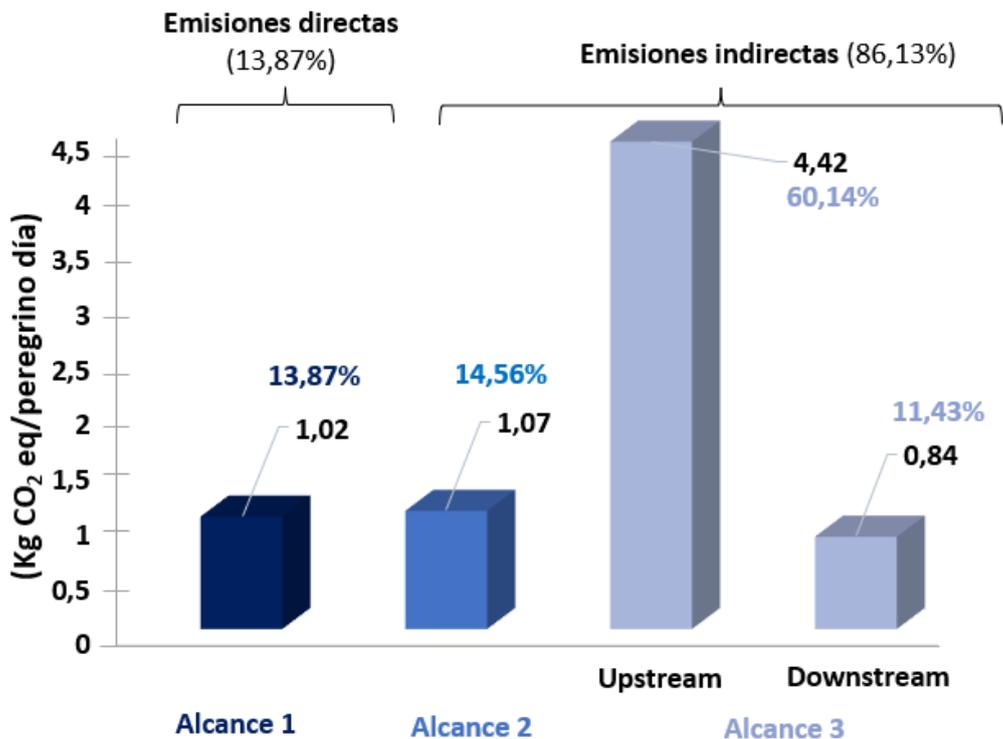


Figura 10. Huella de carbono en Kg CO<sub>2</sub> eq./UF y contribución en % para cada alcance, diferenciando los procesos upstream y downstream.

La HC total del sistema de estudio (alcance 1, 2 y 3) en 2019 fue de 7,34 kg CO<sub>2</sub> eq./UF. El impacto más significativo se atribuyó al alcance 3 con un valor de 5,26 kg CO<sub>2</sub> eq./UF, lo que supuso una contribución de 71,57% a la HC total. En cambio, los alcances 1 y 2 contribuyeron de forma muy similar a la HC, con una influencia menor en el sistema 1,02 (13,87%) y 1,07 (14,56%) kg CO<sub>2</sub> eq./UF, respectivamente. En líneas generales, las

emisiones indirectas (86,13%) presentaron mayor influencia en el albergue que las emisiones directas (13,87%). Para analizar con más detalle estos resultados, en la Figura 10 se muestra la contribución de las emisiones directas en el alcance 1 causadas por el consumo de propano, empleado en el albergue para calentar el agua de las duchas de los peregrinos, para calentar las instalaciones y para cocinar, y las emisiones indirectas en el alcance 2, asociado íntegramente al consumo de electricidad en el albergue y en el alcance 3, generadas por los procesos “upstream” (agua, los productos de limpieza, la comida, el desayuno y la cena) y “downstream” (gestión de residuos).

Los procesos “upstream” contribuyeron a la HC con 4,42 kg CO<sub>2</sub> eq./ UF, lo que supuso un 60,14% del impacto total. Estos procesos incluyeron los productos alimenticios (desayuno, comida y cena), el consumo de agua en el albergue y los productos de limpieza e higiene. Los procesos “downstream” presentaron una HC de 0,84 kg CO<sub>2</sub> eq./ UF (11,43% del impacto total del sistema). Aquí, se consideró la gestión de los residuos generados por los peregrinos en el albergue. Por tanto, se ha podido comprobar que los mayores puntos críticos del albergue pertenecen al alcance 3 y, más concretamente, a los procesos “upstream”.

Dado que estos procesos son los mayores contribuyentes a la HC del albergue, es necesario analizar su contribución en detalle. A continuación, en la Figura 11 se muestra por etapas la HC (albergue, comida del peregrino a lo largo del camino y la gestión de residuos asociada al albergue). A su vez, la etapa del albergue se ha dividido en 6 grupos: consumo de electricidad de agua y de propano, productos de limpieza, desayuno y cena.

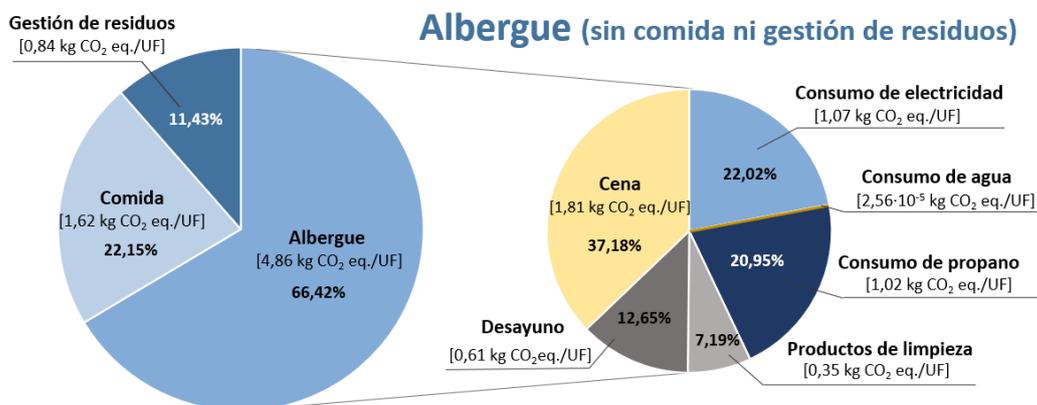


Figura 11. Contribución de las diferentes posibles fuentes de emisión en la huella de carbono total (Kg CO<sub>2</sub> eq./UF).

