



---

**Cita bibliográfica:** Peniche, S., Laure, A. y Cázares, L. (2017). El impacto ambiental del turismo internacional: caso de la huella de carbono de los vuelos internacionales hacia Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Investigaciones Turísticas* (14), pp. 45-62. <https://dx.doi.org/10.14461/INTURI2017.14.03>

---

## **El impacto ambiental del turismo internacional: caso de la huella de carbono de los vuelos internacionales hacia Puerto Vallarta, Jalisco, México**

### **The environmental impact of international tourism: the carbon footprint of international flights to Puerto Vallarta, Jalisco, Mexico**

*Salvador Peniche.* Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Universidad de Guadalajara, México. [speniche@ucea.udg.mx](mailto:speniche@ucea.udg.mx)

*Arturo Laure.* Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Universidad de Guadalajara, México. [artlaure@hotmail.com](mailto:artlaure@hotmail.com)

*Lizett Cázares.* Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Universidad de Guadalajara, México. [lizclaris@gmail.com](mailto:lizclaris@gmail.com)

#### **RESUMEN**

En este documento se analizó que, si bien el sector turístico ha sido de gran importancia para la economía mexicana en los últimos años, el impacto socio ambiental de esta actividad económica es elevado. En el artículo que se presenta y se explora el subsidio ambiental de la actividad turística: la huella de carbono producida por los vuelos internacionales en el caso de uno de los destinos turísticos de sol y playa más importantes de México, como lo es Puerto Vallarta, Jalisco. El objetivo del estudio consiste en indagar una estimación de la huella de carbono de los vuelos internacionales y de su costo económico en donde se presenta. El material que se utilizó fue la calculadora de emisiones de la ICAO, esta calculadora de emisiones permitió conocer la huella aproximada por cada vuelo de origen hacia Puerto Vallarta, posteriormente se estimó la huella de carbono por persona y la huella de carbono total generada. Los resultados encontrados han sido de considerar para el sector turístico, en específico la asociación internacionales de transporte aéreo (IATA), se evidencio en el estudio que el flujo de vuelos a Puerto Vallarta ha aumentado y como consecuencia el impacto ambiental es alto; ante esto, consideramos la necesidad la aplicación de un modelo de distribución del costo entre las aerolíneas, el establecimiento de nuevas condiciones de mercado de acuerdo a las elasticidades de demanda de los servicios turísticos y la política de conservación de los bosques con el fin de proteger el medio ambiente.

**Palabras clave:** Sector turístico, huella de carbono, impacto medioambiental, cambio climático.

## ABSTRACT

Although the tourism industry has been of great importance for the Mexican economy in recent years, the socio-environmental impact of this economic activity is high. This article explores a particular aspect of the environmental effect of tourism: the carbon footprint produced by international flights in the case of one of the most important sun and beach tourist destinations in Mexico, namely Puerto Vallarta, Jalisco. The objective of this study is to estimate the carbon footprint of international flights and their economic cost. The material that was used was the ICAO emission calculator, this emission calculator enables the approximate footprint for each flight to Puerto Vallarta to be calculated and, in turn, the carbon footprint per person and the total carbon footprint generated. The results found are significant for the tourism industry, specifically the International Air Transport Association (IATA). They reveal that the flow of flights to Puerto Vallarta has increased and as a consequence the environmental impact is high. As result of this research, we consider it necessary to implement a cost distribution model among airlines, establish new market conditions according to the demand elasticity of tourism services and implement a forest conservation policy in order to protect the environment.

**Keywords:** Tourism industry, carbon footprint, environmental impact, climate change.

## I. INTRODUCCIÓN

El turismo internacional constituye uno de los sectores más importantes para México ya que tradicionalmente aporta gran parte de las divisas necesarias para implementar las políticas nacionales de desarrollo. De acuerdo al Anuario Turístico Nacional, al cierre del año 2015, el sector turismo habrá ingresado más de 17, 734 millones de dólares en divisas. En el 2015, la tasa de crecimiento del turismo internacional hacia México fue de 6.74%, muy por arriba de la media mundial. Por tercer año consecutivo, México impondrá un récord en materia de captación de turistas extranjeros, al llegar a 32.1 millones de visitantes en 2015, es decir, 32% más en lo que va del sexenio, cifra que aparece sólo detrás de las ventas de la industria automotriz (49,656 MD) y de las remesas provenientes del extranjero (\$23, 607 MD).<sup>1</sup>

Por su parte, las implicaciones sociales del espasmo ecológico de la actualidad son enormes. El futuro del país, su viabilidad, depende de que se tenga una evaluación correcta de las nuevas condiciones que enfrentamos como sociedad en un mundo en crisis ecológica y, en función de ello, planear estrategias que permitan adaptarnos a un contexto caracterizado por todo tipo de restricciones biofísicas como la escasez de recursos naturales, los nuevos patrones climáticos, las migraciones de damnificados ambientales, etc. El cambio de nuestro estilo de vida, de los patrones de producción y de consumo es un hecho: la pregunta es si ¿esta transformación vendrá de manera planificada o por la vía de los hechos? La diferencia entre ambos será el costo social de la transición.

---

<sup>1</sup> El Financiero, Axel Sánchez, "Autos generan más divisas que el petróleo, turismo y remesas juntos", 16- 02-2015.

En el contexto descrito, el modelo de la actividad turística mundial tendrá que ser revisado, dado el impacto al medio ambiente que por múltiples causas ocasiona a las sociedades receptoras. Uno de estos impactos es, sin duda, la huella de carbono.

La manera en que el desarrollo turístico se ha manifestado en los principales destinos turísticos de sol y playa en México es de llamar la atención. Sin embargo, según algunos indicadores, el *modus operandi* del modelo actual ha llegado a sus límites. Desafortunadamente, el costo ambiental del turismo internacional en nuestro país es de consideración y se traduce en la destrucción del entorno natural, causado entre otros fenómenos, por la construcción de infraestructura en zonas sensibles, como manglares, selvas, áreas naturales protegidas, por las prácticas turísticas agresivas contra el medio ambiente, la explotación de los recursos hídricos locales, la generación de desechos y el sobreconsumo suntuario. En esta lógica, un lugar especial lo ocupa la aportación del turismo al cambio climático global derivado del uso de energía (aires acondicionados, lavanderías, etc.) y, particularmente la huella de carbono de los vuelos que transportan a los turistas a México. La aportación de gases de efecto invernadero de esta actividad representa 40% del sector (UNEP, 2008: 34).

