

# ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO SOBRE EL SECTOR TURÍSTICO

## ANALYZING THE ECONOMIC EFFECT FROM OF THE GREENHOUSE GAS EMISSIONS ON THE TOURIST SECTOR

Sergio Zubelzu Mínguez *Universidad Complutense de Madrid*

[szubelzu@ucm.es](mailto:szubelzu@ucm.es)

Ana Hernández Colomina *ANSER Ingenieros SL*

[ana@anseringenieros.es](mailto:ana@anseringenieros.es)

Autor para correspondencia: Sergio Zubelzu

### Resumen

Ningún sector de la sociedad se encuentra ajeno a la realidad del cambio climático y son múltiples las iniciativas de los diferentes sectores económicos de cara a conocer, reducir y compensar las emisiones de gases de efecto invernadero. El sector turístico se encuentra sin duda entre los sectores más sensibles al cambio climático debido por un lado a su dependencia con las variables ambientales y territoriales y, por otro lado, a las propias emisiones derivadas de la actividad turística. En el presente trabajo se analiza esta relación bidireccional, se cuantifican los términos económicos de dicha relación y se determina el coste de la compensación de las emisiones generadas por las actividades turísticas. Los resultados ponen de manifiesto la sensibilidad, especialmente en términos de costes, del sector turístico ante las obligaciones derivadas de la compensación de las emisiones producidas por la propia actividad turística

**Palabras clave:** cambio climático, emisiones de gases de efecto invernadero, huella de carbono, emisiones actividad turística, derechos de emisión

### Abstract

There is no social sector alien to the reality of climate change while there many economic activities spearhead initiatives to know, reduce or neutralize greenhouse gas emissions. Tourist is one of the most sensitivity sectors because of, on the one hand, its environmental and territorial dependence and, on the other one, its own greenhouse gas emissions. In the present work this bi-directional relationship is analyzed, quantifying its economic terms and calculating cost of compensating greenhouse gas emissions from tourism activity. Results highlight the sensitivity of tourism sector from obligations arising from tourism activities greenhouse gas emissions compensation.

**Key words:** climate change, greenhouse gas emissions, carbon footprint, tourist sector emissions, emission allowances.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las emisiones difusas de gases de efecto invernadero pueden definirse, en el seno de la Unión Europea (UE), como todas aquellas procedentes de fuentes no incluidas en la Directiva 87/2003/CE de 13 de octubre del 2013, del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. Estas emisiones procedentes de fuentes entre las que se incluye el sector transporte o el comercial y representan un problema real no solo por su magnitud, un 59,4% del total en el año 2010 (De las Heras et al., 2011), sino por las complicaciones para su gestión práctica ya que la identificación del responsable de cara a su reducción o compensación no siempre resulta sencilla.

La gestión de esta clase de emisiones se ha venido instrumentando desde una perspectiva transversal al conjunto de actividades y mediante planes promovidos por algunas administraciones públicas de forma voluntaria. Entre estas iniciativas puede citarse el Pacto de los Alcaldes entre diferentes entidades municipales en la UE o los Proyectos Clima del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

También pueden incluirse dentro de las iniciativas de control de las emisiones difusas aquellas que con carácter voluntario promueven los agentes privados de cara a calcular y reducir la huella de carbono. Estas iniciativas a menudo son auditadas por las instituciones de acreditación lo que añade un extra de representatividad al proceso.

Dentro del sector de las emisiones difusas han de enmarcarse las derivadas de la actividad turística. Este sector, uno de los de mayor relevancia y dinamismo en la economía española, es especialmente sensible a las consecuencias del cambio climático. La relación es bidireccional puesto que el sector turístico es responsable de emisiones de la misma forma que los efectos del cambio climático sobre el medio físico y territorial tienen consecuencias evidentes sobre el sector turístico. Así, por un lado, muchas de las actividades propias del sector turístico (viajes, estancias y alojamientos, trayectos y desplazamientos en destino, gastronomía...) suponen un consumo energético, relevante en muchos casos, consecuencia del que se producen emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Por otra parte, varios de los activos turísticos más relevantes (espacios naturales, temperatura, pluviosidad, nieve...) son especialmente sensibles a las variaciones del clima.