El sistema del albergue presentó la mayor HC (4,88 Kg CO<sub>2</sub> eq/UF), con una contribución del 66,48%. Este sistema incluye el consumo de electricidad, de propano y de agua, los productos de limpieza, el desayuno y la cena. En segundo lugar, fue la etapa de la comida (no incluida en el albergue) la que mayores emisiones de CO<sub>2</sub> presentaron (1,62 Kg CO<sub>2</sub> eq/UF), es decir, el 22,07% de la HC total. Por último, la gestión de residuos con 0,84 kg CO<sub>2</sub> eq/UF (11,44% del total), debido a los tratamientos a los que se sometieron los residuos.

Como el albergue es el sistema más contribuyente al calentamiento global, es necesario estudiar los procesos considerados en este sistema. En primer lugar, la cena presentó la mayor HC con 1,81 Kg CO<sub>2</sub> eq/UF (37,09% del impacto del albergue). Seguidamente, con el 21,93% del impacto, se encontró el consumo de electricidad (1,07 Kg CO<sub>2</sub> eq/UF). Después, el consumo de propano que generó una HC de 1,02 Kg CO<sub>2</sub> eq/UF (20,90% respecto de la HC total del albergue). El desayuno y los productos de limpieza e higiene tuvieron una HC menor, de 0,61 y 0,35 Kg CO<sub>2</sub> eq/UF respectivamente. Finalmente, el que menor impacto presentó en el sistema fue el consumo de agua con el  $2.56 \cdot 10^{-2}$  Kg CO<sub>2</sub> eq/UF.

En resumen, la cena de los peregrinos en el albergue y el consumo de electricidad fueron los puntos críticos del sistema. En la cena fue debido a la carne roja, que tiene unas elevadas emisiones del gas metano durante la secreción de las vacas en la etapa de la granja (BBC News mundo 2019). Por esta razón, se requiere estudiar otros tipos de menús que contribuyan a reducir la HC. En segundo lugar, el consumo de electricidad fue tan elevado debido al uso del microondas, la nevera y el horno para el desayuno y la cena. Por tanto, es necesario tomar medidas, la instalación de paneles solares en el tejado del propio albergue podría reducir el impacto ambiental, siendo necesario analizar otro tipo de indicadores ambientales para su análisis. En tercer lugar, el impacto de propano también fue significativo, por lo que resultaría importante la sustitución del gas propano por otro tipo combustible (como el uso de pellets), que permita llevar a cabo las mismas acciones y tenga una menor HC. El resto de los procesos del albergue generaron menos impactos en comparación a la cena o el consumo de electricidad.

Por último, la gestión de los residuos fue la etapa que menos emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas presentó. En el albergue se generaron 1,64 kg de residuos al día por parte de los

peregrinos, de los cuales 0,15 kg fueron plástico, 0,13 kg papel y/o cartón, 0,25 kg vidrio y 0,81 kg materia orgánica. Posteriormente, estos residuos se llevaron al vertedero de Meruelo para su selección y gestión final. Los tratamientos que se llevaron a cabo fueron vertedero e incineración en el complejo de Meruelo y el reciclaje fuera del complejo en aquellos residuos valorizables. Como se observa en la Figura 12, el proceso de vertedero fue el tratamiento que mayor HC presentó 0,929 kg CO<sub>2</sub> eq./UF. El segundo proceso con mayor impacto fue la incineración con una HC de 0,011 kg CO<sub>2</sub> eq./UF. Finalmente, el reciclaje resultó ser el tratamiento con la menor HC con un -0,104 kg CO<sub>2</sub> eq./UF. Este proceso presentó un bajo impacto negativo, es decir, presentó beneficios al sistema ya que se evitaron cargas ambientales al producir nuevos materiales. Con todo esto se deduce que el reciclaje es un sistema de gestión beneficioso para el medio ambiente que ayudará a reducir la HC del sistema de estudio (Ecoembes 2020).

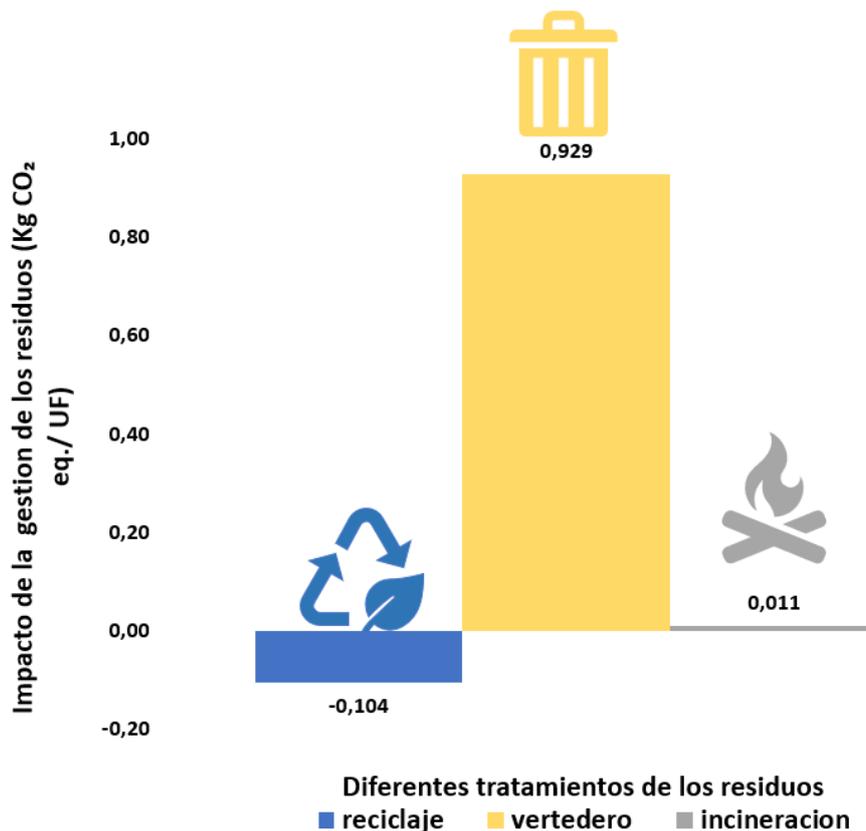


Figura 12. Impacto en Kg CO<sub>2</sub> eq./UF según los diferentes tratamientos de los residuos.

En definitiva, la etapa con mayor impacto del sistema, dado que presenta la HC más alta es la cena, por lo que es necesario llevar a cabo un análisis de diferentes escenarios en el que se propongan diferentes menús que reduzcan la HC total (menos emisiones de CO<sub>2</sub>).