Tabla 1. Principales destinos turísticos en el mundo

Llegadas de Turistas Internacionales (millones de personas)				
Ranking 2015	2013	2014	2015	Var % 15/14
<b>Mundial</b>	<b>1,088</b>	<b>1,134</b>	<b>1,184</b>	<b>4.4%</b>
1 Francia	83.6	83.6	84.5	0.9%
2 EE. UU.	70	75	..	..
3 España	60.7	64.9	68.2	5.0%
4 China	55.7	55.6	56.9	2.3%
5 Italia	47.7	48.6	50.7	4.4%
6 Turquía	37.8	39.8	..	..
7 Alemania	31.5	33	35	6.0%
8 Reino Unido	31.1	32.6	..	..
<b>9 México</b>	<b>24.2</b>	<b>29.3</b>	<b>32.1</b>	<b>9.5%</b>
10 Rusia	28.4	29.8	31.3	5.0%
11 Tailandia	26.5	24.8	29.9	20.4%

Fuente: OMT

En la tabla 1 se muestra la evolución positiva en los últimos tres años de México como destino turístico mundial ya que presenta un crecimiento constante, ante esto se manifiesta la importancia del sector en México.

El artículo que se presenta, tiene el objetivo de calcular el costo de la huella de carbono de la industria turística, en el caso de los vuelos internacionales de Puerto Vallarta y desarrollar una discusión sobre los límites y viabilidad del modelo actual de turismo internacional.

El problema de la huella de carbono de la actividad turística ha sido reflejado en la literatura especializada Olcina (2012) en donde se aborda el tema bajo una perspectiva pragmática y recomienda que:

*“El turismo debe aproximarse al problema del cambio climático con la necesidad de transmitir la realidad de un fenómeno complejo, con la responsabilidad de evitar posturas extremas (cambio drástico de destinos, desaparición del modelo de sol y playa, etc.) que pueden crear descreimientos o afianzar irresponsables actitudes “negacionistas” arraigadas en la falta de manifestaciones evidentes en la actualidad de un proceso que, por naturaleza, se desarrollará a mediano y largo plazo.” (Olcina, 2012:3).*

La crisis ambiental en relación con el sector es abordada desde otra perspectiva por Hiernaux (2003). El autor considera que el momento actual constituye una oportunidad para replantear la lógica y el papel que juega el turismo en la sociedad contemporánea. Según el autor es necesaria:

*“Una visión integradora, abierta y congruente con el progreso en el conocimiento, debería permitirnos replantear la misión del turismo en las sociedades contemporáneas, de allá que pueda surgir una concepción de turismo sumamente diferente. Esta nueva concepción debería ser menos ligada a consideraciones de moda, de ganancias y de radicalización de las formas de hacer turismo (turismo extremo, turismo sexual...) y centrarse en la posibilidad de que el turismo pueda ser la vía por la cual la sociedad pueda reconciliarse con el entorno natural y reconocer su pertenencia al mismo.” (Hiernaux, 2003).*

En cualquier caso, la necesidad de revisar el modelo, con relación al deterioro del entorno ecológico está presente en las preocupaciones de los teóricos y los tomadores de decisiones en el sector.

En la primera sección, el ensayo elabora el problema estudiado: la huella de carbono derivada de los vuelos turísticos internacionales. En la segunda, se explora la importancia de Puerto Vallarta en el esquema turístico mexicano. En la tercera sección se exponen los criterios metodológicos para el cálculo de la huella de carbono de los vuelos turísticos en el lugar de estudio, se realizan los cálculos y se desarrolla la discusión sobre la relación turismo con alto impacto y dependencia económica. En la última sección se exponen las principales conclusiones.

### **1.1. Cambio climático y el peso específico de la huella de carbono de la aviación en el turismo internacional**

El quinto informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (PICC) de la Organización de las Naciones Unidas, emitido en el año 2014, estableció su posición sobre la situación climática que vive la humanidad y sobre los factores antropogénicos en el proceso.

*“La influencia humana en el sistema climático es clara y las emisiones antropogénicas recientes de gases de efecto invernadero son las más altas en la historia. Los cambios climáticos han tenido impactos generalizados en los sistemas humanos y naturales” (IPCC. 2014:2)*

Bajo la perspectiva del PICC existe evidencia científica del aumento de los niveles promedio de la temperatura a escala mundial y de la influencia que tiene en este proceso la actividad productiva humana. El PICC se refiere en particular a la emisión de gases que ocasionan el efecto invernadero, entre los cuales el más importante es el dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>). El reporte señala que el ser humano ha contribuido de manera determinante en el incremento de

la presencia de este gas en la atmósfera ocasionando una acumulación 400<sup>2</sup> partes por millón<sup>3</sup>. De continuar con estas tendencias, afirma el panel, tendríamos un incremento promedio de la temperatura global de 2 grados centígrados para fin de siglo. En todas las estimaciones de los especialistas de la ONU, tal aumento tendría graves consecuencias para la civilización humana.

Según el informe, los impactos de este fenómeno ya han empezado a manifestarse en diversas formas, como en el incremento del nivel de los océanos, el derretimiento de los glaciares, el incremento en la intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos y otros fenómenos colaterales como la acidificación de los océanos.