En este contexto, se observan ciertas iniciativas encaminadas al cálculo de la huella de carbono en el seno del sector turístico. Tanto empresas privadas con carácter individual como asociaciones de empresarios o empresas públicas destinadas a la gestión y promoción turística han abordado, o promovido en nombre de terceros, el cálculo de la huella de carbono lo que a menudo conlleva además compromisos de reducción de las emisiones y, en un menor número de ocasiones, un compromiso para la compensación de las emisiones generadas.

Estas iniciativas para la compensación de las emisiones implican la adquisición de derechos de emisión equivalentes a la cantidad de emisiones producidas de forma que la actividad se convierta en neutral. Existen diferentes tipos de derechos de emisión generados y aceptados en diferentes ámbitos pero todos ellos se generan consecuencia de la ejecución de actividades que captan emisiones o que producen energía mediante modos menos contaminantes, en términos de GEI, que lo habitual del sector o la región en la que se promuevan los proyectos.

Estas iniciativas de compensación de emisiones y por tanto de adquisición del carácter neutral representan el mayor compromiso en cuanto a la lucha contra las emisiones y el

cambio climático. La decisión de compensar las emisiones se enfrenta no obstante con dos problemas relevantes que deben afrontar las instituciones dedicadas al turismo: en primer lugar la dificultad propia del cálculo de la huella de carbono y en segundo lugar el coste derivado de la adquisición de los derechos de emisión.

En el presente trabajo se viene a aportar luz sobre ambos constituyendo los objetivos del mismo el proponer un método de cálculo de la huella de carbono para los establecimientos turísticos y en segundo lugar analizar el efecto económico derivado de la adquisición de los derechos de emisión encaminados a compensar las emisiones. El estudio se centra sobre el sector hotelero para acotar el alcance y para la ciudad de Madrid para la definición del ámbito de estudio y poder delimitar la recogida y el tratamiento de datos encaminados al cálculo de la huella de carbono.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar el objetivo referido en el párrafo anterior se ha seguido una metodología basada en el análisis de los consumos energéticos y la información disponible respecto de los mismos para los establecimientos turísticos. En general el cálculo de la huella de carbono procede de la multiplicación del consumo de una fuente de emisión (vinculada al consumo de energía) por un factor de emisión tal y como queda reflejado en la ecuación 1.

$$HC(kgCO_{2eq}) = \sum_{i=1}^{i=n} C_i(ud) \times EF_i(kgCO_{2eq}/ud) \quad [1]$$

Donde  $C_i$  representa el consumo de cada fuente de emisión y  $EF_i$  los respectivos factores de emisión. De esta forma simplemente resta particularizar la expresión en cuestión para cada una de las fuentes de emisión consumidas en el contexto de la actividad turística estudiada y obtener el resultado definitivo.

La propuesta de cálculo contempla las emisiones de  $CO_2$  equivalentes ( $CO_{2eq}$ ) incluyendo así la equivalencia entre cada gas de efecto invernadero y el dióxido de carbono (considerando una prevalencia de 100 años en los términos descritos por la I.P.C.C., (2007).

En términos generales y a los efectos del presente estudio cabe considerar las fuentes de emisión imputables a la actividad hotelera expuestas en la tabla 1, que a su vez incluye las expresiones para el cálculo de la huella de carbono consideradas.

**Tabla 1.** Fuentes de emisión consideradas y expresiones para el cálculo de la huella de carbono.

Agua potable	$HC_A(kgCO_{2eq}/p) = EI_A(kWh/m^3) \times C_A(m^3/p) \times FE_E(kgCO_{2eq}/kWh)$ [2]
Saneamiento aguas residuales	$HC_S(kgCO_{2eq}/p) = EI_S(kWh/m^3) \times G_S(m^3/p) \times FE_E(kgCO_{2eq}/kWh)$ [3]
Transporte	Vehículo $HC_V(kgCO_{2eq}/p) = G_V(km/p) \times FE_V(kgCO_{2eq}/km)$ [4]