### 3.2. Análisis de las diferentes opciones de menú

La cena es la etapa que más CO<sub>2</sub> genera en el albergue, por lo que resulta interesante proponer diferentes menús que pudieran sustituir al caso base de estudio y conseguir una menor HC asociada a la cena. Como caso base se presenta una cena formada por arroz, carne, patatas, pan, vino blanco/tinto y otras bebidas como coca-cola. Los menús alternativos propuestos son los siguientes: i) en el menú 1 se sustituyó la carne por pescado, ii) en el menú 2 se sustituyó el arroz por un plato de espagueti boloñesa y iii) en el menú 3, se consideró una dieta vegetariana donde el arroz fue sustituido por una ensalada y la carne por huevos. En todas las propuestas se conservaron el pan, las patatas, el vino blanco/tinto y otras bebidas como la coca cola, ya que el impacto fue menor (Figura 13).

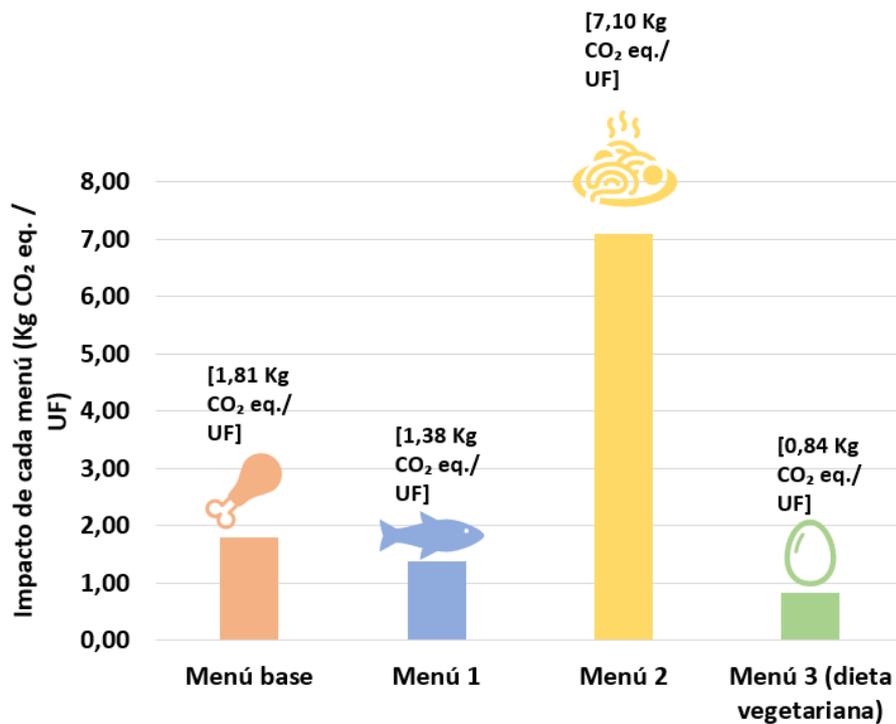


Figura 13. Huella de carbono en (Kg CO<sub>2</sub> eq./UF) de cada menú alternativo propuesto para la cena.

En la Figura 13 se puede observar que el menú 1, compuesto por pescado presentó una HC de 1,38 Kg CO<sub>2</sub> eq/UF. El menú 2, compuesto por un plato de espagueti a la boloñesa generó una HC de 7,10 Kg CO<sub>2</sub> eq/UF y, por último el menú 3, compuesto por la ensalada y huevos, generó una HC de 0,84 Kg CO<sub>2</sub> eq/UF. Analizando los resultados obtenidos en este análisis de sensibilidad, el menú compuesto por pescado sería una buena alternativa ya que se conseguiría reducir la HC en un 23,76% respecto del caso base. En

cuanto al menú formado por espaguetis con salsa boloñesa (menú 2), se observó que no solo no se consiguió disminuir la HC del caso base, sino que duplicó, aumentado hasta un 115, 81% su valor. Esto se debe a que la salsa boloñesa presenta una HC muy alta ya que necesita una gran cantidad de ingredientes para su elaboración (tomate frito, zanahoria, cebolla, leche entera, carne picada, especias y aceite de oliva virgen extra), incluyendo además los diferentes procesos para elaborar estos alimentos, cuyo consumo en electricidad es intensivo. Finalmente, con el menú 3, compuesto por ensalada y huevos, en lugar de arroz y carne, se consiguió disminuir la HC de la cena en un 53,59% respecto del caso base. La HC de la producción de huevos se debe a la fabricación de los piensos que se utilizan para alimentar a las gallinas que requiere un gran consumo de electricidad (Abín 2016).

En conclusión, el menú 1 a pesar de presentar una HC mayor (1,38 kg CO<sub>2</sub> eq./UF) que la del menú 3 (0,84 kg CO<sub>2</sub> eq./UF), sería la mejor alternativa a nivel nutricional ya que presenta carbohidratos provenientes del arroz y proteínas del pescado que cubrirían las necesidades energéticas de los peregrinos.

### **3.3 Comparativa de la HC del albergue con un albergue del Camino Lebaniego**

Para llevar a cabo un análisis más exhaustivo del albergue del Camino de Santiago en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>, se procede a hacer una comparativa con la HC de un albergue de características similares. El albergue seleccionado es el albergue de Cades, perteneciente al Camino Lebaniego (ruta de peregrinación en Cantabria, norte de España). En este caso, se considera como año de referencia el año 2017, por ser el último Año Jubilar, y, por tanto, año más representativo para realizar el análisis. Para el albergue Lebaniego se tomó como UF “un peregrino que completa la ruta de peregrinación en tres días”, a diferencia de este estudio cuya UF es “peregrino/día” (Campos 2022). Para que la comparativa sea coherente se adecuaron los datos de ambos estudios para que hagan referencia a la misma UF. En esta comparación, todos los valores se mostraron en unidades de “kg de CO<sub>2</sub> eq./peregrino día”.