El aumento de la temperatura media global es un fenómeno muy complejo y no puede atribuirse a un solo factor, como el incremento de la concentración del CO<sup>2</sup> en la atmósfera. De hecho la quema de combustibles fósiles es un factor marginal en el ciclo natural del carbono, detrás, por ejemplo, del CO<sup>2</sup> producido de manera natural por los océanos. En la historia geológica del planeta, durante largos períodos se han dado etapas de cambios dramáticos en el ciclo del carbono y otros factores de los cuales depende la temperatura planetaria. Sin embargo, sorprendentemente, el clima se ha mantenido más o menos estable bajo condiciones mucho más adversas que las actuales: la tierra ha demostrado poseer un sistema de regulación generado por procesos de retroalimentación que restauran el equilibrio, tales como el efecto de las selvas, los ciclos de las nubes, el eje de la tierra y la actividad solar. Por lo anterior parece pertinente estudiar el estado de la resiliencia de los sistemas naturales del planeta, es decir, avanzar en el entendimiento de los límites de los mecanismos de retroalimentación climática del globo. En otras palabras, es necesario profundizar el conocimiento sobre aspectos específicos de las sinergias de los fenómenos que determinan el clima como las tendencias del incremento de la captura de CO<sup>2</sup> en la masa boscosa del mundo, el efecto de la acidificación del océano ocasionada por el incremento de CO<sup>2</sup> en la atmósfera, o la retroalimentación de esos cambios sobre el clima.

Las respuestas a estas preguntas científicas rebasan la capacidad predictiva de los actuales modelos de simulación climática. Sin embargo, cualquiera que sea el signo de los cambios de los equilibrios de los ecosistemas, parece evidente que ocasionarán transformaciones en el estilo de vida de la sociedad contemporánea.

La aviación internacional, como actividad económica, tiene gran importancia. Según el Reporte Anual de la Asociación Internacional de Aviación Civil 2013, de la ONU, cada año, tres mil millones de personas se transportan por la vía aérea. El sector proporciona trabajo a más de 56 millones de personas y el crecimiento anual del tráfico aéreo de personas es de 4.4%. La economía del sector reporta un impacto de 2.2 billones de dólares lo cual corresponde al 3.5% del producto global, 35% del valor comercial mundial utiliza este medio de transporte.

El impacto ambiental del sector es significativo. La aviación contribuye con 2% de las emisiones globales de CO<sup>2</sup> (1.3% aviación internacional) (ICAO, 2013).

---

<sup>2</sup> Límite de alerta establecido por el PICC

<sup>3</sup> Existen otras fuentes de creación del CO<sup>2</sup>, como la vegetación y los océanos y el vapor de agua.

## 1.2 Puerto Vallarta en el turismo en México

La importancia del turismo en la economía mexicana es indiscutible. El sector es un importante generador de empleo y de ingresos que sostienen a regiones importantes del país.

De acuerdo al Programa de la Industria Turística de México 2013-2018. El país se encuentra en el puesto número 10 del conteo del país más confiable para invertir (noveno en la lista de AT Kearney), y también es reconocido como el séptimo destino con prioridad de inversión turística en el mundo.

Sin embargo, está claro que ciertas barreras aún prevalecen. Según datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), si bien la formación bruta de capital del sector en los indicadores de capital e inversión promedio creció 18% entre 2003 y 2011, el año pasado decayó alrededor del 3%. Además, la Inversión Extranjera Directa (IED) por el desarrollo de la industria del turismo decayó en años recientes, de \$435 millones de dólares en 2004 a 106 millones de dólares en 2012.

Tabla 2. Ingresos por turismo en millones de dólares en el país, 2015

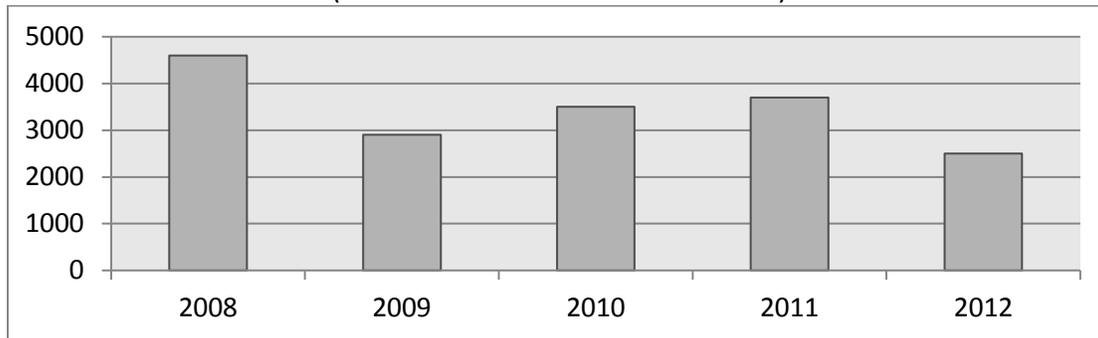
<b>Principales destinos turísticos en el mundo por ingresos (miles de millones de dólares)</b>				
<b>Clasificación</b>		<b>Destino</b>	<b>Año</b>	
<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>País</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
1	1	Estados Unidos	177.2	178.3
2	2	China	105.4	114.1
3	3	España	65.1	56.5
4	4	Francia	57.4	45.9
9	5	Tailandia	38.4	44.6
5	6	Reino Unido	46.6	42.4
6	7	Italia	45.5	39.7
7	8	Alemania	43.3	36.9
10	9	Hong Kong (China)	38.4	35.9
8	10	Macao (China)	42.6	31.3
17	13	Japón	18.9	25.0
<b>22</b>	<b>17</b>	<b>México</b>	<b>16.2</b>	<b>17.5</b>
16	18	Singapur	19.1	16.7
21	19	Suiza	17.4	16.2
25	20	Emiratos Árabes	14.0	16.0
		<b>Total Mundial</b>	<b>1,295</b>	<b>1,232</b>

Fuente: OMT y Banco de México.

En la tabla anterior, se muestra el comportamiento del sector turístico en el año 2015, en donde manifiesta un crecimiento de casi del 10%. Este mismo comportamiento se ha reflejado en los últimos años con un crecimiento bajo pero constante. Durante el periodo 2003-2014 el promedio del valor nominal de las compras de bienes y servicios directamente adquiridos por el visitante en México fue de 8.5% a pesar de la coyuntura adversa derivada la crisis financiera global en 2008 y el episodio de emergencia sanitaria de la gripe AH1N1 de 2009.