	Autobús	$HC_A (kgCO_{2eq}/p) = G_A (km/p) \times FE_A (kgCO_{2eq}/km)$ [5]
	Ferrocarril	$HC_F (kgCO_{2eq}/p) = G_F (km/p) \times FE_F (kgCO_{2eq}/km)$ [6]
Combustibles	GLP	$HC_{GLP} (kgCO_{2eq}/p) = C_{GLP} (kWh/p) \times FE_{GLP} (kgCO_{2eq}/kWh)$ [7]
	Gasóleo	$HC_G (kgCO_{2eq}/p) = C_G (kWh/p) \times FE_G (kgCO_{2eq}/kWh)$ [8]
	Gas Natural	$HC_{GN} (kgCO_{2eq}/p) = C_{GN} (kWh/p) \times FE_{GN} (kgCO_{2eq}/kWh)$ [9]
Energía eléctrica		$HC_E (kgCO_{2eq}/p) = C_E (kWh/p) \times FE_E (kgCO_{2eq}/kWh)$ [10]
Residuos		$HC_R (kgCO_{2eq}/p) = G_R (kWh/p) \times FE_R (kgCO_{2eq}/kWh)$ [11]

Para la determinación concreta de los valores de cada una de las variables expuestas en la tabla 1 se ha recurrido a las estadísticas oficiales disponibles respecto de los consumos y generación vinculados a cada una de las fuentes. Se han empleado datos de estadísticas oficiales de consumo (agua potable  $-C_A-$ , energía eléctrica  $-C_E-$ , gas natural  $-C_{GN}-$ , gasóleo  $-C_G-$  y gases licuados del petróleo  $-C_{GLP}-$ ) y generación (aguas residuales  $-G_S-$  y residuos  $-G_R-$ ) al igual que para los factores de emisión (factor de emisión del mix de generación de la energía eléctrica  $-FE_E-$ , el factor de emisión de la combustión del gas  $-FE_G-$ , factores de emisión del vehículo privado  $-FE_V-$ , autobús  $-FE_A-$  o ferrocarril  $-FE_F-$  y factor de emisión del tratamiento de los residuos  $-FE_R-$ ). Por su parte, las intensidades energéticas del suministro de agua potable ( $EI_A$ ) y del tratamiento de las aguas residuales ( $EI_S$ ) se han obtenido de estudios de carácter científico de relevancia.

Una de las principales cuestiones objeto de discusión a la hora de la definición de la huella de carbono de una actividad procede de la definición del ámbito de estudio y de la responsabilidad de las emisiones de cara a evitar tanto la doble contabilidad como la dejación de consideración de alguna emisión. Teniendo en cuenta esta circunstancia, en el presente trabajo se han considerado únicamente las fuentes de emisión imputables directamente a las actividades propias del turista en el establecimiento hotelero obviando aquellas que pudieran no formar parte del uso hotelero. Así, los conceptos considerados son los siguientes:

- Consumo de agua potable en el alojamiento.
- Tratamiento de las aguas residuales generadas durante la estancia.
- Transporte hasta el lugar del alojamiento. Únicamente el transporte desde el punto de llegada a la ciudad de destino hasta la localización del establecimiento hotelero. Los transportes hasta la ciudad destino o en el contexto de cualquier otra actividad de recreo no tienen que recaer necesariamente en la actividad del alojamiento.

- Consumo de combustibles vinculados al propio alejamiento. Al no conocerse la estructura concreta del consumo de combustible de cada establecimiento hotelero se acepta como válida la estructura conjunta y se reparte de forma proporcional.
- Consumo de energía eléctrica en el seno del establecimiento hotelero.
- Generación de residuos igualmente en el seno del establecimiento hotelero.

Se ha optado por emplear datos agregados respecto de cada una de las variables previamente referidas para el total del sector y posteriormente repartirlos entre el total de plazas. Esto permite imputar consumos y generaciones indirectas a cada una de las plazas haciendo más justo el cálculo. Igualmente se han obviado actividades propias del turismo pero cuya imputación a la plaza hotelera no es evidente (gastronomía, ocio nocturno, actividad de congresos, por ejemplo).

De esta forma, las expresiones anteriores permitirán deducir la huella de carbono global para cada plaza hotelera quedando pendiente de calcular el impacto económico que la compensación de tales emisiones tendrá sobre el sector. Para ello se recurrirá directamente a las cotizaciones de los derechos de emisión más relevantes (CERs – *Certificates of Emissions Reduction* –) y su evolución a lo largo del tiempo de forma que pueda analizarse tanto el impacto estático como el riesgo en función de la evolución de los precios en el tiempo.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cálculo de las emisiones a partir de las expresiones expuestas en la tabla 1 ha requerido en primer lugar de determinar cada una de las variables exigidas para el cálculo. La obtención concreta de la información ha topado en muchos de los casos con los problemas derivados de la falta de transparencia y la ausencia de información respecto de algunas de las variables requeridas. Ello ha motivado la necesidad de utilizar fuentes y períodos temporales diferentes para cada una de ellas. Finalmente los valores concretos empleados y sus características son las que se reflejan en la tabla 2.