La HC total que se ha obtenido del albergue del Camino de Santiago (caso de estudio) fue de 7,34 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF, mientras que en el albergue del Camino Lebaniego, alcanzó un valor de 5,98 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF (18,30% menos que el albergue de Güemes). En primer lugar, se observó una diferencia significativa en los valores de las HC referentes al consumo de agua y de electricidad. Por ejemplo, el consumo de agua del Camino de Santiago tuvo un impacto de  $2,56 \cdot 10^{-2}$  kg de CO<sub>2</sub> eq./UF, mientras que en el albergue del Camino Lebaniego esta cantidad fue de  $3,00 \cdot 10^{-2}$  kg de CO<sub>2</sub> eq./UF, es decir, 14,67% más que en el albergue del Camino de Santiago. Ambos impactos presentan valores muy bajos en comparación al resto de etapas de los albergues. En cuanto al impacto asociado al consumo de electricidad el albergue del Camino de Santiago presentó una mayor HC (1,07 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF) que la del Camino Lebaniego ( $3,00 \cdot 10^{-3}$  kg de CO<sub>2</sub> eq./UF) lo que significa un 99,72% inferior al primero. Esta diferencia, se debe a que en el albergue del Camino de Santiago se emplean más electrodomésticos (horno, nevera y microondas) que precisan más electricidad.

La utilización de propano como combustible fósil supuso un impacto del 33,3% mayor en el albergue del caso base respecto del albergue del Camino Lebaniego (1,02 y 0,68 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF, respectivamente). La causa fue que en el primer caso, las instalaciones son mayores y, por tanto, se necesita de más consumo para calentarlas, además de para calentar el agua de las duchas y la comida. Ambos impactos podrían ser reducidos, si se cambiara el tipo de combustible empleado por otro que presente un impacto menor como es el caso del gas natural, del bioetanol o biocombustibles (producido a partir de materia orgánica proveniente de un vegetal o un animal) (Cespi et al. 2014).

En cuanto a los productos de limpieza e higiene, ambos alojamientos emplearon rollos de papel higiénico y lejía. Además, en el albergue del Camino de Santiago también se utilizó detergente. Por esta razón, se observó una diferencia entre los 0,35 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF del albergue del caso base y los 0,18 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF obtenidos para el otro albergue. Aun así, se considera un valor aceptable el del caso de estudio dado la similitud con el otro albergue.

Referente al desayuno, en ambos estudios se obtuvo la misma HC, 0,61 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF, debido a que se consideraron alimentos similares. De igual forma ocurrió con la comida, ya que, al tratarse de caminos de peregrinación, las prácticas de los peregrinos

son muy similares. Por ello se obtuvo la misma HC (1,62 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF para ambos casos), ya que se consideraron los mismos alimentos (sándwich, manzana/u otra pieza de fruta análoga y una botella de agua).

Respecto a la cena, sí se observaron diferencias notorias, ya que en el caso base se obtuvo una HC de un 59,50% menor que la del Camino Lebaniego (1,81 y 4,47 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF, respectivamente). La causa de esto fue que el albergue del Camino Lebaniego presentaba como plato principal espaguetis con salsa boloñesa lo que generó un aumento considerable en el impacto.

Finalmente la gestión de residuos en el albergue del caso base fue un 35,71% mayor que en el albergue lebaniego. La diferencia en la HC puede deberse a que en el albergue del caso base se produjeron mayor cantidad de residuos, por lo que su tratamiento conllevará un mayor impacto. Ambas HC de residuos se consideran bajas, y esto es debido a los posteriores tratamientos (reciclaje, incineración y vertedero), sobre todo al reciclaje que se considera una práctica sostenible para reducir la HC del albergue.

En ambos casos, la cena es lo que ha tenido mayor impacto por lo que sería necesario tomar medidas que disminuyan este valor. Concretamente la salsa boloñesa de la pasta es el mayor contribuyente a la HC del albergue lebaniego. En definitiva, el impacto del albergue del Camino de Santiago genera más HC que el del Camino Lebaniego. Toda esta comparativa puede verse reflejada en la figura 14.

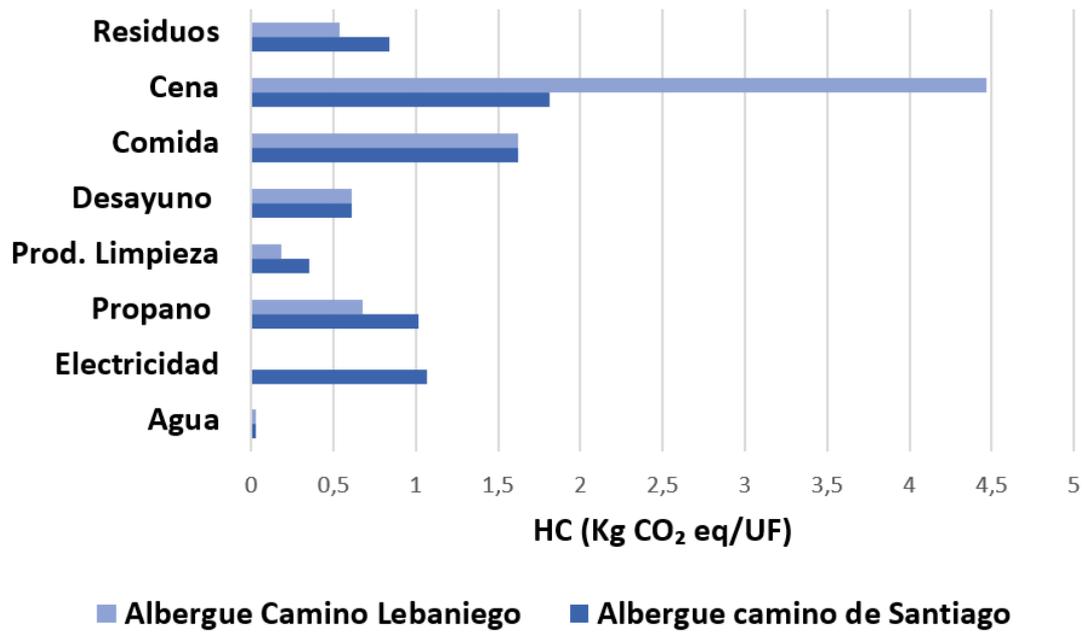


Figura 14. Comparativa de la HC de las cenas del albergue del Camino de Santiago y el Camino Lebaniego.

### 3.4 Comparativa de la HC del albergue del caso de estudio con otros alojamientos turísticos

Finalmente, en este apartado se va a realizar una comparación de la HC del albergue del Camino de Santiago (caso de estudio) con otro tipo de alojamientos turísticos, para analizar cuál es el más sostenible medioambientalmente.