En una evaluación sobre los resultados de la inversión privada en el sector turístico, la Secretaría de Turismo (SECTUR)<sup>4</sup> reporta que los proyectos considerados en infraestructura hotelera se estimaron en 1 679 millones de dólares, sin embargo, la cifra real sólo alcanzó los mil 148 millones, distribuidos de la siguiente manera: recreación \$377 millones, servicios auxiliares \$ 244 millones y los alimentos y bebidas \$ 76 millones.

Gráfico 1. Inversión extranjera en la industria del Turismo (2008-2012 en millones de dólares)



Fuente: Censo de Inversión de la Secretaría de Turismo (SECTUR).

El Gráfico 1 muestra el desempeño de la inversión en el sector turismo en México. Sobresale el año 2012 en el cual se observa una actividad menor a la esperada a pesar de las expectativas de las reformas impulsadas por la administración del presidente Enrique Peña Nieto y el declarado interés del Gobierno Federal en el desarrollo del sector.

El modelo turístico de México es dual. El sector dominante, que ofrece los mayores rendimientos, corresponde a la inversión transnacional y, paralelamente, subsiste la actividad turística de outsiders, vinculada al mercado nacional que atiende 85% de la demanda y genera 90% de la derrama económica (Altes, 2008).

El turismo transnacional está desvinculado de las cadenas locales de valor. El turismo de alto ingreso raramente se encuentra inserto en las estructuras económicas locales y es por ello que gran parte de los ingresos provenientes de ese sector se exportan por la vía de los ingresos de las cadenas hoteleras y la organización de los circuitos turísticos o los costos de aerotransporte. Por otro lado, gran porcentaje de la ventaja competitiva del sector es producto de la externalización de los costos sociales y ambientales. Lo anterior se debe a que, por una parte, los salarios de los trabajadores de los servicios turísticos no pueden competir con los de los países industrializados y, a que frecuentemente, a las empresas turísticas extranjeras, especialmente las hoteleras, se les ha permitido localizarse en zonas extremadamente sensibles para el equilibrio ecológico local. Los “ahorros” derivados de estas prácticas permiten al turismo “mexicano” competir a escala mundial en el sector.

La importancia del sector turístico en México se deriva en gran medida de la transformación estructural de la economía nacional ocasionada por estrategia de apertura

<sup>4</sup> SECTUR es la dependencia federal que tiene como objetivos el impulso al desarrollo de la oferta, apoyo a la operación de los servicios turísticos y la promoción del sector.

económica de los últimos años. Con la orientación al sector externo, aumentó la presencia de las empresas transnacionales en la economía nacional, los bastiones tradicionales de la economía mexicana se debilitaron y se incrementó la importancia de la exportación petrolera, ciertas industrias focalizadas ligadas al capital extranjero, como la automotriz y el sector turístico. Ciertamente, como señala la Secretaría de Turismo, mientras el desempeño del PIB ha ido a la baja, la participación del PIB turístico ha incrementado su participación porcentual de manera permanente en el global llegando en casi a 8.7% en el año 2015 (SECTUR, 2015).

Ante este escenario, el impulso de la actividad turística de altos ingresos adquirió una importancia estratégica y el subsidio ambiental, es decir, la flexibilidad de las normas ambientales para atraer la inversión extranjera, se convirtió en una práctica común y generalizada.

El comportamiento de la actividad turística en el municipio de Puerto Vallarta ha ido en aumento en los últimos años debido, en gran parte a que los gobiernos estatales de Jalisco, Nayarit y el Gobierno Federal destinaron alrededor de 13 millones de dólares en el 2014 en promoción. Actualmente, Puerto Vallarta se ha posicionado como el segundo de importancia en el país después de Cancún; En el puerto, el número de visitantes tanto nacionales como internacionales aumentó en 1.47% en el año 2014.

Mapa 1. Puerto Vallarta en México



Fuente: INEGI. Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco

Puerto Vallarta se encuentra en la costa occidental de México en el estado de Jalisco, el crecimiento de este municipio ha sido considerable por aumento del flujo turístico y como resultado de las oportunidades de empleo que genera el sector turístico.

Tabla 3. Comparativo del comportamiento de llegadas de turistas a los principales destinos turísticos en México en 2015

Destino turístico	Afluencia turística total	Inversión (millones de pesos)	Derrama económica	Generación de empleo	Llegada de pasajeros vía aérea	Estadía promedio (días)
Cancún	4,622,286	120,900	49,769,100,000	139,000	2, 937, 985	5.2
Los Cabos	1,421,000	150	11,022,164,205	116,768	637, 059	4.87 a 4.65
Puerto Vallarta	4.057.875	6,480	19.109.581	223,000	695, 087	4.5
Acapulco	4,634,000	5,000	21,862,900,000	239,545	89, 550	4.2

Fuentes: INEGI 2015

La tabla 3, nos muestra un comparativo de los principales destinos turísticos de sol y playa en México y las variables socioeconómicas que influyen en la actividad turística del destino turístico.

## II. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO GENERADA POR VUELOS A PUERTO VALLARTA, JALISCO

Según el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático, el principal factor del fenómeno es la emisión de los gases de efecto invernadero, entre los que destaca el dióxido de carbono o CO<sup>2</sup>. Este gas se produce en la quema de combustibles fósiles, fundamentalmente. Al volumen de gas emitido por una entidad se le conoce como su huella de carbono. Se puede afirmar que el principal énfasis de la discusión sobre el cambio climático se centra en el manejo de la emisión del CO<sup>2</sup> o su huella de carbono.

El inventario de emisiones de dióxido de carbono del Banco Mundial pone a México en una modesta posición, con un total de 468 602 toneladas métricas y una producción per cápita anual de 3.8 en 2013 (el total mundial fue de 35, 848, 592 TM y la media fue de 5). El primer emisor fue China con 10, 249,463 (7.6 por persona), y los Estados Unidos en segundo lugar con 5, 186,168 TM (16.4 por persona) (Banco Mundial, 2017).