**Tabla 2.** Características de las variables referidas a consumo empleadas para la determinación de la huella de carbono de la actividad hotelera.

Variable	Resultado	Justificación
Consumo agua potable ( $C_A$ )	177 ( $m^3/p$ )	FENERCOM (2007)
Generación agua residual ( $G_S$ )	141,6 ( $m^3/p$ )	80% del agua consumida según Canal de Isabel II (2003)
Consumo de energía eléctrica ( $C_E$ )	6.146,56 (kWh/p)	IDAE (2015)
Consumo de GLP ( $C_{GLP}$ )	726,27 (kWh/p)	IDAE (2015)
Consumo de gasóleo ( $C_G$ )	1959,88 (kWh/p)	IDAE (2015)
Consumo de gas natural ( $C_{GN}$ )	1.955,47 (kWh/p)	IDAE (2015)

Generación trayectos en vehículo ( $G_V$ )	9,63 (km)	Distancia promedio desde principales estaciones transporte hasta centro Madrid.
Generación trayectos en autobús ( $G_A$ )	9,87 (km)	Distancia promedio líneas de autobuses desde principales estaciones transporte hasta centro Madrid.
Generación trayectos en ferrocarril ( $G_F$ )	7,47 (km)	Distancia promedio trayectos metro o red cercanías desde principales estaciones transporte hasta centro Madrid.
Generación residuos ( $G_R$ )	846,88 (kg/año)	INE (2015)

Por su parte, la tabla 3 incluye los factores de emisión y las características de cada uno de ellos empleados para el cálculo de la huella de carbono.

**Tabla 3.** Resultados y justificación de los factores de emisión empleados para la determinación de la huella de carbono de la actividad hotelera.

Factor de emisión	Resultado	Justificación
Intensidad energética agua potable ( $EI_A$ )	1,02 (kWh/m <sup>3</sup> )	Hardy y Garrido (2010)
Intensidad energética tratamiento aguas residuales ( $G_S$ )	0,586 (kWh/m <sup>3</sup> )	Hardy y Garrido (2010)
Factor emisión mix generación energía eléctrica ( $EF_E$ )	0,358 (kgCO <sub>2eq</sub> /km)	Red Eléctrica Española (2011, 2012, 2013, 2014a, 2014b)
Factor emisión GLP ( $EF_{GLP}$ )	0,22 (kgCO <sub>2eq</sub> /km)	Eggleston et al. (2006)
Factor emisión gasóleo ( $EF_G$ )	0,26 (kgCO <sub>2eq</sub> /km)	Eggleston et al. (2006)
Factor emisión gas natural ( $EF_{GN}$ )	0,2 (kgCO <sub>2eq</sub> /km)	Eggleston et al. (2006)
Factor emisión vehículo privado ( $G_V$ )	0,287 (kgCO <sub>2eq</sub> /km)	Zubelzu y Álvarez (2015)
Factor emisión autobús ( $EF_A$ )	0,11 (km)	DEFRA (2013)
Factor emisión ferrocarril ( $EF_F$ )	0,06 (km)	DEFRA (2013)

Factor de emisión	Resultado	Justificación
Factor emisión residuos (EF <sub>R</sub> )	0,39 (kgCO <sub>2eq</sub> /kg)	Oficina Española de Cambio Climático, (2014)

Por último, la combinación de los resultados concretos expuestos en las tablas 2 y 3 utilizando las expresiones referidas en la tabla 1, permite calcular la huella de carbono esperada por cada plaza de alojamiento hotelera en la ciudad de Madrid. Los resultados específicos aparecen expuestos en la tabla 4.