Para realizar el análisis se ha escogido: i) un hotel en España de 4 estrellas, cuya UF fue “pernoctación de un huésped en un hotel de la costa española”. En este hotel se tuvieron en cuenta los servicios de alojamiento (no se incluyeron servicios de lavandería subcontratados ni la producción de alimentos para el desayuno), y los desechos producidos por el hotel (Puig et al. 2017) y ii) un Airbnb en Sidney, cuya UF fue “huésped por habitación y por noche”. En este caso, fueron considerados los servicios de reserva a través de la plataforma digital y los servicios de alojamiento prestado por los anfitriones (Cheng et al. 2020).

En el hotel español de 4 estrellas, se consideraron los consumos energéticos (principalmente para calefacción, cocina, iluminación y aire acondicionado), los productos de limpieza relacionados con la lavandería e higiene (desinfectantes, jabón, champú, detergentes líquidos y en polvo y crema), desayuno, cena y generación de

residuos (residuos sólidos urbanos y residuos de aceites vegetales). Este alojamiento también contaba con piscina y jardines. La HC total del hotel de 4 estrellas fue de 12 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF. En cuanto al consumo de energía, casi el 70% fue debido al uso de diésel y el gas natural. El uso de estos combustibles fue el responsable del 48% de las emisiones totales de carbono.

Para el caso del Airbnb de Sidney, la HC total fue de 7,27 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF. La HC resultante por parte del servicio de reserva en la plataforma digital, fue de 3,08 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF. Este servicio se basó en una herramienta de contabilidad de costos basada en Excel. En lo referente a la HC del alojamiento, no se tuvo en cuenta la comida, sin embargo si se consideraron la electricidad (2,68 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF), el equipamiento del hogar y agua (0,15 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF), emisiones directas de energía doméstica (1,36 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF), lo que supuso una HC de alojamiento de 4,19 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF.

En la Tabla 3, se muestra a modo de resumen las instalaciones o servicios que incluyen los 3 alojamientos (caso base, Airbnb y hotel) analizados.

Tabla 3. Instalaciones o servicios incluidos en cada uno de los alojamientos presentados.

Instalaciones o servicios	Caso base (Albergue del Camino de Santiago)	Airbnb (Cheng et al. 2020)	Hotel (Puig et al. 2017)
Consumo energético	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Consumo de agua	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Consumo de gas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> (no especifica)	<input checked="" type="checkbox"/> (propano y diésel)
Productos de limpieza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> (lejía, desinfectantes, detergentes, desinfectantes de piscina)
Servicio de lavandería	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Servicio de reserva	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> (a través de la plataforma digital)	<input checked="" type="checkbox"/>
Servicio de habitaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Piscina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Jardines	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Desayuno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cena	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Gestión de residuos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> (residuos sólidos urbanos, aceites vegetales, aguas residuales)

La comparativa de los tres alojamientos turísticos puede observarse en la Figura 15.

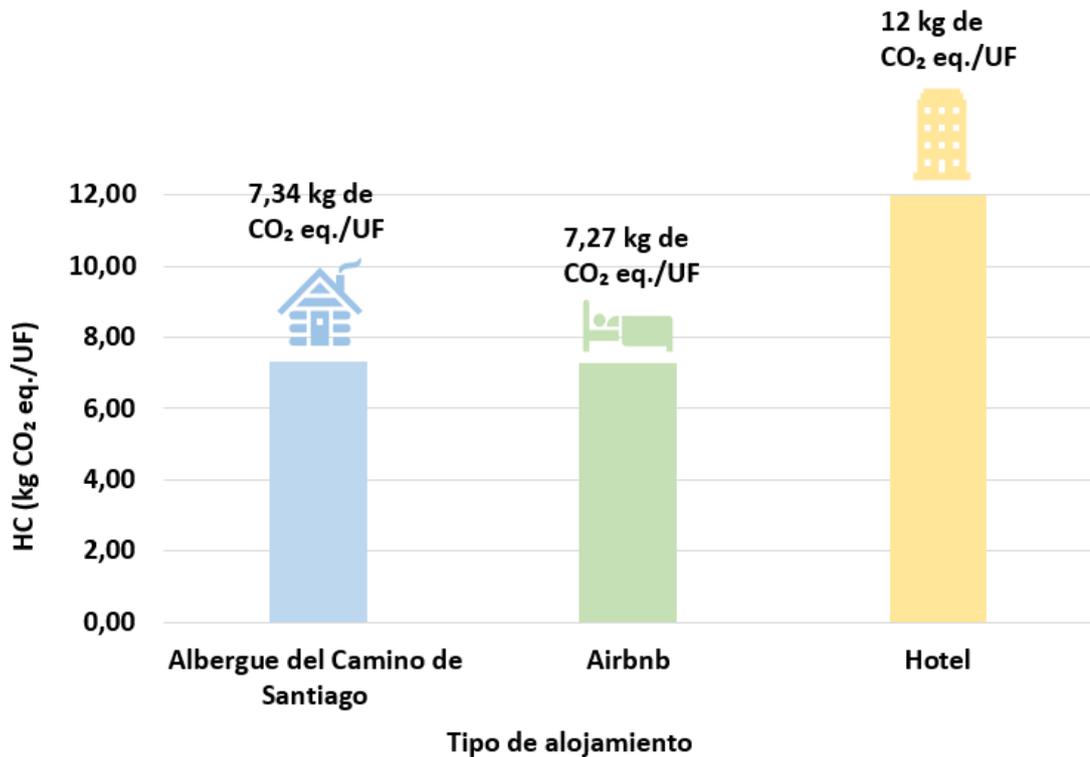


Figura 15. Comparativa de la HC en unidades de “kg CO<sub>2</sub> eq./UF” entre el albergue del Camino de Santiago y un hotel de 4 estrellas y un Airbnb.

De los tres tipos de alojamientos analizados, el hotel presenta la mayor HC (12 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF), donde el consumo de energía supuso casi el 50% de las emisiones. Por otro lado, el Airbnb y el albergue del Camino de Santiago tuvieron unas HC muy similares (7,27 y 7,34 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF, respectivamente).

Para el caso del Airbnb, el mayor impacto fue generado por los servicios de reserva. Aun así, fue el alojamiento que menor HC presentó, ya que se trata de un alojamiento en el que se comparte la estancia, es decir, un establecimiento sostenible que reduce el impacto global, puesto que el impacto asociado a una persona que comúnmente habita en el hogar, se reparte también entre los turistas que se alojan en él.

Por otro lado, la diferencia entre el albergue del caso de estudio y el Airbnb frente al hotel se debe a que, este último, ofrece más servicios a los turistas como pueden ser: servicio de lavandería, servicio de habitaciones e instalaciones como piscina y jardines.