Para determinar uno de los factores más relevantes de la participación del sector turístico en Puerto Vallarta, en el cambio climático, calculamos su huella de carbono (específicamente en lo concerniente a los vuelos internacionales provenientes de EUA).

En general, Carbon Trust (2007) define la huella de carbono como:

*“Las emisiones totales de gases de efecto invernadero (CO<sup>2</sup>), en toneladas equivalentes de un producto a lo largo de su ciclo de vida desde la producción de las materias primas empleadas en su producción, hasta la eliminación del producto acabado (En Carballo Penela, 2010).”*

En lo que concierne al turismo internacional, según la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT, 2014) Puerto Vallarta es destino de vuelos originados en 33 ciudades de América del Norte. Entre los más destacados están Los Ángeles, Phoenix, Dallas y San Francisco.

Tabla 3. Origen de los vuelos con mayor frecuencia que arriban a Puerto Vallarta. 2016

Internacional	Vuelos
Los Ángeles	473
Phoenix	189
Dallas	305
San Francisco	280

Elaboración propia con información de SCT, 2016

Para calcular la huella de carbono de los vuelos internacionales en Puerto Vallarta se consideraron los siguientes elementos:

- a. El cálculo de la huella de carbono se enfocó a los principales vuelos internacionales realizados en 2014.
- b. Se utilizó la calculadora de emisiones de la Organización Internacional Civil de Aviación (ICAO por sus siglas en inglés).
- c. Los datos duros provinieron de las estadísticas operacionales de aerolíneas 2014 de la Secretaría de Caminos y Transportes (SCT). Debido a la dispersión en los orígenes de los vuelos sólo se tomaron en cuenta los sitios de partida con más de 100 vuelos al año. Por ello, el estudio consideró 18 aeropuertos emisores localizados en las ciudades de Atlanta, Calgary, Chicago, Dallas, Denver, Edmonton, Houston, Los Ángeles, Minneapolis, Nueva York, Phoenix, Salt Lake City, San Diego, San Francisco, Seattle, Toronto, Vancouver y Winnipeg.

La calculadora de emisiones permitió conocer la huella aproximada por pasajero, por cada lugar de origen hacia Puerto Vallarta. Posteriormente se estimó la huella de carbono por persona y la huella de carbono total generada en 2014.

*a. Calculadora de emisiones de la ICAO*

La calculadora de CO<sup>2</sup> de la ICAO requiere información sobre el origen del vuelo, el destino, la clase del asiento (económico, *premium*, etc.), si el viaje es redondo y el número de pasajeros.

La estimación de la huella en la calculadora consiste en la comparación de los datos ingresados con la información de una base de datos comprendida por pares de ciudades (vuelos regulares anuales), distancia del círculo mayor (distancia entre aeropuertos), factor de utilización de las aeronaves (carga en pasajeros y pasaje estimado), consumo de combustible (de acuerdo con la guía de inventario de emisiones de la Agencia Ambiental Europea) y número de asientos (Herrera García y Vales Cordero, 2013: 13).

La base de datos es el parámetro de comparación para el cálculo considerando los dos aeropuertos que se mencionan al comenzar a usar la calculadora.

Una vez que se tiene el consumo promedio de combustible por viaje y tipo de avión se divide entre el número de asientos que tiene un vuelo de clase económica, dando un promedio de combustible gastado por pasajero. En seguida, el resultado se multiplica por un factor de emisión para obtener la cantidad de emisiones de CO<sup>2</sup> (ICAO, 2014: 4).

Se identificaron los orígenes de los vuelos por medio del código de los aeropuertos, sus claves y distancias recorrida en cada vuelo.

Tabla 5. Origen de los vuelos que llegaron a Puerto Vallarta, Jalisco en 2014

Origen	País	Código IATA	Distancia (en km)
ATLANTA	EUA	ATL	2,506
CALGARY	Canadá	YYC	3,467
CHICAGO	EUA	ORD	2,871
DALLAS	EUA	DFW	1582
DENVER	EUA	DEN	2,132
EDMONTON	Canadá	YEG	3,695
HOUSTON	EUA	IAH	1,434
LOS ANGELES	EUA	LAX	1,960
MINNEAPOLIS	EUA	MSP	2,906
NEW YORK	EUA	EWR	3,677
**NEW YORK	EUA	JFK	3,705
PHOENIX	EUA	PHX	1,566
SALT LAKE CITY	EUA	SLC	2,324
SAN DIEGO	EUA	SAN	1,786
SAN FRANCISCO	EUA	SFO	2,504
SEATTLE	EUA	SEA	3,346
TORONTO	Canadá	YYZ	3,484
VANCOUVER	Canadá	YVR	3,545
WINNIPEG	Canadá	YWG	3,325

Elaboración propia con información de la calculadora de emisiones del ICAO

A continuación, se obtuvo la huella de carbono en relación a cada lugar de origen, el número promedio de asientos que tiene el avión utilizado para llegar a Puerto Vallarta, el modelo de aeronave y la cantidad promedio de combustible consumido por vuelo.

Seguidamente, se estimó la huella de carbono por vuelo (HCV), la cual se estimó mediante el producto del número de pasajeros promedio por la HC por pasajero. A continuación, se calculó la huella de carbono por lugar de origen (HCLO), misma que se obtuvo del producto del número de vuelos realizados en cada aeropuerto por la huella de carbono por vuelo (HCV).

Finalmente, se calculó la huella de carbono total de los vuelos que partieron de los aeropuertos considerados en el estudio con destino a Puerto Vallarta en 2014 (HCT), mediante la suma de las huellas de carbono por lugar de origen (HCLO).

Los resultados obtenidos permitieron conocer una estimación de la magnitud de la huella de carbono generada por los aviones que viajan hacia Puerto Vallarta. La HC, es directamente proporcional a la distancia que realizan los vuelos y al consumo de combustible (turbosina).