**Tabla 4.** Resultados obtenidos para la huella de carbono para cada plaza hotelera al año.

Concepto	Resultado (kgCO <sub>2eq</sub> /p)
Agua potable	64,43
Saneamiento aguas residuales	29,70
Transporte	1.052,62
Combustible	1.064,38
Energía eléctrica	2.200,47
Residuos	332,64
TOTAL	4.744,45

Resulta relevante a la vista de los resultados obtenidos en la tabla 4 cómo el resultado global obtenido se sitúa ligeramente por encima de los valores obtenidos para el sector residencial en algunos otros trabajos como por ejemplo en Zubelzu y Hernández (2014) que calcularon una huella de carbono total de 2.279,03 kgCO<sub>2eq</sub>/hab·año. En realidad las fuentes utilizadas en ambos estudios no son estrictamente comparables pero sí el orden de magnitud de las emisiones generadas en un año.

Resulta relevante a la hora de analizar las características de la huella de carbono obtenida estudiar el reparto entre cada una de las fuentes. En la figura 1 se incluye un gráfico con el reparto porcentual de cada una de las fuentes consideradas en orden a deducir la huella de carbono total.

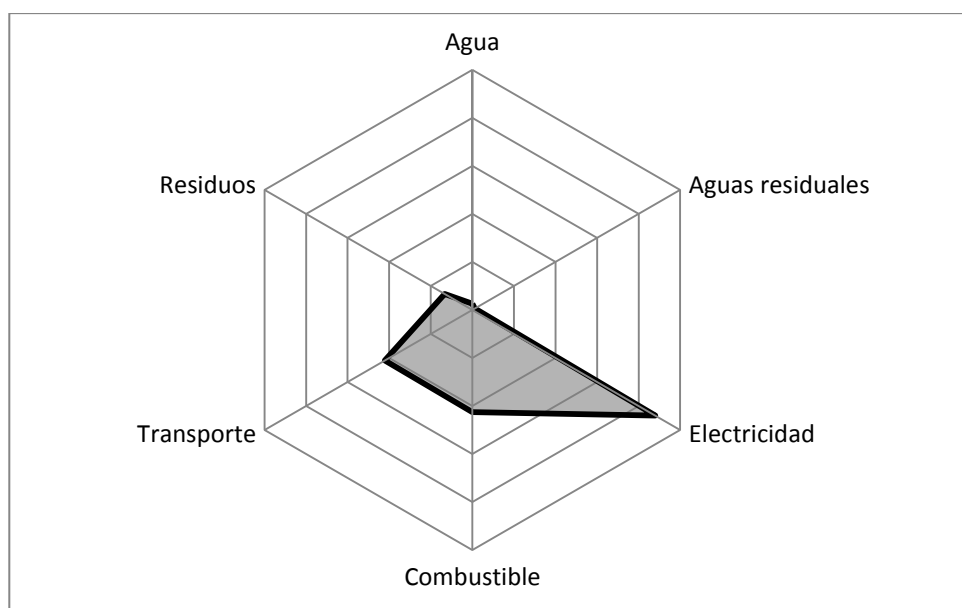


Figura 1. Participación de cada una de las fuentes analizadas en la huella de carbono total obtenida.

Cabe observar a la vista de la figura 1 cómo la fuente más relevante resulta ser el consumo de energía eléctrica seguido del gas y los combustibles. El transporte queda en tercer lugar. Este hecho pone de manifiesto la conveniencia de analizar el consumo energético y primar las medidas de eficiencia energética, en especial aquéllas que limitan la vinculación con el mix de generación de energía eléctrica nacional y promueven la generación distribuida como la solar fotovoltaica o incluso la eólica según los casos. Esta dependencia de la energía eléctrica también condiciona la posible adopción de medidas alternativas de movilidad basadas en el vehículo eléctrico cuyas emisiones dependen en gran medida del mix de generación eléctrica del país tal y como han puesto de manifiesto, entre otros, Huo et al. (2009), Shi et al. (2013), o Álvarez et al. (2015).

En todo caso se pone de manifiesto el consumo energético vinculado a la climatización y el ambiente del edificio tal y como han puesto de manifiesto y propuesto medidas correctivas algunos autores tales como Yu et al. (2007) o Blanco et al. (2012).

Si los resultados se particularizan para cada cliente, aceptando que cada cliente pernocta una media de 3,36 noches y que la ocupación asciende al 57,7% los resultados descienden sensiblemente tal y como puede observarse en las cifras incluidas en la tabla 5.