En resumen, el Airbnb se considera que es el alojamiento más sostenible y “eco-friendly” con el medio ambiente ya que presenta la menor HC de los tres alojamientos turísticos

analizados. Por lo que podría ser una medida reductora de la HC emplear este tipo de alojamientos para los peregrinos, ya que el impacto medioambiental sería menor. También se ha demostrado que la HC del albergue fue muy similar a la del Airbnb (tan solo el 0,95 % menos) por lo que sigue siendo un establecimiento más respetuoso con el medio ambiente y apropiado para los peregrinos que realizan la ruta.

## 4. Conclusiones

El sector turístico forma parte de las actividades económicas más potentes a nivel mundial. Dentro de este sector, el turismo religioso es cada vez más común, acogiendo cada año a una gran cantidad de turistas. Una de las rutas de peregrinación más conocida y transitada cada año es el Camino del Norte, ruta perteneciente al Camino de Santiago. A lo largo de la ruta, pueden encontrarse diferentes albergues que sirven de alojamiento a los peregrinos. Estos albergues presentan un impacto que necesita ser evaluado, y esto ha dado pie a la realización de este trabajo, que tiene por objetivo estudiar el impacto ambiental de un albergue del camino de Santiago, ya que son pocos los artículos que se centran en este tipo de alojamientos. Con este trabajo se ha conseguido llevar a cabo una evaluación ambiental de un albergue de peregrinación, basándose para ello en la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) con un enfoque *'de la cuna a la tumba'*. Este análisis permite evaluar todas las etapas de su ciclo de vida, desde la extracción y procesado de las materias primas utilizadas por el albergue hasta el uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y tratamiento del residuo (Fullana y Puig 1997). Concretamente se ha utilizado el método de la HC por alcances, para calcular los kg CO<sub>2</sub> eq./UF.

Tras el análisis de los resultados, se ha obtenido que el impacto total por peregrino en un día es de 7,34 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF, donde el alcance 3 es el mayor punto crítico con el 71,56% del total de la HC (5,25 kg de CO<sub>2</sub> eq/ UF). La etapa de la cena en el albergue fue la fase de mayor impacto del sistema (1,8 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF), representando un 25% de la HC total. Para minimizar los impactos de esta etapa se requieren medidas que modifiquen algunas prácticas comunes de los peregrinos. Por ejemplo, cambiar el menú de la cena mediante la sustitución de la carne roja (3,29 kg de CO<sub>2</sub> eq/ UF) por pescado, tanto pescado azul (atún, anchoa, sardina, trucha) como blanco (merluza). Esto reduciría la HC de la cena a un 1,38 kg de CO<sub>2</sub> eq/ UF. El propano del alcance 1, supuso un 13,86% (1,02 kg de CO<sub>2</sub> eq./UF). Para disminuir su HC sería necesario valorar otras alternativas de combustible, como el uso de pellets (más sostenible medioambientalmente), ya que podría reemplazar al propano utilizándolo en calderas, para el agua caliente y para la cocina (hornos y vitrocerámica). La electricidad del alcance 2, contribuyó a la HC total con el 14,58% restante (1,07 kg de CO<sub>2</sub> eq./ UF). Para reducir este impacto se puede

recurrir a la instalación de paneles solares para así producir electricidad de una forma más renovable. Se trata de energía ilimitada, de bajo mantenimiento y además de esta forma se reducirían los costes relativos a la electricidad. A pesar de que Cantabria es una de las comunidades autónomas que menos horas de sol recibe a lo largo del año, sí que resultaría rentable y beneficioso adoptar esta medida.

Además, en este estudio también se realizó un análisis de para comprobar qué menú sería el apropiado para el peregrino tanto nutricional como medioambientalmente. Se comprobó tras el análisis de 3 menús alternativos frente al caso base, que el menú 1 (pan, arroz, pescado, patatas, vino tinto/blanco y otras bebidas como la coca cola) fue el más apropiado para los peregrinos. También se realizó una comparación con otro albergue de otra ruta de peregrinación (Camino Lebaniego), aunque sus HC fueron similares, se obtuvo que el albergue del caso de estudio generó un mayor impacto que el otro. Por último, se comparó la HC del albergue con un Airbnb y un hotel de 4 estrellas. Se concluyó que tanto el Airbnb como el albergue fueron alojamientos más respetuosos con el medio ambiente frente al hotel.

Para concluir con el estudio, es importante destacar que se han alcanzado los objetivos propuestos habiendo realizado una evaluación ambiental del impacto que presenta un albergue del Camino de Santiago a través de la metodología de ACV. Además, se han propuesto una serie de medidas, a través de las cuales, se conseguiría un turismo más verde y por lo tanto menos dañino para el medio ambiente.

En futuros estudios, se esperan evaluar otras etapas no incluidos en este estudio, como son el transporte que utilizan los peregrinos para llegar albergue desde su origen, así como las actividades de ocio que pueden ofertar algunos albergues y las rutas de peregrinación (barranquismo, visitas a museos, piragüismo, festivales, etc.).

## 5. Referencias

- Abín Rueda, Rocío. Impactos ambientales de la producción de huevos: Análisis de ciclo de vida y Huella de carbono. *Universidad de Oviedo* [en línea]. Julio de 2016 [consultado el 25 de enero de 2022]. Disponible en: [https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/38994/TFM\\_Rocio\\_AbinRuedo.pdf;jsessionid=313C8CD3A66D6BDD8E41AA81525E2A32?sequence=6](https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/38994/TFM_Rocio_AbinRuedo.pdf;jsessionid=313C8CD3A66D6BDD8E41AA81525E2A32?sequence=6)
- Análisis del ciclo de vida: ISO 14040. *Geoinnova*. 13 de septiembre de 2016 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://geoinnova.org/blog-territorio/analisis-del-ciclo-de-vida-iso-14040/>
- Análisis de los datos publicados por Eurostat sobre generación de residuos en la Unión Europea - Actualidad RETEMA. *RETEMA, Revista Técnica de Medio Ambiente*. 15 de marzo de 2021 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.retema.es/noticia/analisis-de-los-datos-publicados-por-eurostat-sobre-generacion-de-residuos-en-la-unio-GgK9j>
- Arena, Alejandro Pablo. Guía metodológica: análisis de ciclo de vida. Noviembre de 2017 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: [http://semaforo.hol.es/assets/pdf/2\\_diseno/informacion-ampliada-de-evolucion-del-ciclo-de-vida.pdf](http://semaforo.hol.es/assets/pdf/2_diseno/informacion-ampliada-de-evolucion-del-ciclo-de-vida.pdf)
- Baldó De Andrés, Paula. Qué es la huella de carbono de organización y sus alcances. *envirall - Consultoría Ambiental Estratégica*. 9 de octubre de 2019 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.envirall.es/que-es-la-huella-de-carbono-de-organizacion-y-sus-alcances-entendiendo-la-huella-de-carbono-parte-iii/>
- Basic Information of Air Emissions Factors and Quantification | US EPA. US EPA . [consultado el 19 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/basic-information-air-emissions-factors-and-quantification#About%20Emissions%20Factors>
- BBC News Mundo. Por qué el consumo de carne y lácteos tiene tanto impacto en el cambio climático - BBC News Mundo. *BBC News Mundo*. 8 de agosto de 2019