Tabla 6. Resultados obtenidos de la calculadora de emisiones del ICAO

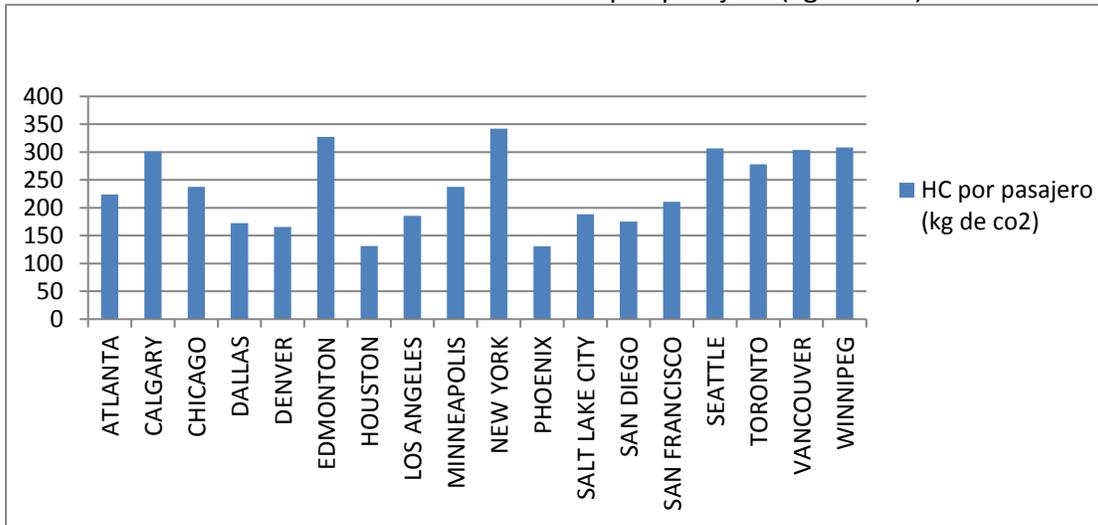
Origen de los pasajeros	HC por pasajero (kg de CO <sup>2</sup> )	Consumo de combustible (kg)	Promedio de pasajeros
ATLANTA	223.88	8629	161
CALGARY	300.85	12068	164
CHICAGO	237.67	9596	169
DALLAS	172.3	6771	164
DENVER	165.32	7017	178
EDMONTON	327.32	13688	169
HOUSTON	131.37	5172	165
LOS ANGELES	185.35	6907	156
MINNEAPOLIS	237.65	9445	166
NEW YORK (EWR)	339.36	12409	153
NEW YORK (JFK) <sup>5</sup>	341.99	12502	153
PHOENIX	130.75	5329	171
SALT LAKE CITY	188.68	6267	139
SAN DIEGO	175.32	6409	153
SAN FRANCISCO	210.96	8315	165
SEATTLE	306.71	11291	154
TORONTO	278.27	11424	170
VANCOUVER	304.11	12526	167
WINNIPEG	308.3	11270	153

Elaboración propia con información del ICAO

A continuación, se muestra gráficamente la huella de carbono por pasajero por lugar de origen.

<sup>5</sup> Hay dos aeropuertos internacionales: para el caso de Nueva York en ambos salen vuelos hacia Puerto Vallarta, sin embargo, en los siguientes cálculos solo se tomará en cuenta el aeropuerto con el código JFK por ser el más grande de dicha ciudad.

Gráfica 2. Huella de carbono por pasajero (kg de CO<sup>2</sup>)



Elaboración propia con información de la calculadora de emisiones del ICAO

Los vuelos que generan la mayor huella de carbono por pasajero son los provenientes de Nueva York (EUA), Edmonton (CAN), Seattle (EUA) y Winnipeg (CAN). Los de menor huella son los provenientes de Phoenix (EUA) y Houston (EUA).

La Huella de Carbono por Vuelo (HCV) resultante fue mayor para Edmonton (Canadá) con un valor de 55.31 toneladas de CO<sup>2</sup>, en un vuelo de Edmonton hacia Puerto Vallarta con 169 pasajeros; en segundo lugar está Nueva York (EUA) con un valor de 52.324 toneladas de CO<sup>2</sup> y Vancouver (CAN) con 50.786 toneladas de CO<sup>2</sup>.

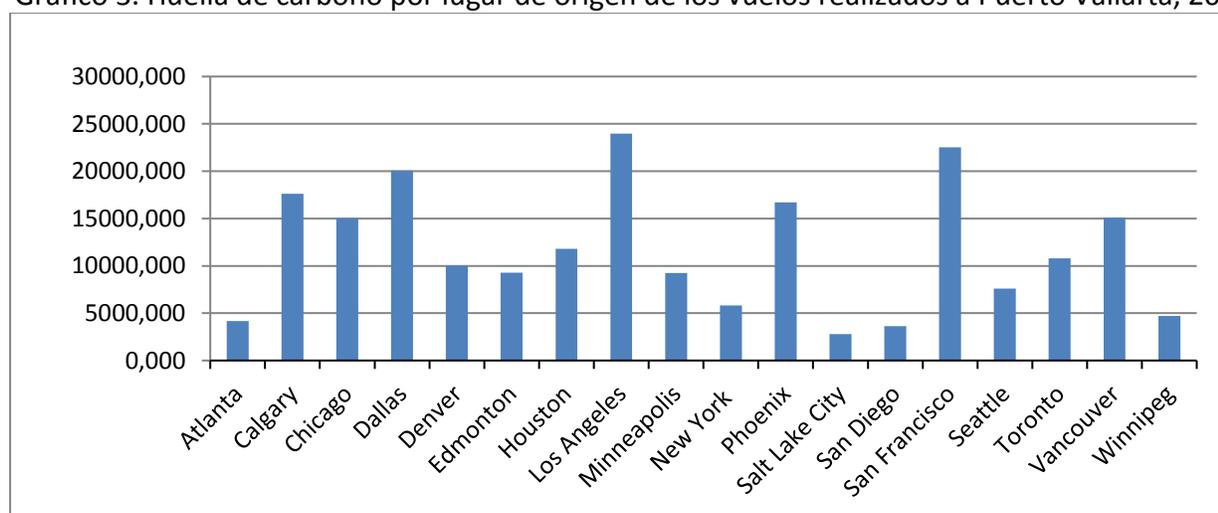
Tabla 7. Resultados Huella de carbono

Origen de los	Vuelos	HC por vuelo	HC por lugar de origen
Atlanta	116	36.045	4181.183
Calgary	357	49.339	17614.166
Chicago	374	40.166	15022.170
Dallas	710	28.257	20062.612
Denver	341	29.427	10034.593
Edmonton	168	55.317	9293.269
Houston	544	21.676	11791.771
Los Ángeles	829	28.915	23970.203
Minneapolis	234	39.450	9231.277
New York	111	52.324	5808.016
Phoenix	747	22.358	16701.613
Salt Lake City	106	26.227	2780.011
San Diego	136	26.824	3648.059
San Francisco	647	34.808	22521.035
Seattle	161	47.233	7604.568
Toronto	228	47.306	10785.745
Vancouver	297	50.786	15083.552
Winnipeg	100	47.170	4716.990