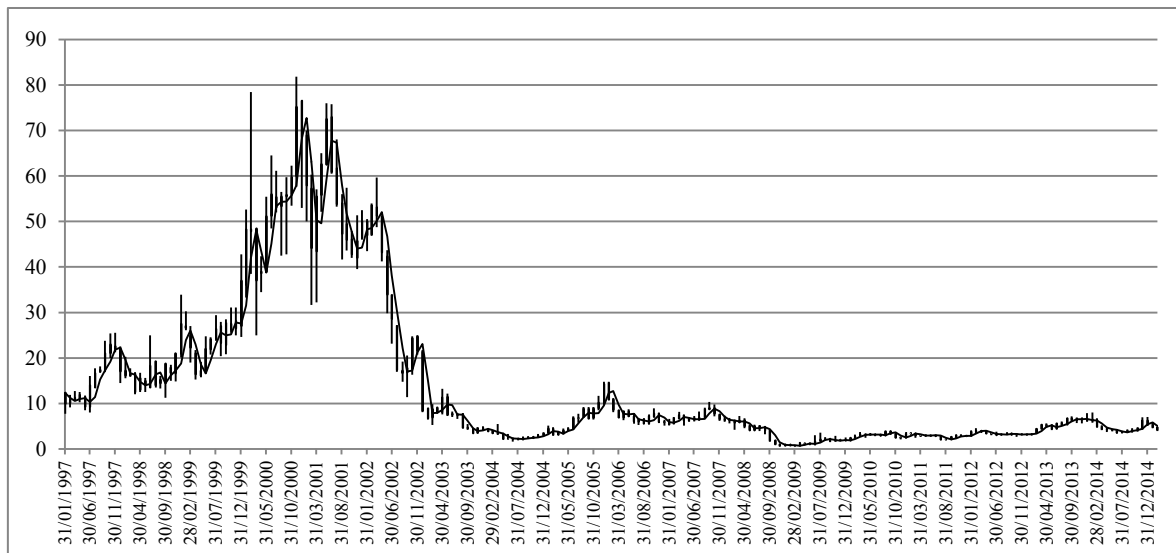
**Tabla 5.** Resultados obtenidos para la huella de carbono para cada cliente al año.

Concepto	Resultado (kgCO <sub>2eq</sub> /cliente)
Agua potable	1,03
Saneamiento aguas residuales	0,47
Transporte	35,10
Combustible	16,98
Energía eléctrica	16,79



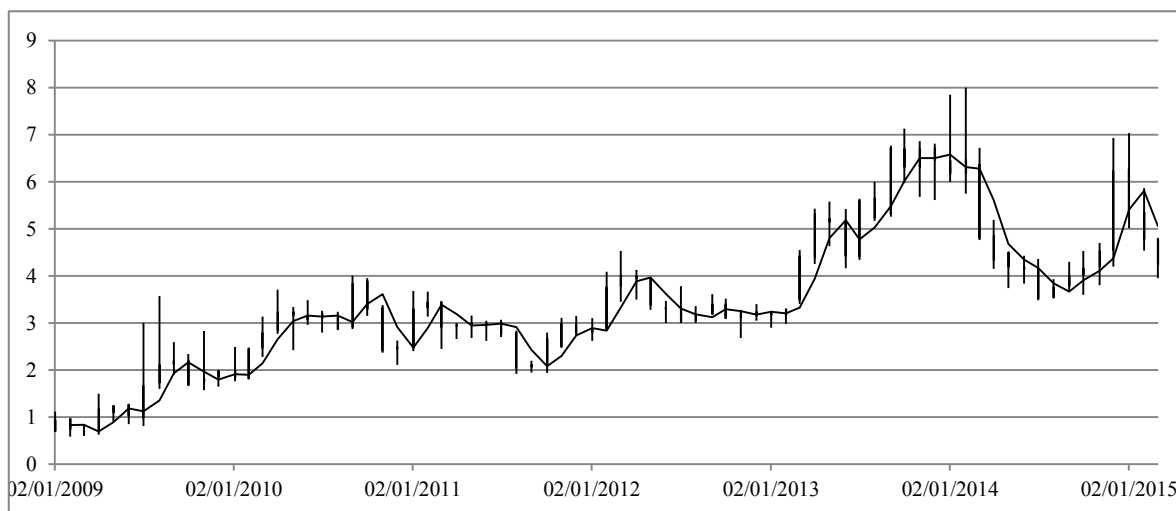
Concepto	Resultado (kgCO <sub>2eq</sub> /cliente)
Residuos	5,30
TOTAL	75,69

Una vez obtenida la huella de carbono total cabe analizar las consecuencias económicas derivadas de la necesidad de compensación. Se adopta como válida la compensación mediante la adquisición de derechos de emisión CER. En la figura 2 se incluye un gráfico con la evolución de las cotizaciones de los CER desde el año 1997.



**Figura 2.** Evolución de los precios de los CER desde 1997.

La figura anterior muestra una marcada volatilidad de los precios a largo plazo fruto de las incertidumbres generadas en las rondas de negociación internacionales para la prórroga de los acuerdos de Kioto. Se observa sin embargo un comportamiento mucho más estable desde el año 2009 a (figura 3).



**Figura 3.** Evolución de los precios de los CER desde 2009.

Aunque la estabilidad es mayor, la tendencia alcista a medio plazo parece observarse a pesar de las correcciones observadas a finales del año 2014 y en lo que va de año 2015.

En este contexto, cada establecimiento hotelero habría de adquirir, 4,74 CER (equivalente a una tonelada de emisiones de CO<sub>2eq</sub>) para compensar las emisiones anuales de cada plaza. Esta adquisición genera los costes cuyos indicadores (se ha utilizado la aproximación normal para el intervalo de confianza debido al elevado tamaño de la muestra de acuerdo con Zubeizu, 2014) se incluyen en la tabla 6.

**Tabla 6.** Resumen de estadísticos vinculados a la compensación de emisiones considerando precios de CER desde 1997 para cada plaza.

Estadístico	Resultado (€/p)
Media	65,58
Mediana	29,93
Moda	128,10
Desviación estándar	79,87
Coefficiente de variación	1,21
Curtosis	2,47
Coefficiente de asimetría	1,84
Rango	360,01
Mínimo	3,22
Máximo	363,23
LS IC (95%)	76,21
LI IC (95%)	54,94

El desembolso medio que hubieran debido de afrontar los hoteles por cada plaza al año asciende a 65,58 euros al año. Aun siendo los datos dispersos y siendo marcadamente asimétricos a la derecha, el coste no resulta elevado. Menos resulta teniendo en cuenta la evolución de los precios de los CER desde el año 2009, que se sitúan en la franja inferior de la cotización histórica desde el año 2007.

Si se acepta como válida la pernoctación media manejada en el presente trabajo de 3,36 noches y un grado de ocupación del 57,7% por ciento, los resultados de la tabla 6 pueden particularizarse para cada cliente. Los datos concretos de este ejercicio se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7.** Resumen de estadísticos vinculados a la compensación de emisiones para cada cliente.

Estadístico	Resultado (€/p)
Media	1,04
Mediana	0,47
Moda	2,04
Desviación estándar	1,27
Coefficiente de variación	1,22
Curtosis	2,48
Coefficiente de asimetría	1,84

Estadístico	Resultado (€/p)
Rango	5,74
Mínimo	0,05
Máximo	5,79
LS IC (95%)	1,21
LI IC (95%)	0,87

El coste promedio por un cliente que pernoctara 3,36 noches y con una ocupación promedio del 57,7% ascendería a 1,04 euros, cifra inferior al impuesto ambiental implantado en determinadas regiones.

#### 4. CONCLUSIONES

La actividad hotelera resulta sensible al cambio climático en una doble dirección, por un lado en tanto que actividad generadora de emisiones y por otro lado en tanto que receptor de turistas sensibles a las condiciones climáticas y sus efectos sobre el medio territorial y ambiental.

En este contexto, entre las principales limitaciones que encuentra el sector para adoptar medidas concretas de lucha contra el cambio climático se encuentran las metodológicas derivadas de la dificultad del cálculo de las emisiones y las económicas consecuencia del coste de la compensación.

La solución a la primera de las cuestiones pasa por la correcta delimitación del ámbito de estudio evitando la doble contabilidad e incorporando todas las emisiones representativas sobre el total. En el presente trabajo se ha considerado incluidas dentro del ámbito de responsabilidad de la instalación hotelera los consumos energéticos y eléctricos derivados del alojamiento, el transporte imputable a la localización del establecimiento hotelero, el consumo de agua y el tratamiento de las aguas residuales y residuos. Las cifras obtenidas ascienden a una huella de carbono total de 4.744,45 kgCO<sub>2eq</sub>/p y de 75,69 kgCO<sub>2eq</sub>/cliente.

A partir de las cifras anteriores, el coste derivado de la compensación de las emisiones generadas se obtiene sin más que recurrir a las cotizaciones de los derechos de emisión (CER), resultando un costes promedio de 65,58 €/p o de 1,04 €/cliente.

#### 5. REFERENCIAS

- Álvarez, R., Zubelzu, S. Díaz, G., & López, A. (2015). Analysis of low carbon super credit policy efficiency in European Union greenhouse gas emissions. *Energy*, 82: 996-1010.
- Blanco Silva, F., Lopez Diaz, A., & Zubelzu Minguez, S. (2012). Renovation of windows in the building of the Faculty of Political Sciences of the University of Santiago de Compostela (Spain). Energetic and Environmental Study. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 13(2): 802-810.
- Canal de Isabel II (2006). *Normas para redes de saneamiento, versión 2006*. Madrid, Canal de Isabel II.

- De las Heras, A., Domenech, C., & Carles, E. (2011). *Análisis de Datos de Emisiones de CO<sub>2</sub> en España. Entidades sujetas a la Directiva Europea 2003/87/CE. Período 2011 y contexto Global*. Barcelona, Fundación Empresa y Clima.
- DEFRA (2013). *Government GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors*. London, Department for Environment Food & Rural Affairs.
- Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., & Tanabe K. (Eds) (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Hayama, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- FENERCOM (2007). *Guía de gestión energética en el sector hotelero*. Madrid, Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Comunidad de Madrid.
- Hardy, L., & Garrido, A. (2010). *Análisis y evaluación de las relaciones entre el agua y la energía en España. Papeles de agua virtual n° 6*. Madrid, Fundación Botín.
- Huo, C. S., Matsuoka, Y., Simson, J., & Gomi, K. (2013). Low carbon urban development strategy in Malaysia - The case of Iskandar Malaysia development corridor. *Habitat International*, 37: 43-51.
- IDAE (2015). *Seguimientos Energéticos Sectoriales (SES). Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía*. Madrid, Ministerio de Industria y Turismo.
- INE (2015). *Encuesta sobre generación de residuos en el sector servicios y construcción 2011*. Madrid, Instituto Nacional de Estadística.
- I.P.C.C. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Intergovernmental Panel on Climate Change (I.P.C.C.).
- Oficina Española de Cambio climático (2014). *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España e información adicional años 1990-2012*. Madrid, Dirección General Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Medio ambiente, Medio Rural y Marino.
- Red Eléctrica Española. (2011). *El Sistema Eléctrico Español 2010*. Madrid, Red Eléctrica de España.
- Red Eléctrica Española. (2012). *El Sistema Eléctrico Español 2011*. Madrid, Red Eléctrica de España.
- Red Eléctrica Española. (2013). *El Sistema Eléctrico Español 2012*. Madrid, Red Eléctrica de España.
- Red Eléctrica Española. (2014a). *Avance del informe del sistema eléctrico español 2014*. Madrid, Red Eléctrica de España.
- Red Eléctrica Española. (2014b). *El Sistema Eléctrico Español 2013*. Madrid, Red Eléctrica de España.
- Shi, X., Li, X., & Yang, J. (2013). Research on carbon reduction potential of electric vehicles for low-carbon transportation and its influencing factors. *Huan jing ke xue* 34(1): 385-394.
- Yu, J. H., Yang, C. Z., Hu, J. W., Tian, L. W. (2007). Effects of envelope energy saving strategies on energy consumption in residential building. *Proceedings of the 5th*

*International Symposium on Heating, Ventilating and Air Conditioning vols I-II*, 849-857.

Zubelzu, S. (2014). *Estadística, teoría y problemas*. Madrid, García Maroto editores, SL.

Zubelzu, S., & Álvarez, R. (2015). Urban planning and industry in Spain: a novel methodology for calculating industrial carbon footprints. *Energy Policy*, In press. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2015.03.025>

Zubelzu, S., & Hernández, A. (2014). Methodolgy for household carbon footprint calculation incorporated in urban planning procedures. *Proceedings of XVIII International Congress on Project Management and Engineering*, July 16-17.