- [consultado el 26 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49279749>
- Bembibre, Cecilia. Importancia del turismo. *Importancia, una guía de ayuda*. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.importancia.org/turismo.php>
  - Camino del Norte | etapas y mapa | camino de santiago 2018| pilgrim.es. *Pilgrim*. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.pilgrim.es/camino-norte/>
  - Camino del Norte | información | gronze.com. *El Camino de Santiago | Gronze.com*. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.gronze.com/camino-norte/informacion>
  - Camino del Norte - Todas las etapas [la guía del 2020]. *Camino de Santiago 10 . 2020*. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.caminodesantiago10.com/del-norte/#:~:text=El%20camino%20del%20norte%20es,km%20divididos%20en%2034%20etapas>.
  - Carballo, Adolfo. El MC3 una alternativa metodológica para estimar la huella corporativa del carbono (HCC). *ResearchGate*. Junio de 2009 [consultado el 15 de enero de 2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/28320369\\_El\\_MC3\\_una\\_alternativa\\_metodologica\\_para\\_estimar\\_la\\_huella\\_corporativa\\_del\\_carbono\\_HCC](https://www.researchgate.net/publication/28320369_El_MC3_una_alternativa_metodologica_para_estimar_la_huella_corporativa_del_carbono_HCC)
  - Carnerero, Rubén. Análisis de ciclo de vida. Cuantificación de los impactos ambientales. 2 de abril de 2019 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: [http://www.degren.eu/wp-content/uploads/2019/04/Analisis\\_de\\_Ciclo\\_de\\_Vida.pdf](http://www.degren.eu/wp-content/uploads/2019/04/Analisis_de_Ciclo_de_Vida.pdf)
  - Castellani, V. and Sala, S. (2012) "Ecological Footprint and Life Cycle Assessment in the sustainability assessment of tourism activities," *Ecological Indicators*, 16, pp. 135–147. doi:10.1016/j.ecolind.2011.08.002.
  - Cesae, Business & tourism school. ¿Qué tipo de actividad económica es el turismo? *Másters y cursos de gestión hotelera y turismo - CESAE*. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.cesae.es/blog/que-tipo-de-actividad-economica-es-el-turismo>

- Cheng, M. et al. (2020) “The sharing economy and sustainability—assessing Airbnb’s direct, indirect and induced carbon footprint in Sydney,” *Journal of Sustainable Tourism*, 28(8), pp. 1083–1099. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1720698>
- Ecoembes. Beneficios de reciclar | Ecoembes. *Ecoembes* [en línea]. 2019 [consultado el 17 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.ecoembes.com/es/reduce-reutiliza-y-recicla/beneficios-de-reciclar>
- El hanandeh, A. (2013) “Quantifying the carbon footprint of religious tourism: The case of Hajj,” *Journal of Cleaner Production*, 52, pp. 53–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.009>
- Entorno turístico Staff. 40 costos y beneficios del turismo - Entorno Turístico. *Entorno Turístico*. 28 de abril de 2018 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.entornoturistico.com/40-costos-y-beneficios-del-turismo/>
- Espíndola, César y José O. Valderrama. Huella de carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. 2 de diciembre de 2011 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v23n1/art17.pdf>
- Eurostat 2021b. Estadísticas de turismo [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Tourism\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Tourism_statistics)
- Filimonau, V., Dickinson, J., Robbins, D., & Reddy, M. V. (2013). The role of “indirect” greenhouse gas emissions in tourism: Assessing the hidden carbon impacts from a holiday package tour. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 54, 78–91. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.07.002>
- Fullana, Pere y Rita PUIG. *Análisis del ciclo de vida*. Editorial Rubes, S.L, 1997. ISBN 9788449700705.
- Galiwonders. Camino de Santiago. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://galiwonders.com/blog/el-camino-de-santiago-cifras/>

- Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. *Ministerio para la transición ecológica*. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia\\_huella\\_carbono\\_tcm30-479093.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf)
- Güemes: un albergue que se resiste a desaparecer - Albergues del Camino de Santiago. *Albergues del Camino de Santiago*. 2 de febrero de 2015 [consultado el 19 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.alberguescaminosantiago.com/2015/02/guemes-un-albergue-que-se-resiste-a-desaparecer/>
- Haya, E. 2016. Análisis de ciclo de vida. Máster en ingeniería y gestión medioambiental. [Consultado el 11 de enero de 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/teoria\\_acv\\_migma1.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/teoria_acv_migma1.pdf)
- Historia del albergue. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.alberguedeguemes.es/>
- Huella de carbono. *mma.gob.cl*. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>
- Ibañez De Aldecoa, J. 2021. El turismo rural como respuesta al COVID-19 [Consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.caixabankresearch.com/en/sector-analysis/tourism/rural-tourism-response-covid-19>
- ISO 14001:2015. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://docs.gestionaweb.cat/1554/09-aplicacion-del-ciclo-de-vida.pdf>
- ISO, 14040. Gestión Ambiental – Evaluación del Ciclo de Vida – Principios y Marco; ISO: Madrid, 2006a.
- ISO 14044 Gestión medioambiental - Evaluación del ciclo de vida - Requisitos y directrices; ISO: Madrid, España, 2006b.
- Jefferiss, Paul. Carbon footprint measurement methodology. *Carbon trust*. 15 de marzo de 2007 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://semspub.epa.gov/work/09/1142519.pdf>