Elaboración propia con información de la SCT, 2014 y la calculadora de emisiones del ICAO

En cuanto a la Huella de Carbono por Lugar de Origen (HCLO), los indicadores más elevados corresponden a los vuelos originados en Los Ángeles, San Francisco, Dallas y Calgary, con una generación de 23 970, 22 521.035, 20 062.612 y 17 614.166 toneladas de CO<sup>2</sup> respectivamente, por los vuelos realizados a Puerto Vallarta. A diferencia de la HCV el factor determinante es la cantidad de vuelos realizados al año.

Gráfico 3. Huella de carbono por lugar de origen de los vuelos realizados a Puerto Vallarta, 2014



Elaboración propia con información de la SCT y la calculadora de emisiones de la ICAO

Así, la Huella de Carbono Total (HCT) generada por los vuelos internacionales realizados a Puerto Vallarta en el año 2014 es de 210, 850.833 toneladas de CO<sup>2</sup>.

El problema de la huella de carbono de los vuelos internacionales es un caso típico del llamado *free rider*. Los *polizones* o *free riders* son los pasajeros que transfieren los costos ecológicos de sus vuelos al resto de los habitantes del planeta a través del CO<sup>2</sup> que emiten las aeronaves. ¿Cómo internalizar los costos de este tipo de contaminación?, ¿Cuánto deberían pagar los pasajeros para compensar los efectos de sus vuelos?

La huella de carbono de los vuelos internacionales para Puerto Vallarta es significativa si tomamos en cuenta que, como hemos mencionado líneas arriba, el promedio anual de generación de CO<sup>2</sup> per cápita en México es de 3.8 toneladas al año (SEMARNAT, 2013:25). La cantidad de hectáreas boscosas necesarias para capturar el dióxido de carbono emitido por los vuelos cada año es de 468.66 ha. (se capturan 911 libras de CO<sup>2</sup> por árbol, ó 410, 060 libras de CO<sup>2</sup> por acre sembrado con 450 árboles; es decir, se capturan 430.22 kilos de CO<sup>2</sup> por árbol o 186 toneladas por acre o 459.71 t por ha, al año)<sup>6</sup>.

Para calcular el impuesto de carbono, es decir, el pago por los servicios ambientales de un bosque que capture el CO<sup>2</sup> generado, establezcamos el precio comercial del producto forestal.<sup>7</sup> Una hectárea de roble genera aproximadamente 75.4 metros cúbicos de madera (1 100 árboles x ha)<sup>8</sup>, y el costo comercial de cada metro cúbico en rollo es de \$2 248.00 (maderas finas a precios de 2003)<sup>9</sup>. Por lo tanto, en el mercado, la madera generada por una hectárea de bosque de captura de carbono (roble) es de \$169,499.20 De esta manera, el costo del servicio ambiental de la captura de carbono emitido por los vuelos internacionales hacia Puerto Vallarta alcanza la cifra de \$79, 437,495.07 pesos al año, precio correspondiente a la cantidad de madera producida por un bosque de las características descritas.

El impuesto verde promedio, por vuelo, requerido para compensar la externalidad de la emisión de CO<sup>2</sup> a la atmósfera sería de \$27,074.81 pesos, el cual debería ser distribuido entre la empresa y los pasajeros, y prorrateado de acuerdo con la distancia de vuelo y el tipo y eficiencia del uso de combustible.

Al respecto, resta discutir los impactos económicos de este impuesto Pigouviano<sup>10</sup>. Como se sabe, la utilidad de este impuesto consiste en promover la internalización de la externalidad ambiental. Los efectos redistributivos serán considerables. Nos referimos a la distribución del costo entre las aerolíneas, el establecimiento de nuevas condiciones de mercado de acuerdo a las elasticidades de demanda de los servicios turísticos y la política de conservación de los bosques.

---

<sup>6</sup> American Forest <http://www.americanforests.org/assumptions-and-sources/>

<sup>7</sup> El roble es una especie especialmente importante en la captura de CO<sup>2</sup>

<sup>8</sup> FAO, <http://www.fao.org/docrep/article/wfc/xii/0167-a2.htm>

<sup>9</sup> Elizondo, [http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/maderas\\_02\\_elizondo\\_study.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/maderas_02_elizondo_study.pdf)

<sup>10</sup> Impuesto pigouviano es un instrumento de gestión ambiental propuesto por uno de los fundadores de la economía del bienestar, Arthur Pigou (1877-1959), el cual consiste en desincentivar la producción y el consumo de algún bien o servicio por razones de su impacto ambiental.

En su conjunto, lo anterior significaría una transformación del contexto del turismo internacional y una reducción de las emisiones de dióxido de carbono.

### III. CONCLUSIONES

La importancia de la actividad turística para nuestro país es innegable, tanto desde la perspectiva macroeconómica como en los impactos en el desarrollo regional en donde se manifiesta. Lo anterior se debe a que, debido a la reestructuración de la economía nacional originada por las políticas de apertura comercial, una parte importante de las divisas extranjeras entran por este concepto.

Sin embargo, consideramos que el modelo turístico tradicional ha comenzado a alcanzar su límite: la manera en que se ha estructurado el sector facilita el flujo de recursos al exterior por la vía del control de los consorcios transnacionales y las aerolíneas extranjeras. Por otra parte, el esquema fomenta la externalización de los costos sociales y ambientales a través de los bajos salarios comparativos y, especialmente, a través de la externalización de los costos ambientales.

La generación de la huella de carbono ocupa un lugar preponderante en este tema. La huella de carbono expresa un problema de fondo: el aprovechamiento estratégico de un recurso (al aire puro) por parte de un grupo reducido de la población (los turistas internacionales) a costa de la conservación de las condiciones de vida de la mayor parte de la población. Lo anterior tiene graves consecuencias para toda la humanidad.

El nuevo modelo de turismo internacional debe considerar la internalización de los costos del deterioro ambiental y expresarlos en los precios de los servicios tanto en los hoteles como en las tarifas aéreas: los llamados impuestos pigouvianos. Lo anterior impondría un incentivo negativo a los vuelos internacionales y promovería estrategias de disminución de la huella de carbono y la aplicación de un nuevo esquema de turismo.

El impacto a la economía nacional y regional de esta medida de política ambiental sería importante, en particular, podría significar una oportunidad para diseñar un nuevo esquema en el cual el modelo transnacional dominante fuera suplido por uno menos agresivo al medio ambiente.

En resumen, el nuevo modelo de turismo debe incluir la salvaguarda de las reservas naturales de los países receptores. También debe fomentar el desarrollo económico de los actores locales, de la comunidad y su actividad productiva. Desde esta perspectiva, cabe preguntarse el lugar que juega el turismo internacional. La evidencia empírica demuestra que, en la zona de estudio, el modelo de turismo internacional no sólo contraviene estos principios, sino que contribuye de manera importante al problema de la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera. Consideramos que la viabilidad de la actividad turística en el futuro inmediato depende del diseño de un nuevo esquema que aborde los temas socio-ambientales de una manera sustentable.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altes, C. (2008). Turismo y desarrollo en México. Banco interamericano de desarrollo, 1-135  
Recuperado de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3962/Turismo%20y%20desarrollo%20en%20M%C3%A9xico.pdf?sequence=1>
- Carballo, A. (2010). Utilidad de la Huella Ecológica y del Carbono en el ámbito de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y el eco etiquetado de bienes y servicios. *Desarrollo Local Sostenible*, 3 (8), pp. 3. Recuperado de: <http://www.eumed.net/rev/delos/08/acp.htm>, Consulta: 4 de marzo de 2015.
- Herrera García A. y Vales Cordero N. (2013). SCT, Estimación de las emisiones de gases contaminantes generadas por la actividad aérea en México (pp.13-14). Recuperado de: <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt384.pdf>
- Hiernaux D. N. (2003) Turismo y sustentabilidad: crisis de paradigmas y nuevas orientaciones. En Gómez N. (Coord.) *Desarrollo turístico y sustentabilidad* (pp. 57-69) Universidad de Guadalajara
- Instituto Nacional Estadística, Geografía e Informática. (2015) INEGI. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/default.aspx> (MarcadorDePosición1), Consulta: 07 de marzo de 2015.
- International Civil Aviation Organization. (2010). ICAO Environmental report. Canadá: ONU. Disponible en: <http://www.icao.int/environmental-protection/Pages/EnvReport10.aspx>, Consulta: 5 de marzo de 2016.
- International Civil Aviation Organization. (2013). ICAO, Environmental report. Canadá: ONU. Recuperado de: <http://www.icao.int/environmental-protection/Pages/EnvReport13.aspx>, Consulta: 5 de marzo de 2015.
- International Civil Aviation Organization. (2014). ICAO, Carbon Emissions Calculator Methodology, 7, 1-16 (pp.4). Recuperado de: [http://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Documents/Methodology%20ICAO%20Carbon%20Calculator\\_v7-2014.pdf](http://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Documents/Methodology%20ICAO%20Carbon%20Calculator_v7-2014.pdf), Consulta: 05 de marzo de 2015.
- International Civil Aviation Organization. (2016) ICAO, Carbon Emissions Calculator. Recuperado de: <http://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Pages/default.aspx>, Consulta: 05 de marzo de 2015
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). Climate change 2014. Synthesis report, Summary for Policymakers. 1- 34, Recuperado de: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)
- Olcina, J. (2012). Turismo y cambio climático1: una actividad vulnerable que debe adaptarse. *Investigaciones Turísticas*, 4, 1-34.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2014). SCT, Estadística operacional por origen-destino en Estadística operacional de aerolíneas. Recuperado de: <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica/civil/estadisticas/estadistica-operacional-de-aerolineas-air-carrier-operational-statistics/>, Consulta: 08 de marzo de 2016.

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, (2014). Estimación de las emisiones de gases contaminantes generadas por la actividad aérea en México, Instituto Mexicano del Transporte. 384, (pp. 1-72) Recuperado de: [http://imt.mx/archivos/Publicaciones/Publicación\\_Técnica/pt384.pdf](http://imt.mx/archivos/Publicaciones/Publicación_Técnica/pt384.pdf), Consulta: 09 de marzo de 2016.
- Secretaría de Turismo, (2014). Boletín cuatrimestral de turismo. Secretaría de turismo, México. 41, 1-65, Recuperado de: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/Documentos%20Publicaciones/Bol\\_41\\_mayago14.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/Documentos%20Publicaciones/Bol_41_mayago14.pdf), Consulta: febrero de 2017
- Secretaría Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero 1990-2010, 1-412, (pp. 25) México: SEMARNAT. Recuperado de: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf\\_inegei\\_public\\_2010.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf_inegei_public_2010.pdf)
- The World Bank, (2017). World Development Indicators, Energy dependency, efficiency and carbon dioxide emission, The World Bank. Recuperado de: <http://wdi.worldbank.org/table/3.8#> Consultado: 30 de marzo de 2017
- United Nations Environment Programme. (2008). Climate change and tourism. Responding to global challenges. Recuperado de: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/WEBx0142xPAClimateChangeandTourismGlobalChallenges.pdf>, Consulta: 10 de febrero de 2016.