- Jimenez Herrero, Luis M. et al. Enfoques metodológicos para el cálculo de la huella de carbono. *Observatorio de la sostenibilidad en España*. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: [http://www.carbonfeel.org/Carbonfeel\\_2/Bitacora/Entradas/2011/9/15\\_Informe\\_Enfoques\\_metodologicos\\_para\\_el\\_calculo\\_de\\_la\\_Huella\\_de\\_Carbono\\_del\\_Instituto\\_de\\_la\\_Sostenibilidad\\_en\\_Espana\\_files/Informe%20OSE.pdf](http://www.carbonfeel.org/Carbonfeel_2/Bitacora/Entradas/2011/9/15_Informe_Enfoques_metodologicos_para_el_calculo_de_la_Huella_de_Carbono_del_Instituto_de_la_Sostenibilidad_en_Espana_files/Informe%20OSE.pdf)
- Kliwadenko, Katerina. Camino de Santiago de Compostela: una ruta con 12 siglos de historia - Ladera Sur. *Ladera Sur*. 7 de septiembre de 2017 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://laderasur.com/destino/camino-de-santiago-de-compostela-una-ruta-con-12-siglos-de-historia/>
- Lai, J. H. K. Huella de carbono de los hoteles: análisis de tres arquetipos en Hong Kong. *Ciudades Sostenibles y Sociedad* 2015,14, 334–341.
- Lenzen, M. et al. (2018) “The carbon footprint of global tourism,” *Nature Climate Change*, 8(6), pp. 522–528. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0141-x>.
- Los beneficios del reciclaje. *recycl3r*. Mayo de 2019 [consultado el 16 de enero de 2022]. Disponible en: <https://recycl3r.com/es/los-beneficios-del-reciclaje/#:~:text=Según%20datos%20de%20DEFRA,%20el,hasta%202035%20s%20en%20Europa.>
- Mason, P. 2020 Impactos, planificación y gestión del turismo. 4.ª edición, Oxon: Routledge, págs. 320.
- Maugeri, E., Gullo, E., Romano, P., Spedalieri, F., & Licciardello, A. (2017). THE BIOECONOMY IN SICILY: NEW GREEN MARKETING STRATEGIES APPLIED TO THE SUSTAINABLE TOURISM SECTOR\* (Vol. 4, Issue 3). <http://www.procedia-esem.eu>
- Mckelvie, J. Turismo Religioso. *Analista de Viajes y Turismo* 2005, 4, 1-47.
- Metodología del análisis de ciclo de vida (life cycle assessment LCA). *Gramas*. 16 de enero de 2014 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://gramaconsultores.wordpress.com/2014/01/16/metodologia-del-analisis-de-ciclo-de-vida-life-cycle-assessment-lca/>

- Metodología del análisis del ciclo de vida. [consultado el 14 de enero de 2022].  
Disponible  
en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6827/04CAPITOL3.pdf>
- Municipal waste statistics - Statistics Explained. *European Commission | Choose your language | Choisir une langue | Wählen Sie eine Sprache*. Diciembre de 2021 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible  
en: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal\\_waste\\_statistics#Further\\_Eurostat\\_information](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics#Further_Eurostat_information)
- Países más visitados del mundo 2022 (con más turismo). *ENTERAT.COM*. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible  
en: <https://www.enterat.com/ocio/paises-mas-visitados-mundo.php>
- Panorama del turismo internacional, Edición 2020. (s. f.). UNWTO Elibrary. [consultado el 16 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.e-unwto.org/doi/epdf/10.18111/9789284422746>
- Priyadarsini, R.; Xuchao, W.; Eang, L. S. Un estudio sobre el rendimiento energético de los edificios hoteleros en Singapur. *Energía y edificios* 2009, 41, 1319–1324.
- Puig, R. ; Kiliç, E. ; Navarro, A. ; Albertí, J. ; Chacón, L. ; Fullana-i-Palmer, P. Análisis de inventarios y huella de carbono de los servicios costeros-hoteleros: un caso de estudio español. *Sci. Entorno total*. 2017, 595, 244-254.
- Rico, A., Martínez-Blanco, J., Montlleó, M., Rodríguez, G., Tavares, N., Arias, A., & Oliver-Solà, J. (2019). Carbon footprint of tourism in Barcelona. *Tourism Management*, 70, 491–504. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.09.012>
- Rodríguez, Sergio. Repercusión Ambiental de productos y servicios. *Análisis de ciclo de vida*. 6 de febrero de 2014 [consultado el 14 de enero de 2022].  
Disponible  
en: [http://eneco2.ader.es/fileadmin/proprietario/jornadas/2014/6\\_febrero/Analisis\\_Ciclo\\_de\\_Vida-06-02-14-primera\\_parte.pdf](http://eneco2.ader.es/fileadmin/proprietario/jornadas/2014/6_febrero/Analisis_Ciclo_de_Vida-06-02-14-primera_parte.pdf)
- Saltzman, D. 2010. Viajes religiosos, basados en la fe, fuertes y en crecimiento: Informe de mercado de viajes. [Consultado el 25 de noviembre de 2021].

- Disponible en: <https://www.travelmarketreport.com/articles/Faith-Based-Religious-Travel-Strong-and-Growing>
- Tang, M.& Ge, S. (2018). Accounting for carbon emissions associated with tourism-related consumption. *Tourism Economics*, 24(5), 510–525. <https://doi.org/10.1177/1354816618754691>
  - Tecpa. Qué es el análisis de ciclo de vida (ACV) | Formación de ingenieros. *Cursos de formación de ingenieros*. 12 de marzo de 2020 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.tecpa.es/que-es-el-analisis-de-ciclo-de-vida-acv/>
  - Tureac, C. Tipos y formas de Turismo. Reporte. Departamento de Finanzas y Administración de Empresas, Universidad de Galati, Rumania. Informe, 2008.
  - Turismo religioso: los destinos más visitados | IFEMA. IFEMA MADRID: Eventos, Ferias y Congresos. 15 de junio de 2020 [consultado el 15 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.ifema.es/noticias/turismo/turismo-religioso-destinos-mas-visitados>
  - Turull, Nina. El analisis del ciclo de vida es la evolucion necesaria para conseguir edificios realmente sostenibles. *Zeroconsulting*. 3 de diciembre de 2018 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://blog.zeroconsulting.com/análisis-ciclo-vida>
  - UNWTO. Panorama del turismo internacional. [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284421237>
  - Ventajas y desventajas de la incineración de residuos - Planeta-Tierra. *Planeta-Tierra*.2020. [consultado el 16 de enero de 2022]. Disponible en: <https://planeta-tierra.info/energia/ventajas-y-desventajas-de-la-incineracion-de-residuos/>
  - Waste statistics - statistics explained. *European Commission | Choose your language | Choisir une langue | Wählen Sie eine Sprache*. Abril de 2021 [consultado el 14 de enero de 2022]. Disponible

en: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics)