



Emisiones energéticas del turismo y sus factores
determinantes: el caso de los hoteles de Cancún,
Quintana Roo

Tesis presentada por

Melchor Ernesto Muñoz Dzib

para obtener el grado de

**MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DEL
AMBIENTE**

Tijuana, B.C., México

2020

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Director de Tesis: _____
Dr. Rigoberto García Ochoa

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. Dr. Humberto García Jiménez, lector interno
2. Dra. Ana Pricila Sosa Ferreira, lectora externa

*A mi familia y aquellas personas quienes
siempre me han brindado su apoyo y amistad.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico que recibí para la realización de mis estudios de maestría. A El Colegio de la Frontera Norte y al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada por permitirme ser parte del programa de Maestría en Administración Integral del Ambiente y a cada uno de las y los profesores por el conocimiento compartido y la orientación.

Un agradecimiento especial al equipo de la Dirección de Gestión para la Calidad del Aire y Monitoreo Ambiental de Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo por brindarme las facilidades para el trabajo de campo y la recopilación de información.

Un especial agradecimiento al Dr. Rigoberto García por el apoyo, dedicación y confianza al aceptar y dirigirme durante este proceso de formación profesional y elaboración de tesis; así como por sus consejos y comentarios. Al Dr. Humberto García por haber aceptado leer mi trabajo y brindar sugerencias para fortalecer el desarrollo de la investigación. De la misma manera, a la Dra. Pricila Sosa quien aceptó ser parte del desarrollo de mi tesis y me brindó sus comentarios para enriquecerla y también por su apoyo incondicional durante mi formación universitaria y de posgrado. A la Dra. Estela Cerezo por recibirme en la Universidad del Caribe, orientarme en la formulación de mi investigación y brindarme las facilidades durante mi estancia de investigación. A la Dra. Patricia Rivera y al Dr. Roberto Sánchez quienes me orientaron y brindaron sus consejos en la conducción de mi tesis y hacer amena mi estancia en El Colef.

Agradezco mucho a mi familia por su apoyo para seguirme superando y salir adelante, por su siempre cariño y confianza para lograr mis metas personales. A mis amigos de Cancún y Tijuana por sus ánimos, buenos deseos y apoyo. A mis compañeros y amigos de la MAIA y de otras maestrías porque, sin duda, pasamos momentos increíbles que hicieron amena mi estancia en el otro extremo del país.

RESUMEN

Cancún es uno de los principales destinos turísticos de playa mexicanos, tanto por el número de llegada de turistas, así como por la derrama económica que genera. Desde su planeación y desarrollo se consideró un modelo de sol y playa caracterizado por una alta densidad de turistas e infraestructura hotelera, por lo que se hace importante analizar su crecimiento en relación a las emisiones de carbono derivado del consumo de energía.

Se realizó un análisis de desacoplamiento de las emisiones de carbono en relación a la economía turística con la intención de verificar el estado actual de las emisiones de carbono respecto al crecimiento económico del turismo. Así mismo, se realizó un análisis de descomposición de emisiones del Índice Divisia de la Media Logarítmica (LMDI) para determinar los efectos generados que están incrementando las emisiones energéticas del turismo. Los resultados del desacoplamiento indican tres diferentes estados de las emisiones y la economía turística en el periodo 2014-2018: desacoplamiento fuerte, negativo y fuerte desacoplamiento negativo, en donde se determinó que el efecto intensidad energética es el principal factor que induce el crecimiento de las emisiones, mientras que el índice de carbonización no tiene gran relevancia. Para complementar, se realizó un análisis clúster para asociar las características de los hoteles respecto a las emisiones y se determinó que la categoría de los hoteles, la modalidad de operación y servicio, así como la antigüedad son otros factores que determinan la intensidad energética y, por lo tanto, de las emisiones de carbono.

PALABRAS CLAVE: descomposición de emisiones, desacoplamiento de la economía, economía turística, emisiones energéticas

ABSTRACT

Cancun is one of the main tourist destinations of Mexican beach, for the number of arrivals of tourists, as well as for the economic spill that generates. Since its planning and development it was considered a model of sun and beach characterized by a high density of tourists and hotel infrastructure, so it is important to analyze its growth in relation to carbon emissions derived from energy consumption.

An analysis of carbon emissions decoupling in relation to the tourism economy was carried out with the intention of verifying the current state of carbon emissions respect to the economic growth of tourism. Also, an decomposition analysis of the Logarithmic Media Divisia Index (LMDI) was carried out to determine the effects that are increasing tourism's energy emissions. The results of the decoupling indicate three different emissions states and the tourism economy in the period 2014-2018: strong decoupling, negative and strong negative decoupling. The energy intensity effect was determined to be the main factor inducing emission growth, while the carbonization index is not of great relevance. To complement, a clustered analysis was conducted to associate hotel characteristics with respect to emissions and determined that the category of hotels, the mode of operation and service, as well as age are other factors that determine energy intensity and carbon emissions.

KEYWORDS: emissions decomposition, decoupling of the economy, tourism economics, energy emissions

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes.....	1
Planteamiento del problema.....	4
Justificación.....	6
Objetivos de la investigación.....	7
Hipótesis.....	7
Limitaciones.....	8
CAPÍTULO I TURISMO Y DESARROLLO SUSTENTABLE EN CANCÚN	9
1.1 Introducción.....	9
1.2 Política turística y desarrollo sustentable en México.....	10
1.3 Historia del turismo en Cancún.....	12
1.4 Crecimiento poblacional en Cancún.....	18
1.5 Modelo turístico en Cancún e impactos ambientales.....	20
Conclusiones.....	23
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO DE LA RELACIÓN ENTRE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y AMBIENTE	25
2.1 Introducción.....	25
2.2 Desarrollo sostenible.....	26
2.3 Aspectos teóricos de la relación entre crecimiento económico, energía y emisiones.....	27
2.3.1 Curva Kuznets Ambiental.....	27
2.3.2 Desacoplamiento de la economía y el ambiente.....	29
2.3.3 Descomposición de emisiones.....	31
2.4 Aspectos del crecimiento económico del turismo, energía y emisiones.....	33
2.4.1 Contexto económico.....	35
2.4.2 Contexto social.....	36
2.4.3 Contexto ambiental.....	37
Conclusiones.....	38
CAPÍTULO III REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE CRECIMIENTO TURÍSTICO Y EMISIONES DE CARBONO	40
3.1 Introducción.....	40
3.2 Sector alojamiento y eficiencia energética.....	42

3.3 Tecnologías de eficiencia energética y energías renovables.....	43
3.4 Descomposición de emisiones del turismo	44
3.4.1 Estudios sobre la relación causal entre el crecimiento económico del turismo, el consumo energético y emisiones de CO2	45
3.4.2 Análisis de desacoplamiento entre crecimiento económico del turismo y emisiones de CO2.....	46
3.4.3 Análisis de descomposición de las emisiones de la actividad turística.....	49
Conclusiones	54
CAPÍTULO IV MARCO TEÓRICO – METODOLÓGICO	57
4.1 Introducción	57
4.2 Teorías para la formulación de la metodología	57
4.2.1 Análisis de desacoplamiento	58
4.2.2 Descomposición de emisiones	61
4.3 Estimación de emisiones.....	63
4.4 Diseño metodológico	67
4.5 Operacionalización de las variables.....	68
4.6 Fuentes de información y datos recopilados	69
4.6.1 Datos recopilados	70
CAPÍTULO V ANÁLISIS DE RESULTADOS	73
5.1 Introducción	73
5.2 Consumo de energía y emisiones de carbono de los hoteles en Cancún	73
5.3 Análisis de desacoplamiento del crecimiento económico del turismo y emisiones de CO2	76
5.4 Análisis de descomposición de emisiones	78
5.4.1 Análisis de descomposición por cuartos ocupados	78
5.4.2 Análisis de descomposición por turistas noche	80
5.4.3 Análisis de descomposición por llegada de turistas	81
5.5 Análisis clúster.....	84
Conclusiones	95
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
6.1 Conclusiones	97
6.2 Recomendaciones	102
6.3 Limitaciones y futuras investigaciones.....	105
BIBLIOGRAFÍA	106

ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.1 Derrama económica de Cancún
- Cuadro 1.2 Indicadores turísticos de Cancún
- Cuadro 1.3 Indicadores de crecimiento turístico de Cancún
- Cuadro 1.4 Crecimiento poblacional de Cancún
- Cuadro 1.5 Categoría de los hoteles en el Municipio de Benito Juárez
- Cuadro 1.6 Categoría de las habitaciones en el Municipio de Benito Juárez
- Cuadro 1.7 Consumo de electricidad en el Municipio de Benito Juárez
- Cuadro 2.1 Contribución del turismo a la economía mundial
- Cuadro 2.2 Evolución de la llegada de turistas en el mundo y en México
- Cuadro 3.1 Temáticas relacionadas al turismo, energía y emisiones
- Cuadro 3.2 Principales enfoques relacionados a la eficiencia y la generación de emisiones en el sector alojamiento
- Cuadro 3.3 Relaciones causales entre turismo, energía y emisiones
- Cuadro 3.4 Índice de desacoplamiento de las emisiones del turismo
- Cuadro 3.5 Principales hallazgos sobre el índice de desacoplamiento del turismo y emisiones
- Cuadro 3.6 Efectos del turismo relacionados a las emisiones
- Cuadro 3.7 Análisis de desacoplamiento de las emisiones de CO₂ del turismo
- Cuadro 3.8 Análisis de descomposición de las emisiones energéticas del turismo
- Cuadro 4.1 Diferencia entre desacoplamiento de recursos y desacoplamiento de impactos
- Cuadro 4.2 Niveles de desacoplamiento de las emisiones de CO₂ y el crecimiento del turismo
- Cuadro 4.3 Operacionalización de las variables
- Cuadro 4.4 Instrumento, fuentes de información y datos recopilados
- Cuadro 4.5 Representatividad de los datos obtenidos
- Cuadro 4.6 Poderes caloríficos de los diferentes combustibles
- Cuadro 4.7 Factores de emisión por tipo de combustible
- Cuadro 4.8 Factores de emisión de la electricidad
- Cuadro 4.9 Indicadores turísticos SEDETUR
- Cuadro 4.10 Indicadores turísticos SECTUR

Cuadro 5.1 Intensidad energética e intensidad del carbón

Cuadro 5.2 Intensidad del carbón

Cuadro 5.3 Niveles de desacoplamiento de las emisiones del turismo

Cuadro 5.4 Índice de carbonización

Cuadro 5.5 Intensidad del carbón e intensidad energética por cuartos ocupados

Cuadro 5.6 Análisis de descomposición de las emisiones por cuarto ocupado

Cuadro 5.7 Intensidad del carbón e intensidad energética por turista noche

Cuadro 5.8 Análisis de descomposición de las emisiones por turista noche

Cuadro 5.9 Intensidad del carbón e intensidad energética por llegada de turistas

Cuadro 5.10 Análisis de descomposición de las emisiones por llegada de turistas

Cuadro 5.11 Características de los hoteles en la Zona Hotelera de Cancún

Cuadro 5.12 Clúster 1, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.13 Clúster 2, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.14 Clúster 3, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.15 Clúster 4, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.16 Clúster 5, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.17 Clúster 6, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.18 Clúster 7, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.19 Clúster 8, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.20 Clúster 9, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.21 Clúster 10, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.22 Clúster 11, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.23 Clúster 12, estadísticos descriptivos

Cuadro 5.24 Clúster 13, estadísticos descriptivos

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.1 Etapas de desarrollo del proyecto Cancún

Mapa 1.2 Crecimiento turístico y urbano en Cancún

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Curva Kuznets Ambiental

Figura 2.2 Niveles de desacoplamiento de emisiones y crecimiento económico

Figura 4.1 Desacoplamiento absoluto y relativo

Figura 4.2 Esquema del diseño metodológico

Figura 5.1 Agrupamiento por conglomerados

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 5.1 Consumo energético por fuente de energía

Gráfica 5.2 Emisiones de carbono por fuente de energía

Gráfica 5.3 Desacoplamiento absoluto

Gráfica 5.4 Intensidad energética por densidad de ocupación

Gráfica 5.5 Intensidad energética por estadía promedio

Gráfica 5.6 Intensidad del carbón por conglomerado

Gráfica 5.7 Índice de carbonización por conglomerado

Gráfica 5.8 Intensidad energética por conglomerado

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) ha reconocido que las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, derivadas de la extracción, transformación y uso de energía proveniente de combustibles fósiles, dependen principalmente del tamaño de la población, la actividad económica, los estilos de vida, la tecnología, etc. (IPCC, 2014). De acuerdo con la CEPAL (2015) para lograr que el crecimiento económico continúe, será importante desacoplar la economía del consumo de energía y de emisiones, lo que implicará transformaciones profundas al actual estilo de desarrollo y de la generación de energía.

De la misma manera, la Organización Mundial del Turismo (OMT) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) reconocen que el turismo es una actividad importante por su contribución a la economía a nivel mundial. Sin embargo, en 2007 aportó con aproximadamente 5% de las emisiones totales de bióxido de carbono a nivel mundial; en donde, el sector alojamiento representó 21% del total de estas emisiones; además, indican que, si todo se mantiene como hasta ahora, para 2035 las emisiones podrían aumentar hasta 152%, por lo que resulta necesario desacoplar el crecimiento del turismo del uso de energía y las emisiones de GEI asociadas (UNWTO y UNEP, 2007 y OMT, 2019).

Diversas investigaciones coinciden que el sector alojamiento es considerado como uno de los servicios turísticos altamente intensivos en energía. Este hecho se debe a que estos establecimientos ofrecen confort en todas sus instalaciones, desde las habitaciones hasta las áreas comunes, además ofrece a sus visitantes diversidad de servicios como alimentación, servicios de spa, climatización, agua caliente, entretenimiento, albercas, etc., lo que aumenta el consumo energético y, por lo tanto, de emisiones de GEI (Deng y Burnett, 2000; Nepal, al Irsyad y Kumar, 2019; Tang, Zhong y Ng, 2017 y Chun y Tsang, 2013).

Aunque es imposible evitar el impacto ambiental, algunos estudios indican que es posible que el turismo continúe creciendo económicamente mientras reduce sus emisiones, pero esto implicará la participación de los gobiernos y la iniciativa privada en la formulación de políticas públicas que enfatizan en este tema, así como en la promoción de tecnologías

eficientes y con bajas emisiones de carbono, y la incidencia en el comportamiento de los turistas en todos los procesos del viaje (Chan, Thapa y Yan, 2018, Tang, Bai, Shi, Liu y Bi, 2018 y Yang, Jia, Liu y Mao, 2019).

Por otra parte, a pesar de los impactos ambientales que puede provocar esta actividad económica al ambiente, recibe un gran impulso y promoción por parte de todos los niveles de gobierno. Esto debido a los beneficios, especialmente económicos que genera, como aportación al producto interno bruto, generación de empleo, equilibra la balanza de pagos, incentiva la actividad empresarial, etc.

Este hecho puede visualizarse en México, en donde según estadísticas oficiales realizadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2019) el turismo aporta con aproximadamente el 8.5% del PIB nacional. En el caso de Cancún, de acuerdo con la Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo, para 2018 generó una derrama económica de más de 4 800 millones de dólares, como puede visualizarse en el cuadro siguiente (cuadro 1.1) (Sedetur, 2018):

Cuadro 1.1 Derrama económica de Cancún

Año	Derrama económica (millones de dólares)	Tipo de cambio
2008	3357.68	11.08
2009	2658.09	13.69
2010	2780.63	12.64
2011	2920.93	12.40
2012	3745.81	13.13
2013	4347.78	12.76
2014	4733.40	13.44
2015	4976.90	15.76
2016	4700.64	18.68
2017	4714.28	19.05
2018	4820.86	19.22

Fuente: elaboración propia con información de Sedetur (2008-2018)

Así mismo, de acuerdo con la Secretaría de Turismo federal, Cancún es el destino de playa más conocido y uno de los de mayor oferta de hospedaje en México, así como el mejor posicionado internacionalmente entre los destinos mexicanos (Sectur, 2013). Cuenta con más de 35 mil habitaciones (24% más que en 2008) en donde recibe a sus más de 4.5 millones de turistas (45% más que en 2008) (Sedetur, 2008-2018).

Dado el crecimiento que ha tenido el turismo en Cancún, se remarca importante describir este crecimiento en relación con las emisiones de gases de efecto invernadero, con la intención de conocer si esta actividad económica ha alcanzado un desacoplamiento de sus usos de energía y de emisiones, especialmente del sector hotelero el cual ha tenido un importante crecimiento y se prevé que continúe.

Por consiguiente, la pregunta central del presente trabajo de investigación se remarca en cuestionar: ¿cuál es el impacto que ha generado el sector hotelero de Cancún, Quintana Roo respecto a las emisiones de CO₂ procedentes de los usos de energía en el periodo 2014 a 2018?

Esta pregunta, se encuentra acompañada de las siguientes específicas:

1. ¿Cuál ha sido el impacto del crecimiento económico del turismo y la llegada de turistas sobre el consumo de energía y de emisiones de CO₂ de los hoteles en Cancún?
2. ¿Qué tipo de efectos están provocando el aumento o disminución de las emisiones de CO₂ del sector hotelero de Cancún, Quintana Roo?

Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo de investigación es analizar la relación existente entre crecimiento del turismo, consumo de energía y emisiones de bióxido de carbono (CO₂) en el periodo de 2014 a 2018 en los hoteles de Cancún, Quintana Roo.

Para la realización de este proyecto de investigación, se considerarán dos técnicas para relacionar el crecimiento del turismo con las emisiones de CO₂ derivadas del uso de energía: análisis de desacoplamiento del crecimiento económico y análisis de descomposición de emisiones. El primero tiene la intención de conocer si se ha logrado un desacoplamiento del crecimiento económico respecto a las emisiones de CO₂ y, el segundo, para conocer qué factores están provocando el aumento o disminución de las emisiones y su participación.

Planteamiento del problema

Cancún es el destino turístico más importante de México en términos económicos y uno de los que oferta la mayor cantidad de alojamiento (Secretaría de Turismo, 2018). Para el cierre del año 2018 esta actividad generó una derrama económica aproximada de 4 800 millones de dólares y la visita aproximada de 4.5 millones de turistas (cuadro 1.2). Dada estas cifras, se ha previsto que la oferta actual de hospedaje que asciende a más de 35 mil habitaciones de hotel (Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo, 2018) aumente a más de 41 mil para el año 2030 (Municipio de Benito Juárez, 2014), implicando así un mayor uso de energía y de emisiones de carbono a la atmósfera.

Cuadro 1.2 Indicadores turísticos de Cancún

Concepto	Año					Variación (%)			
	1980	1990	2000	2010	2018	80/90	90/00	00/10	10/18
Llegada de turistas	460000	1566954	3044682	3015690	4732898	241	94	-1	57
No. de hoteles	39	110	142	148	187	182	29	4	26
No. de habitaciones	3930	17470	27702	29951	35590	345	59	8	19
Derrama económica*	N/d	N/d	3176.77	2780.63	4820.86	N/D	N/D	-12	73

*Millones de dólares

Fuente: elaboración propia con información de: McCoy (2017); Sedetur (2008-2018); Boggio y Guillén (2018) y Lagunas, Boggio y Guillén (2016)

Los estudios realizados en Cancún abordados desde la perspectiva de la capacidad de carga turística (Mc Coy y Sosa, 2016), carga ambiental, económica, social y cultural (Mccoy, 2017), desarrollo y calidad de vida (Méndez, 2008) y otros sobre planeación y desarrollo urbano (Calderón y Orozco, 2009) revelan los impactos positivos y negativos que ha generado este destino al ambiente, a la sociedad y a la economía. Sin embargo, no se ha considerado el análisis de los usos de energía del sector hotelero y las estrategias para reducir el impacto ambiental, siendo importante este tema para establecer estrategias que ayuden a reducir las emisiones de carbono generadas por esta actividad.

Existen diversos factores que afectan el crecimiento de las emisiones de carbono, como el tamaño de la población, la estructura económica, la tecnología, etc., sin embargo, resulta necesario reducir el consumo de energía a través de la mejora de la intensidad energética (Martinho, 2016), así como descarbonizar las fuentes de energía tradicionales con recursos renovables, esto en todos los sectores económicos, como lo es el sector turismo.

En este sentido, el desacoplamiento de la actividad económica busca compatibilizar el crecimiento económico con la degradación ambiental, reduciendo el consumo real de recursos naturales y el impacto ambiental, a través de la mejora de la intensidad de uso material (González, Cañellas, Puig, Russi, Sendra y Sojo, 2010 y Bermejo, Arto, Hoyos y Garmendia, 2010), mientras que la descomposición de emisiones, intenta conocer qué factores disminuyen o aumentan las emisiones de carbono.

Tanto el análisis de desacoplamiento y de descomposición, utilizan la intensidad energética como uno de los indicadores clave para conocer la relación entre el consumo de energía y la producción económica, medida a través del PIB (Canel, Guris, Guris, Oktem y Oktem, 2017). Sin embargo, la última considera otras variables como el índice de carbonización, el tamaño de la población y la estructura económica para conocer la influencia que ejercen estos factores sobre el crecimiento de las emisiones (Duro y Padilla, 2005).

Estos métodos han sido utilizados recientemente para relacionar al turismo, el consumo de energía y emisiones en diversos países; sin embargo, para el caso de México y de Cancún, estos no han sido utilizados. Por lo que resulta importante utilizar estos análisis para la generación de conocimiento empírico sobre esta actividad que está tomando cada vez más relevancia en el contexto nacional, sobre todo para el Estado de Quintana Roo en donde la actividad terciaria o de servicios es la principal actividad económica y del cual depende gran cantidad de empleos y la riqueza de la entidad.

En este sentido, el presente trabajo se enfocará en analizar las emisiones energéticas atribuidas a la actividad turística en Cancún, en especial del sector hotelero, el cual tiene una gran importancia en el destino.

Justificación

A nivel internacional se ha hecho hincapié en la reducción de emisiones. Tal es el caso de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la cual, a partir del objetivo siete menciona que es importante expandir la infraestructura y mejorar la tecnología para contar con energía limpia, estimulando el crecimiento económico y ayudando al ambiente; así como el objetivo 13 que enfatiza la necesidad de incorporar medidas relativas al cambio climático, mejorando la capacidad institucional respecto a la mitigación (ONU, 2019).

En el caso de México, se ha trabajado en diversos instrumentos jurídicos, normativos y de política pública para promover el uso eficiente de la energía y el desarrollo de tecnologías más limpias para reducir las emisiones de GEI y, por lo tanto, establecer acciones respecto al cambio climático (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2019). Entre algunos de los instrumentos se pueden citar: la Ley General de Cambio Climático, la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Transición Energética y la Ley de Promoción y Desarrollo de Energéticos.

Así mismo, en el Estado de Quintana Roo se han trabajado distintos instrumentos de política para atender las cuestiones de cambio climático, por ejemplo: la Ley de Acción de Cambio Climático y la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; siendo estas pertinentes para el desarrollo de estrategias que ayuden a mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Debido al crecimiento de la actividad turística en Cancún y los impactos económicos asociados, se considera necesario un seguimiento y monitoreo de los impactos ambientales que genera, así como los mecanismos que se utilizan para dimensionar y reducir los impactos ambientales que genera el turismo. Cabe destacar que esta información no existe en la actualidad para el caso de México y, en específico de Cancún, resultando importante en la generación de conocimiento empírico sobre este tema. Los resultados de esta investigación podrán ser utilizados para establecer un conjunto de herramientas para dimensionar los impactos generados por el sector hotelero en otros destinos turísticos con la intención de gestionarlos y reducir las emisiones.

Este análisis permitirá conocer los elementos e información de la actividad turística, en especial del sector hotelero que se sigue expandiendo, impulsando y desarrollando en el destino. Significará una aportación al conocimiento de esta actividad a partir del análisis del nexo entre crecimiento del turismo, el uso de energía y las emisiones asociadas.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar la evolución de las emisiones de CO₂ procedentes de los usos de energía del sector hotelero de Cancún y sus factores determinantes, en el periodo de 2014 a 2018 para conocer si se ha presentado un desarrollo sustentable del turismo y de la energía.

Objetivos específicos

- Describir el efecto del crecimiento económico del turismo en relación al consumo energético y las emisiones de CO₂ en el periodo de 2014 a 2018.
- Determinar la interacción del crecimiento económico del turismo en relación a las emisiones de CO₂ en el periodo de 2014 a 2018

Hipótesis

Hipótesis general

El sector hotelero de Cancún no ha logrado un desacoplamiento fuerte de sus emisiones debido a que las medidas de eficiencia energética, medida a través de la intensidad energética, y la participación de las energías renovables, no han tenido un impacto positivo para la producción de energía lo que ha contribuido en el aumento de las emisiones de carbono.

Hipótesis específicas

- La actividad económica del turismo es el factor que más ha contribuido al consumo energético y, por ende, de emisiones de CO₂
- El sector hotelero ha implementado una serie de medidas de eficiencia energética, sin embargo, estas no han sido suficientes para reducir el consumo de energía y de emisiones de CO₂.
- El sector hotelero ha implementado escasamente energías renovables por lo que no ha impactado de manera significativa en la reducción de emisiones de CO₂.

Limitaciones

Cabe destacar que la actividad turística no sólo considera a los servicios de transporte, sino también considera aspectos como alojamiento, alimentación y actividades recreativas, sin embargo, este trabajo únicamente se centrará en analizar el sector alojamiento u hotelero, el cual ha tenido un crecimiento acelerado en Cancún y del cual se proyecta que aumente en los próximos años.

Por lo tanto, este trabajo se centrará en analizar las particularidades de un sector económico y describir cómo ha evolucionado en el tema de energía y de emisiones de CO₂, así como las medidas que está implementando para disminuir su consumo de energía y su impacto ambiental. Debido a la disponibilidad de información, el periodo comprendido de estudio es de 2014 – 2018, en donde las variables a considerar son: crecimiento económico del turismo, crecimiento en la llegada de turistas, consumo de energía y emisiones de bióxido de carbono, entre otros.

Por otra parte, se reconoce que el desarrollo sustentable indicado por la Comisión Bruntland reconoce tres pilares fundamentales de este tipo de desarrollo: económico, social y ambiental, así como una serie de elementos que deben ser considerados en el análisis del desarrollo sostenible como lo son: la calidad del aire, el agua y el suelo, la biodiversidad, el desarrollo humano, la ciencia y la tecnología, así como la estructura económica y social, sin embargo, el presente trabajo se focaliza sólo en el tema energético y las tecnologías de eficiencia y energías renovables (CEPAL, 2000).

CAPÍTULO I TURISMO Y DESARROLLO SUSTENTABLE EN CANCÚN

1.1 Introducción

Cancún es uno de los destinos turísticos más importantes de México, tanto por la llegada de turistas y la derrama económica que genera. Los cambios y modificaciones en la política turística de México, generó que Cancún tuviera un crecimiento acelerado tanto en inversión pública y privada como en impactos sociales y ambientales. El concepto del desarrollo sustentable, a pesar de estar presente en la política turística mexicana no ha permeado en la ciudad; por consiguiente, se percibe un destino con distintos impactos negativos que deberían resolverse y hacer compatible el turismo con las cuestiones ambientales, económicas y sociales.

En el presente apartado se mencionan los principales cambios en las políticas turísticas mexicanas que motivaron a que el gobierno federal incentivará la actividad turística en el país; posteriormente, se mostrarán los cambios que ha tenido el turismo en Cancún a partir de sus indicadores, así como algunos impactos ambientales generados por esta actividad en el destino. Dentro de este último, se mostrarán algunos datos relacionados al uso de energía y la aportación de emisiones de CO₂.

De acuerdo con Rioja (2019) los cambios en las políticas turísticas se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

1. 1920 – 1934: Génesis del turismo
2. 1934 – 1952: Crecimiento turístico
3. 1952 – 1970: Modernización / institucionalización del turismo
4. 1970 – 1988: Turismo planificado
5. 1988 – actual: Neoliberalismo y globalización

Estos cambios originaron una serie de efectos los cuales se ven reflejados en la llegada de turistas, crecimiento de la oferta de hospedaje y el crecimiento económico de la misma

actividad. En los próximos párrafos se explicarán cada una de las etapas que incentivaron que Cancún se posicionara en los ámbitos nacional e internacional.

1.2 Política turística y desarrollo sustentable en México

El turismo en México inicia en la década de 1920 cuando el país decide aprovechar el contexto de las políticas internacionales que inducían actividades de tiempo libre y ocio para los trabajadores. Este contexto fue aprovechado por el gobierno mexicano para detonar nuevos destinos en el país, tal es el caso de Acapulco siendo el primer destino de playa en México, en donde se comenzaron a visualizar nuevos hoteles, residencias lujosas y clubes náuticos construidos a partir de subsidios gubernamentales e inversión privada (Hiernaux, 1999: 125-126).

En la década de los cuarenta, se detonó la modernización del país apoyando la industria y el desarrollo de infraestructura con el objetivo de un crecimiento económico, el cual presentó un aumento de 6% anual (Espinosa, 2013; Hiernaux, 1999:125). Sin embargo, en la década de los sesenta, se comenzaron a visualizar dificultades económicas que evidenciaban que la promoción de la industria no aseguraba condiciones de vida óptimas para la población. Esta situación llevó a que el gobierno federal estimulará la producción industrial a la par de otros proyectos (Espinosa, 2013; Hiernaux, 1999:126) por lo que se comenzó con la creación de nuevas políticas de desarrollo económico que apuntaban a la conformación de polos turísticos en el país.

A mediados de la misma década, el Banco de México elaboró e instrumento el Plan Nacional de Desarrollo Turístico, el cual tenía la intención de contribuir el crecimiento del PIB y a equilibrar la balanza de pago; la estrategia de inversión fue dirigida al sector privado, con el objetivo de crear empleos, comercializar y diversificar la oferta turística nacional hacia el exterior (Calderón y Orozco, 2009).

En la misma década, con la creación del Fondo de Promoción de Infraestructura Turística (Infratur, hoy Fonatur), se estudiaron las zonas con mayor potencial para el turismo en México, quedando como áreas seleccionadas: Cancún, Quintana Roo e Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero (Guido, Ramírez, Godínez, Cruz y Juárez, 2009 y Calderón y Orozco, 2009). Los modelos turísticos propuestos por Infratur conocidos como “Centros Integralmente

Planeados” (CIP) tenían la intención de captar el movimiento masivo del turismo internacional, el cual tenía cifras positivas, especialmente, por turistas provenientes de Estados Unidos (87.2%), Europa (3.9%), Canadá (3.2%), Centroamérica (2.8%) y Sudamérica (2%) (Fonatur, 1982).

Los CIP se conformaron como polos de atracción de fuerza de trabajo, inversión y generación de servicios de infraestructura (Rioja, 2019) y se pretendía que respondieran a la crisis del modelo económico de la década de los cuarenta (Castillo y Villar, 2011) además que solucionaran el déficit de la balanza de pagos mientras se promovía el desarrollo regional (Espinosa, 2013) especialmente en zonas alejadas y rezagadas (Alavez, 2017). La estrategia utilizada por Infratur para escoger los nuevos enclaves turísticos consistió en: disponer de terrenos adecuados para uso turístico y urbano, conexiones adecuadas por tierra y aire, contar con lugares de belleza singular y que sean regiones escasamente pobladas y carecer de opciones de desarrollo (Dávila, 2014).

La política turística de los años setenta condujo a cambios en la estructura espacial de esta actividad en el país. Se promovieron destinos en zonas de litoral con la intención de satisfacer las demandas del turismo masivo internacional hacia zonas atractivas por su clima y de rasgos culturales y naturales para garantizar actividades recreativas (Sicilia, 2000). Es por ello que se escogió a Cancún como el primer polo turístico de Fonatur, el cual contó con un plan maestro de desarrollo, así como propuesto por el gobierno federal para ser financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). El proyecto Cancún se justificó ante el BID indicando que sería un generador de empleos y que ayudaría a reducir la desigualdad regional (Hiernaux, 1999:128-129).

Con la entrada en vigor de la Ley Federal de Protección al Ambiente (1982), a la par del contexto internacional ambiental, el enfoque de la planeación para el desarrollo regional se modificó e incorporó el tema ambiental como un tema de importancia en la planeación (Sosa y Jiménez, 2012). Madrid (2015) indica que la Ley de Protección al Ambiente determinaba los mecanismos para la creación, conservación, mejoramiento, protección y aprovechamiento de los recursos y atractivos nacionales con la intención de preservar el equilibrio natural y social.

A mediados de la década de los años noventa, la Carta de Lanzarote, tuvo gran relevancia para el desarrollo de un turismo sostenible y surge con la necesidad de adoptar un nuevo

modelo de desarrollo turístico (Madrid, 2015). Sin embargo, dado el crecimiento del turismo a nivel mundial, el gobierno mexicano favoreció mecanismos financieros para aumentar la inversión en infraestructura (Jiménez, 2011:265) a pesar de los impactos sociales y ambientales atribuidos al turismo los cuales se estaban visualizando en otras regiones turísticas del mundo.

En este sentido, los componentes social y ambiental han estado presentes en los planes de desarrollo nacional (Rioja, 2019) en donde se hicieron presentes los beneficios económicos esperados por la actividad, su impacto en la región y en la creación de empleo y captación de divisas, además daba oportunidad a la promoción y a la modernización de los negocios relacionados al turismo.

En años recientes, el concepto de la sostenibilidad comenzó a tomar relevancia en México e incluso se mantenía como premisa de la política turística del gobierno mexicano (Madrid, 2015). El Programa Nacional de Turismo 2001-2006 (Sectur, 2001) consideró cuatro estrategias asegurando al turismo en concordancia con la sostenibilidad, la competitividad y la percepción de los turistas, por lo cual indicaba: hacer del turismo una prioridad nacional, tener turistas totalmente satisfechos, mantener destinos sustentables y contar con empresas turísticas competitivas.

Durante el gobierno de Felipe Calderón (2006-2012) se enfatizó en la mejora de la competitividad y la diversificación de la oferta turística nacional. La intención fue de garantizar un desarrollo turístico sustentable y un ordenamiento territorial integral, a través de la coordinación de distintos sectores (Sectur, 2007). Posteriormente, en el periodo de Peña Nieto (2012-2018) se remarcó la importancia de la sostenibilidad el cual indicaba el fomento del desarrollo sustentable de los destinos turísticos y en la ampliación de los beneficios sociales y económicos de las comunidades receptoras (Sectur, 2013).

1.3 Historia del turismo en Cancún

Cancún es uno de los destinos más importantes de México, sin embargo, hasta finales de la década de los años 60, sólo era una isla deshabitada y de playas inexploradas, rodeado de manglares y bosques tropicales (Calderón y Orozco, 2009 y Pérez y Carrascal, 2000). Cancún nace en la década de los años setenta convirtiéndose en el primer centro turístico

planeado e impulsado por el gobierno federal (Jiménez, 2011: 265). Este proyecto se ubicó en el modelo de sol y playa, planeado y desarrollado por la administración pública y en donde se han realizado inversiones gubernamentales, especialmente, en infraestructura turística, pero no limitada a la infraestructura urbana y comunicaciones (Jiménez y Sosa, 2011).

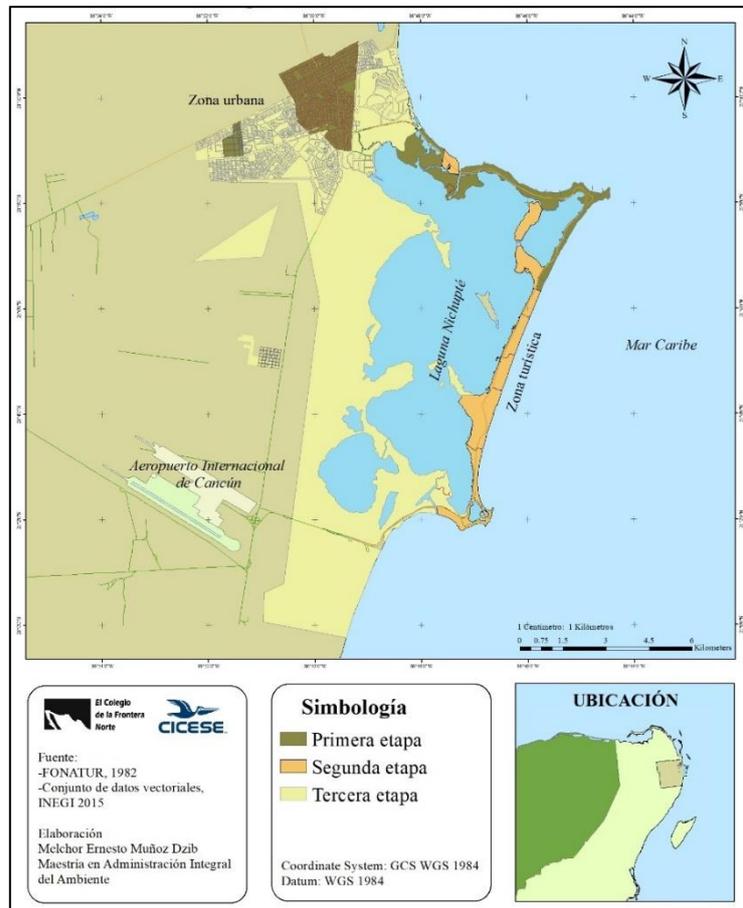
La construcción de este destino resultó de un modelo para el progreso de zonas territoriales dentro de los países en vías de desarrollo, propuestos por organismos internacionales que fomentaban el desarrollo y crecimiento económico de los países (Velázquez y Jiménez, 2018). La región donde se ubica Cancún presentaba diversos problemas: un sistema de comunicaciones deficiente, mano de obra escasa y no calificada, lejos de los principales centros de población y economía basada en la madera y el chicle que habían descendido, sin embargo, tenía características naturales y culturales que podrían ser aprovechadas, como belleza natural de las playas y el entorno, así como cercanía a la cultura maya; además se ubicaba en la región del Caribe que tenía un flujo constante de turistas (Calderón y Orozco, 2009 y Espinosa, 2013).

Estas razones conllevaron a que el gobierno federal propusiera este sitio ante el Banco de México y el Banco Interamericano de Desarrollo (Sosa y Jiménez, 2012: 81), es así que a principios de la década de los setenta se dio inicio a las primeras construcciones. En sus inicios, el proyecto Cancún tuvo cuatro objetivos esenciales: (1) crear fuentes de trabajo en zonas con potencial turístico y en las que existen núcleos de población rural o semi rural de bajos ingresos, en donde se presenten pocas posibilidades de realizar otras actividades productivas, (2) impulsar el desarrollo regional estimulando a nuevas actividades agrícolas, industriales y artesanales, (3) mejorar y diversificar los centros turísticos del país aumentando los flujos turísticos e (4) incrementar a corto y mediano plazo los ingresos de divisas aportando a la balanza de pagos (García, 1979).

El proyecto Cancún, llevado a cabo por Fonatur, consideró la planificación de dos grandes secciones: la primera localizada en Isla Cancún (dividida en aquel entonces por el Mar Caribe y la Laguna Nichupté) la cual albergaría hoteles lujosos, fraccionamientos residenciales y áreas destinadas a deportes náuticos; y la segunda para el centro de población (Pérez y Carrascal, 2000). La primera sección se dividió en tres etapas. La primera comprendió el periodo de 1975 a 1978 y se ubicó entre Playa Las Perlas y Punta Cancún; la segunda etapa se realizó en dos periodos, de 1978 a 1980, y 1980 a 1992, desde Playa Marlín

y Ballenas, hasta el límite sur de Isla Cancún (mapa 1.1) (Pérez y Carrascal, 2000). Actualmente, en la tercera etapa se puede visualizar infraestructura urbana y turística como plazas comerciales, fraccionamientos y áreas residenciales, así como un malecón que da vista a la Laguna Nichupté y la Zona Hotelera.

Mapa 1.1 Etapas de desarrollo del proyecto Cancún



Fuente: elaboración propia con información de Fonatur (1982)

De manera oficial, el proyecto Cancún se autorizó en 1969 pero su ejecución comenzó hasta principios de 1970. Una de las primeras actividades de construcción fue la ampliación del ancho de la isla para que aumentara de 250 a 300 metros (Guido, Ramírez, Godínez, Cruz y Juárez, 2009) la cual soportaría la infraestructura prevista. A partir de 1970, se comenzaron a visualizar cadenas hoteleras como Camino Real, Grupo Posadas, Krystal, Fiesta Americana, por mencionar algunas; actualmente, esta expansión continúa, por lo que se hacen notar otras cadenas, así como condominios, áreas residenciales, restaurantes, plazas y centros comerciales (Jiménez, 2011:267).

La construcción del aeropuerto Internacional de Cancún se realizó a mediados de la década de 1970 (Calderón y Orozco, 2009) y ayudó a consolidar al destino como el mayor centro turístico de México (Córdova y García, 2003) a pesar de su corto tiempo de desarrollo. En esta década se ofertaban más de mil 500 cuartos de hotel y se captaban más de 100 mil visitantes en los mismos; no obstante, la ciudad concentraba alrededor de 18 mil habitantes y se generaban alrededor de 5 mil empleos (Calderón y Orozco, 2009; Babinger, 2012).

En la década de 1980 se intensificó la construcción de hoteles y una expansión territorial del turismo, desde el vértice de Cancún hasta Tulum y Chichén Itzá. Hasta ese entonces, Cancún era el único centro urbano en la región (Córdova y García, 2003). A mediados de la década, se buscaba atraer la inversión en infraestructura turística y aprovechar el mercado que crecía constantemente, por lo que no hubo restricciones a los desarrolladores turísticos para aumentar la densidad de los hoteles en la zona turística (Hiernaux, 1999:131-134).

Para mediados de 1990 se realizaron cambios en las políticas económicas y en el desarrollo de las regiones turísticas. El turismo masivo, definido como el tipo de turismo que se realiza en Cancún, causó un enorme crecimiento y, a pesar que en otros destinos mexicanos la ocupación había descendido, en el caso de Cancún fue la excepción y la tasa de ocupación se mantuvo en más del 70% indicando la rentabilidad para inversiones turísticas. En esta misma década, Cancún era considerado como la zona de hoteles resort más grande de México y se contabilizaba que el 20% de todos los turistas internacionales en el país llegaban a este destino, logrando posicionarse como la principal fuente de divisas para el país (Hiernaux, 1999:133-134).

Este destino se ha configurado como un destino de inversión extranjera con numerosos hoteles tipo resort con modalidad todo incluido, el cual ha tenido un fuerte impacto en el ámbito social y ambiental para el destino y los comercios locales (Orgaz, Domínguez, López y Moral, 2016). Para comienzos del siglo, se superaban los tres millones de turistas, teniendo una disminución debido a los atentados del 11 de septiembre. Sin embargo, ya para 2004, se superaban los 3.4 millones de turistas. En 2008, debido a la crisis económica y a la alarma sanitaria del virus AH1N1 se tuvo nuevamente una disminución captando 3.2 millones de turistas, la cual dañó la imagen turística del país (Babinger, 2012) pero gracias a los esfuerzos realizados por el gobierno en sus tres niveles y los empresarios, este hecho se superó en los años posteriores (cuadro 1.3).

Cuadro 1.3 Indicadores de crecimiento turístico de Cancún

Año	Llegada de turistas		Hoteles		Cuartos de hotel		Porcentaje de ocupación	
	Total	Var.	Total	Var.	Total	Var.	Total	Var.
1972								
1973			1		72			
1974			3	200.0%	332	361.1%		
1975	99500		15	400.0%	1322	298.2%	61.0	
1976	180500	81.4%	22	46.7%	2023	53.0%	60.9	-0.2%
1977	265200	46.9%	30	36.4%	2494	23.3%	68.0	11.7%
1978	309800	16.8%	32	6.7%	2763	10.8%	70.9	4.3%
1979	395800	27.8%	33	3.1%	2923	5.8%	77.0	8.6%
1980	460000	16.2%	39	18.2%	3930	34.5%	66.0	-14.3%
1981	540800	17.6%	48	23.1%	5225	33.0%	64.0	-3.0%
1982	643800	19.0%	52	8.3%	5258	0.6%	64.0	0.0%
1983	754600	17.2%	52	0.0%	5709	8.6%	81.0	26.6%
1984	713900	-5.4%	57	9.6%	6106	7.0%	72.0	-11.1%
1985	729900	2.2%	60	5.3%	6591	7.9%	72.1	0.1%
1986	869300	19.1%	62	3.3%	7028	6.6%	81.0	12.3%
1987	960600	10.5%	86	38.7%	8910	26.8%	83.0	2.5%
1988	838200	-12.7%	95	10.5%	11891	33.5%	56.0	-32.5%
1989	1153600	37.6%	102	7.4%	15310	28.8%	57.1	2.0%
1990	1575700	36.6%	110	7.8%	17470	14.1%	68.0	19.1%
1991	1912100	21.3%	107	-2.7%	17971	2.9%	69.0	1.5%
1992	2046000	7.0%	106	-0.9%	18003	0.2%	75.0	8.7%
1993	1979100	-3.3%	109	2.8%	18540	3.0%	72.0	-4.0%
1994	1958100	-1.1%	113	3.7%	18859	1.7%	69.1	-4.0%
1995	2164200	10.5%	120	6.2%	20278	7.5%	75.8	9.7%
1996	2311600	6.8%	119	-0.8%	20197	-0.4%	77.9	2.8%
1997	2621300	13.4%	124	4.2%	21683	7.4%	81.1	4.1%
1998	2664200	1.6%	138	11.3%	23581	8.8%	76.4	-5.8%

1999	2818300	5.8%	156	13.0%	24610	4.4%	71.6	-6.3%
2000	3044800	8.0%	142	-9.0%	25434	3.3%	73.8	3.1%
2001	2987800	-1.9%	134	-5.6%	26194	3.0%	71.3	-3.4%
2002	2827400	-5.4%	140	4.5%	25829	-1.4%	66.7	-6.5%
2003	2814022	-0.5%	143	2.1%	26404	2.2%	96.0	43.9%
2004	3376300	20.0%	146	2.1%	27522	4.2%	77.3	-19.5%
2005	3074400	-8.9%	147	0.7%	27406	-0.4%	79.3	2.6%
2006	2431700	-20.9%	146	-0.7%	23854	-13.0%	75.5	-4.8%
2007	3004800	23.6%	146	0.0%	28218	18.3%	67.8	-10.2%
2008	3265500	8.7%	145	-0.7%	28371	0.5%	69.7	2.8%
2009	2878811	-11.8%	145	0.0%	28537	0.6%	61.4	-11.9%
2010	3015690	4.8%	148	2.1%	29951	5.0%	70.0	14.0%
2011	3115172	3.3%	148	0.0%	28417	-5.1%	69.5	-0.7%
2012	3642449	16.9%	148	0.0%	29743	4.7%	72.5	4.3%
2013	4093942	12.4%	145	-2.0%	30608	2.9%	76.8	5.9%
2014	4387798	7.2%	145	0.0%	30608	0.0%	80.4	4.7%
2015	4622286	5.3%	145	0.0%	30667	0.2%	79.0	-1.7%
2016	4761482	3.0%	145	0.0%	35549	15.9%	82.1	3.9%
2017	4733549	-0.6%	185	27.6%	35272	-0.8%	77.7	-5.4%
2018	4732898	0.0%	187	1.1%	35590	0.9%	76.9	-1.0%

Fuente: elaboración propia con información de McCoy (2017) y Sedetur (2008 – 2018)

Actualmente, Cancún oferta más de 35 mil habitaciones de hotel en alrededor de 187 hoteles en donde se albergan los más de 4.7 millones de turistas que llegan al destino. De la misma manera, en el año 2010, el turismo en Cancún generó una derrama económica por la cantidad de 3176.7 millones de dólares; reduciendo para el año 2018 en 12%. Para 2018 el turismo generó 4820.86 millones de dólares, alrededor del 53% generado en el estado (Sedetur, 2018).

1.4 Crecimiento poblacional en Cancún

La zona urbana se construyó aislada de la zona turística, con la intención de maximizar el uso de las áreas con atractivo turístico, lo que detonó una distribución desigual de la ciudad (Velázquez y Jiménez, 2018 y Hiernaux, 1999:129). Esta dinámica se realizó con la intención de evitar los contrastes sociales entre la población y la zona destinada al turismo (Córdova y García, 2003).

El crecimiento poblacional de la ciudad se originó desde sus inicios como resultado de la migración (Castillo y Villar, 2011) por lo que el progreso de la urbanización se ha reconocido por el crecimiento de la inmigración masiva, la marginación, el déficit de servicios, la demanda de recursos, la degradación de ecosistemas, etc. (Córdova y García, 2003 y Castillo y Villar, 2011). Para los comienzos del proyecto, se contabilizaron alrededor de 100 habitantes y para 1970 se tenía un registro de 441 personas en su mayoría trabajadores de la construcción, quienes eran encargados de las estructuras e infraestructuras de la ciudad (Babinger, 2012). El crecimiento urbano de Cancún presentó un crecimiento acelerado en la década de los noventa, cuando se contabilizaban más de 167 mil personas y para comienzos de la década más de 390 mil. Actualmente, según el INEGI (2010) para 2010 se contabilizaron alrededor de 1,325,578 personas en el estado; del cual, tan sólo el 49% habitaban en el destino. Actualmente, este destino concentra alrededor del 40.3% de la población total del estado de Quintana Roo y más de 81% del que se encuentra en el municipio de Benito Juárez, del cual es parte (cuadro 1.4).

Cuadro 1.4 Crecimiento poblacional de Cancún

Año	1970	1980	1990	2000	2010	2015
Tot. Estado	88150	225985	493277	874963	1325578	1501562
Tot. Municipio	N/D	37190	176765	419 815	661176	743626 ¹
Tot. Cancún	N/D	33273	167730	397 191	628306	606476

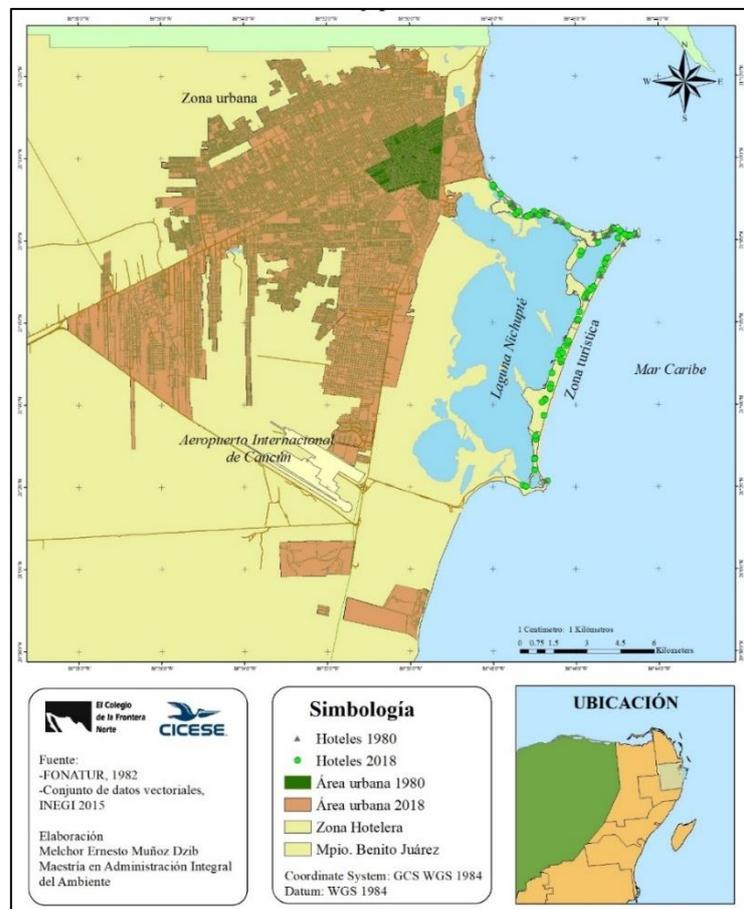
Fuente: elaboración propia con información de INEGI (1970, 1980, 1990, 2000, 2010 y 2015) y Municipio de Benito Juárez (2014).

¹ A finales de 2015 el municipio de Benito Juárez se dividió en dos para formar el actual municipio de Puerto Morelos.

Estas cifras posicionaron al estado de Quintana Roo con una de las mayores tasas de crecimiento poblacional. De acuerdo con Rosales (2009) la tasa de crecimiento anual de Quintana Roo entre 1990 y 2005 fue de 4.7% y para 2005 y 2010 esta redujo a 4.1% (Velázquez y Jiménez, 2018) cuatro veces más que el registrado a nivel nacional. En el caso de Cancún, en la década de los noventa tenía una tasa de crecimiento anual del 12% (Córdova y García, 2003) y para los años 2000 y 2005 fue de 6.1% (Rosales, 2009).

El crecimiento poblacional condujo a una notable ausencia de planeación urbanística (Calderón y Orozco, 2009). En los inicios del proyecto se consideraron alrededor de 277 hectáreas en donde se ubicarían alrededor 25 mil habitantes; a finales de 1980 la superficie poblada era de 1,285 ha que alojaba a más de 165 mil habitantes. En la década de 1990 la ciudad había crecido y ocupado más de 2,400 hectáreas; a finales del periodo aumentó a más de 4 mil hectáreas (Castillo y Villar, 2011). Actualmente, el centro de población tiene un área aproximada de 43,676 hectáreas (Municipio de Benito Juárez, 2014) en donde habitan los más de 660 mil habitantes registrados en 2010 por el INEGI (mapa 1.2).

Mapa 1.2 Crecimiento turístico y urbano en Cancún



Fuente: elaboración propia con información de Fonatur (1982) e INEGI (2015)

1.5 Modelo turístico en Cancún e impactos ambientales

El modelo turístico de Cancún, ubicado en un turismo de masas y relacionado con sol y playa, ha demostrado la acumulación del turismo como la principal actividad económica en el destino (Córdova y García, 2003, Daltabuit, Valenzuela y Cisneros, 2007:30 y Gómez y Ortíz, 2011:225). Este modelo en Cancún, se ha caracterizado por la expansión, a partir de los años noventa, de grandes inversiones en infraestructura hotelera, en donde predominan las cadenas españolas y dirigido a un mercado norteamericano y europeo (Jiménez y Sosa, 2011) y ha puesto en peligro la estabilidad de los ecosistemas presentes debido a la deforestación para la construcción de infraestructura hotelera (Jiménez, 2011:217 y Pérez y Carrascal, 2000). No obstante, se visualizan otros impactos ambientales como: contaminación de la Laguna Nichupté por la descarga de aguas residuales (Guido, Ramírez, Godínez, Cruz y Juárez, 2009), cambios constantes en la densidad poblacional y en los usos de suelo en diversas áreas del municipio de Benito Juárez (Sosa y Cazal, 2014).

El Plan Maestro de Cancún consideró el estudio de los posibles problemas ambientales que generaría el proyecto; sin embargo, sólo se redujo en la protección de flora y fauna terrestre y marina en el destino. La creación y consolidación de este CIP trajo consigo la degradación del ambiente físico-natural (Baños, 2012) el cual fue ignorado en el proceso de planificación e implementación, debido a la ignorancia de los impactos ambientales que podría traer consigo el turismo (Rioja, 2019), así como a los permisos expedidos por las autoridades gubernamentales para la construcción de hoteles por encima de lo permitido y en zonas restringidas o protegidas (Gómez y Ortíz, 2011:225 y Madrid, 2015) afectando el sistema natural que forma la base del atractivo turístico de Cancún.

El desarrollo hotelero ha tenido importantes daños, especialmente en el sistema costero (Guido, Ramírez, Godínez, Cruz y Juárez, 2009). En este destino se autorizó la construcción de hoteles que destruyeron la duna y parte del sistema de manglar a lo largo de la denominada Zona Hotelera con la intención de que estos establecimientos aprovecharan al máximo la cercanía a la playa (Sosa, 2017), por lo que ahora se hacen notar playas artificiales y la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos (Babinger, 2012)

Otra de las características de este modelo turístico es la gran afluencia de turistas, quienes tienen hábitos consumistas y se refleja en la demanda de servicios sofisticados (Ibañez y Cabrera, 2011:75-76). En la práctica, la mayoría de los turistas en masa llegan a

establecimientos tipo resorts todo incluido en donde, con un mismo precio, les proporcionan la mayoría de productos y servicios requeridos para su estancia (Andriotis, 2018:42).

En el caso de Cancún, proliferan los hoteles de lujo con modalidad todo incluido. De acuerdo con la Secretaría de Turismo de Quintana Roo (2018) la oferta de hoteles en el municipio de Benito Juárez está constituida aproximadamente de hoteles de tres a cinco estrellas (cuadro 1.5):

Cuadro 1.5 Categoría de los hoteles en el Municipio de Benito Juárez

Categoría	Cantidad	Porcentaje (%)
Una estrella	1	1
Dos estrellas	6	3
Tres estrellas	77	41
Cuatro estrellas	34	18
Cinco estrellas	69	37
Total	187	100

Fuente: Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo (2018)

De la misma manera, se puede visualizar cinco categorías de habitaciones, en donde aproximadamente el 70% de las mismas son de categoría cinco estrellas, y 21% corresponden a habitaciones de cuatro estrellas (cuadro 1.6):

Cuadro 1.6 Categoría de las habitaciones en el Municipio de Benito Juárez

Categoría	Cantidad	Porcentaje (%)
Una estrella	50	0.1
Dos estrellas	192	0.5
Tres estrellas	3393	9.4
Cuatro estrellas	7354	20.5
Cinco estrellas	24934	69.4
Total	35923	100

Fuente: Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo (2018)

En el mismo sentido, de acuerdo con Lagunas, Ramírez y Sonda (2014) la actual oferta de hospedaje en Cancún está dominada por tres tipos de modalidades de servicio: todo incluido (56%), plan europeo (28%) y plan mixto (16%). La modalidad de todo incluido, está caracterizado por incluir dentro de un mismo costo diversos productos y servicios dentro la misma instalación, como lo son: servicio de alimentos y bebidas, spas, albercas, entretenimiento, etc. En lo que respecta al plan europeo, sólo incluye el hospedaje y, en algunas ocasiones, el desayuno. La modalidad mixta, permite al turista escoger entre cualquiera de los dos planes durante su estadía.

Sin embargo, los hoteles de lujo como los que ofrecen planes todo incluido, se han caracterizado por un alto impacto ambiental (Orgaz, Domínguez, López y Moral, 2016). Este tipo de hoteles suelen ser más grandes a comparación que los campings o cabañas, por lo que representan una mayor demanda de energía (Becken y Hay, 2007).

De acuerdo con información de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2018), el municipio de Benito Juárez en 2017 demandó más de 2 197 kilowatts hora (KWh) (cuadro 1.7), en donde de acuerdo con el tipo de tarifa HM y GDMTH que son utilizados por el sector hotelero, representó el 44% del total utilizado por el municipio. No obstante, en los últimos dos años, el consumo energético originado por este último ha presentado una disminución.

Cuadro 1.7 Consumo de electricidad en el Municipio de Benito Juárez

Año	Municipio de Benito Juárez		Tarifa hoteles (HM y GDMTH)		
	Total (KWh)	Variación	Total (KWh)	% respecto al total	Variación
2010	1868395817		996924055	53.36	
2011	1931863 533	3.4%	1039310 713	53.80	4.3%
2012	2044205105	5.8%	1137630 939	55.65	9.5%
2013	2113 445218	3.4%	1175448 231	55.62	3.3%
2014	2188405187	3.5%	1181673 934	54.00	0.5%
2015	2301711388	5.2%	1227649768	53.34	3.9%
2016	2257710714	-1.9%	1128975281	50.01	-8.0%
2017	2197240630	-2.7%	981238700	44.66	-13.1%

Fuente: elaboración propia con información de la CFE (2018)

De acuerdo con el Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN) (Municipio de Benito Juárez, 2015) el consumo energético en 2010 por el municipio de Benito Juárez fue de 42 078.55 terajoules. En este sentido, la turbosina representó el 43.95% del total de combustibles consumidos, la gasolina 33.38%, el diésel 14.94% y el gas L.P. 7.73%. En el caso de las emisiones se estimó que el municipio emitió aproximadamente 3 622 827.506 TON de CO₂e, en donde la categoría energía aportó el 84.5% de las emisiones totales. De este último, el sector comercial, en donde se ubica al sector hotelero, aportó aproximadamente 6% del total de emisiones.

Conforme al PACMUN del Municipio de Benito Juárez las medidas a implementar por el sector comercial para reducir sus emisiones, se dividen en dos: disminuir el consumo de aparatos eléctricos que demanden mucha energía y, la evaluación de las empresas y comercios según sus acciones en la separación de residuos sólidos (Municipio de Benito Juárez, 2015).

De acuerdo con la información anterior, resulta importante enfatizar qué otras medidas se deberían considerar por el sector hotelero en Cancún, dado que se tienen proyectados llegar a un total de 41 mil habitaciones para 2030 (Municipio de Benito Juárez, 2014), lo que implicaría un aumento en la demanda de energía por el municipio y de emisiones de GEI a la atmósfera. Este hecho es fundamental si se quiere lograr que la actividad turística y el sector hotelero sigan creciendo, pero considerando la disminución de las emisiones de carbono derivadas de la transformación y consumo de energía.

Conclusiones

Este breve análisis sobre el crecimiento turístico de Cancún da la oportunidad de conocer el contexto del destino, así como algunas de las implicaciones y problemáticas que se encuentran presentes en la ciudad, siendo importantes para reconocer la importancia que tiene el turismo para la ciudad, especialmente en cuestiones energéticas, las cuales indican que son más aprovechadas por la actividad primordial para este destino turístico.

La información presentada con anterioridad refleja la importancia económica del turismo para el país y la entidad, lo que lo ha posicionado como el destino favorito de los turistas. Sin embargo, visualiza los impactos directos e indirectos que ha generado su crecimiento y

evolución a partir de la degradación de ecosistemas, pérdida de playas y su relación con las emisiones de CO₂, este último importante para la elaboración del presente tema de tesis.

A pesar de los datos presentados con anterioridad, en donde destaca el turismo masivo como modelo de desarrollo, la proliferación de hoteles de lujo y con modalidad de todo incluido, se desconoce la relación existente entre el crecimiento del sector, la energía utilizada y las emisiones de CO₂, siendo una herramienta útil para el establecimiento de estrategias y acciones puntuales que ayuden a todos los sectores relacionados a disminuir su impacto ambiental. Especialmente cuando se quiere lograr que la actividad se desarrolle bajo un enfoque de sustentabilidad, en donde continúe la expansión y el crecimiento económico con bajas emisiones de carbono.

Es por ello que el presente trabajo de investigación pretende conocer este tema, dando oportunidad a la conformación y transformación de un nuevo tipo de desarrollo turístico, no sólo desde el punto de vista económico sino también bajo un enfoque de economía baja en carbono y en impactos ambientales.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO DE LA RELACIÓN ENTRE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y AMBIENTE

2.1 Introducción

Se ha reconocido que existe una relación mutua entre economía y energía. En primer lugar, la energía es la base para el crecimiento de las actividades productivas, como el turismo (Rodríguez, 2002; Bhattacharyya, 2011:1), así como el crecimiento de las actividades productivas es determinante de la demanda de energía (Von, Von y Westerman, 2013); sin embargo, los patrones de producción, transformación y uso de energía proveniente de combustibles fósiles representan la principal fuente de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial (alrededor del 80%) (Bhattacharyya, 2011:11) por lo que se le adjudica a esta última la problemática del cambio climático.

En la relación entre turismo, energía y emisiones de CO₂, confluyen una serie de factores relacionados con el desarrollo sostenible. Entender este vínculo permitirá demostrar si el turismo puede crecer económicamente mientras reduce sus impactos ambientales. Sin embargo, actualmente, se ha considerado que esta actividad contribuye con aproximadamente el 5% de las emisiones totales de CO₂ a nivel mundial y las previsiones a nivel mundial indican un crecimiento del 4% anual en la llegada de turistas. De continuar esta tendencia, las emisiones podrían aumentar hasta en 152% para 2035, por lo que resulta importante tomar medidas pertinentes para evitar el impacto ambiental (UNWTO y UNEP, 2007 y UNWTO, 2019).

De acuerdo a la literatura, es posible alcanzar un crecimiento económico mientras se reduce la dependencia a los recursos naturales y el impacto ambiental. En este sentido, el presente capítulo trata de abordar las cuestiones teóricas que ayudan a entender esta desvinculación. En el primer apartado se comentará sobre el desarrollo sostenible, siendo un tema importante en la agenda política internacional; en segundo lugar, se realizará una recapitulación de la hipótesis de la Curva Kuznets Ambiental la cual ha sido un marco de referencia para entender el desarrollo sostenible y el desacoplamiento de la economía con la degradación ambiental. Por último, se hará una revisión de los principales modelos que hacen referencia a la

desvinculación de la economía con el uso de energía y las emisiones de CO₂, siendo este el referente para la presente investigación.

2.2 Desarrollo sostenible

Desde la publicación llamada “Los Límites del Crecimiento” se comenzaron a relacionar los impactos ambientales del crecimiento económico, dando oportunidad para cuestionar los límites de la naturaleza sobre el sistema económico. En el mismo se mencionó que, si las tendencias respecto a la población mundial, la actividad industrial, la producción de alimentos que originan el agotamiento de recursos naturales continúan sin cambios, los límites del planeta y los recursos se verían afectados (Meadows, Meadows, Randers y Behrens, 1972). El turismo no fue la excepción, ya que se comenzó a cuestionar sobre los impactos que podría generar esta actividad, especialmente por su expansión a nivel mundial en donde se hacían notorios sus efectos negativos (Hudman, 1991).

En este contexto, la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo publicó la obra conocida como “Informe Brundtland”. Esta publicación marcó la institucionalización del concepto de desarrollo sostenible y cual definió como “aquel desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades” (CMMAD, 1987). De acuerdo con este concepto se buscaría un equilibrio e integración de los tres ámbitos: social, ambiental y económico.

En este sentido, para alcanzar un crecimiento económico que no perjudique el ambiente, se debería reducir el uso de recursos y desmaterializar el crecimiento o desacoplar el crecimiento de la base física, es decir del consumo de recursos y los impactos ambientales asociados a la economía (Bermejo, Arto, Hoyos y Garmendia, 2010). Queda claro que alcanzar el desacoplamiento no necesariamente implicará dejar de hacer uso de los recursos sino compatibilizar el crecimiento económico con el sistema ecológico, es decir, evitar la destrucción de las fuentes de renovación (Gallopín, 2003).

Los marcos de referencia más abordados en la literatura corresponden a la Curva Kuznets Ambiental, el desacoplamiento de la economía y el uso de recursos, así como la descomposición de los efectos de la actividad económica. Estos tres serán abordados a continuación.

2.3 Aspectos teóricos de la relación entre crecimiento económico, energía y emisiones

La energía es un recurso importante para los diferentes sistemas económicos, sin embargo, la extracción de fuentes fósiles, así como su transformación y uso ha provocado problemas como la emisión de gases contaminantes que provocan el cambio climático. Este fenómeno está asociado con el incremento de la demanda de energía, la dependencia de los combustibles fósiles, el incremento de la población y las prácticas económicas (Asumadu y Asantewaa, 2017).

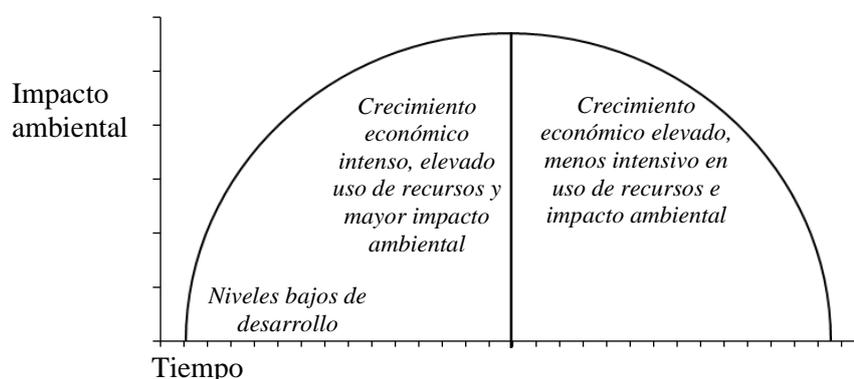
Durante las últimas décadas, se han debatido los efectos del crecimiento económico sobre el ambiente. En este sentido los trabajos de Grossman y Krueger (1991,1995) mostraron que existe una relación en forma de U invertida entre diversos tipos de contaminantes y el nivel de ingresos. En la misma década, por un trabajo realizado por Reddy y Goldenberg, diversos países protagonizaron un descenso en su intensidad energética, es decir de la reducción de la demanda energética para la producción de una unidad de PIB. Estos hechos se asemejaban a un patrón descrito por Kuznets en 1959 que asociaba el crecimiento económico con las desigualdades económicas, pero esta ocasión adaptada a las cuestiones ambientales (Infante, 2014). Por estas razones, a esta forma de U invertida se le conoció como Curva Kuznets Ambiental.

Dada esta situación, se han realizado diversas investigaciones que abordan el problema de las emisiones de GEI derivadas del crecimiento económico y otros factores como la población, la estructura económica y la intensidad energética. En este sentido, se ha utilizado la Curva Kuznets Ambiental para explicar cómo se relacionan cada uno de estos factores.

2.3.1 Curva Kuznets Ambiental

Esta hipótesis indica que existe una relación entre el nivel de ingresos per cápita y la calidad del ambiente. Indica que a niveles bajos de ingreso se encuentra relacionado un creciente deterioro ambiental, sin embargo, después de un cierto punto de inflexión o crecimiento del ingreso per cápita, la relación entre las dos variables se hace negativa, tomando forma de U invertida (Catalán, 2014 y Moreno, 2018), como puede verse en la siguiente figura (figura 2.1):

Figura 2.1 Curva Kuznets Ambiental



Fuente: elaboración propia con información de Labandeira, León y Vázquez (2007:25)

La hipótesis de la Curva Kuznets Ambiental indica que a comienzos del desarrollo se muestra una intensidad creciente en el uso de recursos y energía, llegando a un nivel de renta en donde aparece un punto de inflexión tras el cual la intensidad decrece y se hace notorio un menor uso de recurso y de emisiones o impacto ambiental. Cuando esta relación aparece se le conoce como desmaterialización o desacoplamiento de la base de recursos de una economía (Infante, 2014).

De la misma manera, Zilio y Caraballo (2014) indican que esta relación es explicada a través de tres efectos: escala, composición y tecnología. En lo que se refiere al efecto escala, indican que se puede interpretar como el uso de recursos y la generación de emisiones necesarios para sostener el crecimiento económico; por otra parte, el efecto composición supone que el crecimiento económico conlleva a un progreso en la estructura productiva buscando mejoras en la calidad ambiental. Por último, el efecto tecnología se refiere a que una nación o actividad económica tiene una mayor capacidad para invertir en mecanismos orientados a la innovación y desarrollo de tecnologías menos contaminantes y eficientes. Es así que el primer efecto está relacionado directa y positivamente con el crecimiento económico y emisiones, mientras que los dos últimos, relacionan de manera inversa estas variables.

En el contexto de la energía y emisiones, esta hipótesis indica que las emisiones per cápita evolucionan en conjunto con las trayectorias de la población, del PIB per cápita, de la razón entre el consumo de energía (intensidad energética) y de la razón entre el CO₂ proveniente del consumo de fuentes fósiles y el consumo de energía (intensidad del carbón) (Galindo y

Samaniego, 2010). Balsalobre, Álvarez, Olaya y Cantos (2016) indican que los factores que influyen en el punto de inflexión se encuentran: el tamaño de la población, el nivel de crecimiento económico, la estructura económica, la intensidad energética, así como la modificación de patrones del consumo energético; este último indica el cambio hacia el uso de fuentes renovables de energía que influye directamente sobre el nivel de emisiones de GEI.

De esta manera, la Curva Kuznets Ambiental ha sido utilizada para explicar el comportamiento de ciertas variables que conducirían a la reducción del consumo de energía y de emisiones provocada por el uso de combustibles fósiles, pero a su vez que se continúe el crecimiento económico; siendo esto último, parte de la teoría del desacoplamiento entre economía y ambiente.

2.3.2 Desacoplamiento de la economía y el ambiente

En el debate de los límites del crecimiento y la sustentabilidad, el desacoplamiento ha ocupado un lugar cada vez más importante. De acuerdo con el PNUMA (2011) el bienestar humano, el crecimiento poblacional y el crecimiento económico, se ha basado en la posibilidad de disponer de recursos naturales como la energía y materiales, lo que originado diversos problemas como la escasez de recursos y la contaminación. Dada esta situación, la desmaterialización o desacoplamiento de la base física supone reducir la tasa de uso de recursos de la actividad humana.

El desacoplamiento del crecimiento busca la continuidad del crecimiento económico y, al mismo tiempo, disminuir el consumo de recursos y los impactos ambientales. Varios autores indican que la Curva Kuznets Ambiental no es más que la teoría del desacoplamiento o desmaterialización del crecimiento económico respecto al uso de materiales y energía que conducen a la disminución de los impactos ambientales. Una de las variantes es la teoría de la descarbonización referida al desacoplamiento entre crecimiento económico, el uso de combustibles fósiles y la emisión de gases contaminantes (González, Cañellas, Puig, Russi, Sendra y Sojo, 2010 y Bermejo, Arto, Hoyos y Garmendia, 2010).

Retomando el tema del desacoplamiento, la teoría indica que la economía tiende a usar menos materiales y energía en términos absolutos (desacoplamiento absoluto) o, al menos,

por unidad económica producida (desacoplamiento relativo), sin embargo, ambas tienen una gran diferencia. El primero indica una disminución real en el consumo de recursos y los impactos ambientales, mientras que el segundo integra la variable ambiental a la económica para denotar mayor eficiencia de recursos para la generación de una unidad económica, pero que no exactamente conduce a reducir el uso de recursos (Bermejo, Arto, Hoyos y Garmendia, 2010). En este sentido, este último indica la insostenibilidad al quedar marcada en la degradación de la base física natural de la economía y que debería ser abordado directamente, conservando los recursos y reduciendo los impactos ambientales.

De la misma manera, la diferencia entre desacoplamiento de recursos y desacoplamiento de impactos representan una diferencia. En el caso del desacoplamiento de recursos éste puede ayudar a reducir los problemas de la escasez y la equidad intergeneracional mediante la reducción de la tasa de agotamiento de los recursos y aumentar la eficiencia; sin embargo, el desacoplamiento de los impactos conducirá a utilizar los recursos de manera eficiente y menos contaminante, así como a la reducción de los impactos originados por aquel uso (PNUMA, 2011).

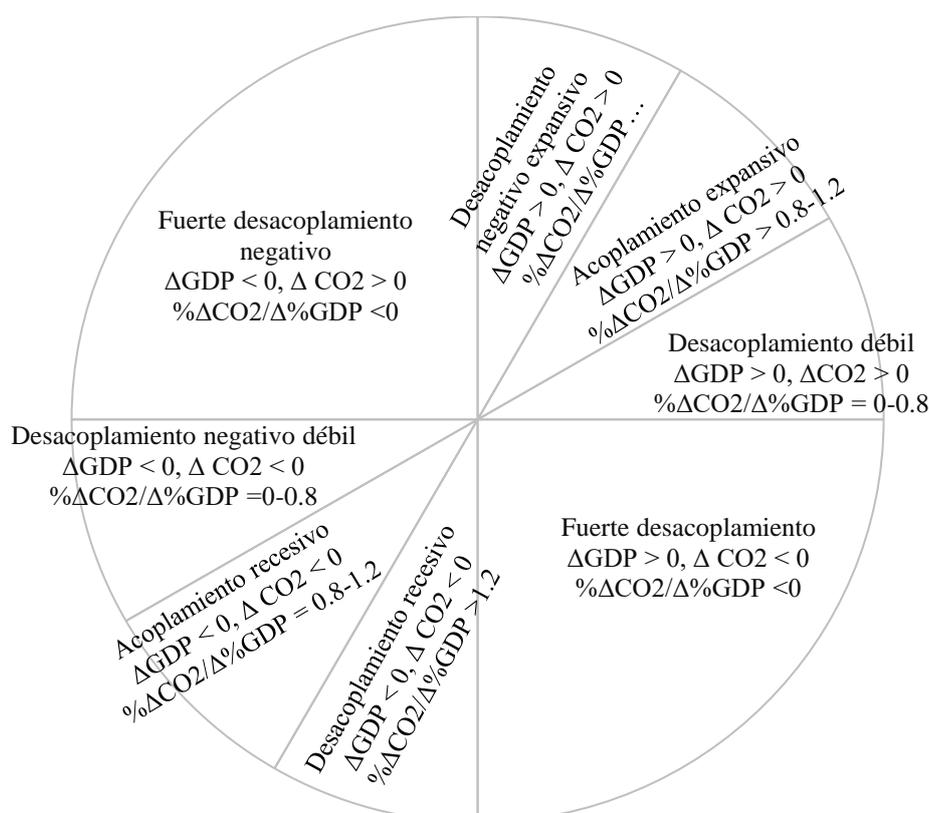
Entonces, para alcanzar un desacoplamiento absoluto que no ponga en riesgo el crecimiento económico, la tasa de crecimiento deberá ser mayor a la tasa de uso de recursos o de impacto ambiental. En este sentido, Tapio (2005) indica que el desacoplamiento de las emisiones de CO₂ del crecimiento económico está dado por la siguiente ecuación (ecuación. 2.1):

Ecuación 2.1

$$ID = \frac{\% \Delta CO_2}{\% \Delta PIB}$$

En donde $\% \Delta CO_2$ es la tasa de variación de las emisiones de CO₂ y $\% \Delta PIB$ la tasa de cambio del producto interno bruto en periodos diferentes; por lo que el índice de desacoplamiento del sector se representa como valores de elasticidad. De acuerdo con el mismo autor, propone ocho niveles de desacoplamiento de las emisiones de CO₂ y el crecimiento económico, e indica que, si se quiere lograr un crecimiento económico con menor cantidad de recursos, se debería alcanzar un fuerte desacoplamiento, como lo indica la siguiente figura (figura 2.2):

Figura 2.2. Niveles de desacoplamiento de emisiones y crecimiento económico



Fuente: elaboración propia con información de Tapio (2005)

2.3.3 Descomposición de emisiones

De acuerdo con Liang, Cai y Ma (2019) para investigar más a fondo el desacoplamiento de las emisiones y la economía que afecta a la elasticidad total de desacoplamiento esta debe descomponerse a través de alguno de los métodos existentes. Este análisis es una actividad primordial para el establecimiento de estrategias que impacten de forma eficaz y precisa en las metas de reducción de emisiones (Gutiérrez, Meleddín y Ábrego, 2016), por consiguiente, las causas que pueden explicar el desacoplamiento entre crecimiento económico y ambiente pueden explorarse utilizando técnicas de descomposición.

Al respecto se han observado diferentes técnicas de descomposición que separan cada uno de los componentes con el fin de analizar en qué medida dichos componentes contribuyen al cambio en el factor seleccionado. Entre estas técnicas se encuentran: análisis de descomposición con datos agregados, análisis de descomposición basados en índices (index

decomposition analysis, IDA), análisis de descomposición estructural (structural decomposition analysis, SDA) y análisis de descomposición econométricos.

En este sentido, la técnica IDA permite descomponer de una manera más amplia los factores ya que incorpora información sectorial, además permite separar los componentes de una determinada ecuación con el fin de analizar en qué medida la variación de estos componentes contribuye con el cambio en el indicador de estudio (Duro y Padilla, 2005, Gutiérrez, Medellín y Ábrego, 2016).

De acuerdo con la literatura de la Curva Kuznets Ambiental, existen tres efectos que explican el crecimiento del impacto ambiental: efecto escala, efecto composición y efecto tecnológico (Díaz y Cancelo, 2010). Sin embargo, la Identidad de Kaya ha sido aplicada para conocer los efectos que ocasionan las emisiones a partir de la producción y el uso de energía. En este sentido, de acuerdo con Kaya (1990) las emisiones de CO₂ son producto de cuatro factores, a su vez influenciados por otros, entre ellos: el índice de carbonización, la intensidad energética, la renta (PIB per cápita) y la población (Duro y Padilla, 2005), estos efectos pueden observarse en la siguiente ecuación (ecuación 2.2):

Ecuación 2.2

$$CO_2 = \frac{CO_2}{E} \cdot \frac{E}{PIB} \cdot \frac{PIB}{P} \cdot P$$

CO₂ representa las emisiones resultantes de la suma de la cantidad y los tipos de combustibles fósiles. El índice de carbonización refleja la combinación de combustibles o fuentes energéticas utilizadas; la intensidad energética, está asociada a la eficiencia energética para la provisión de bienes y servicios. La tercera es una medida de la renta económica y, por último, si pasáramos la población del lado izquierdo de la ecuación, representaría la descomposición de las emisiones per cápita (Alcántara y Padilla, 2005).

Estos cuatro factores pueden explicarse como (Arroyo y Miguel, 2019, Tavakoli, 2017):

- a. Población: cuando existe un mayor número de personas son necesarios más recursos materiales y energéticos y, por consiguiente, de emisiones. La baja continua de la mortalidad y las altas tasas de fecundidad son otros factores inmersos dentro de este factor que condicionan el crecimiento del impacto ambiental.

- b. PIB per cápita: es una medida de producción económica y proporciona un índice general para el nivel de vida. Se espera que este indicador ejerza un efecto positivo sobre las emisiones de carbono, debido a que las personas dispondrán de más recursos para comprar bienes y servicios que requieren energía y producirán emisiones.
- c. Intensidad energética: es una medida de eficiencia energética de la economía, este índice indicaría la energía necesaria para producir una unidad de producción económica. Al incrementar el poder adquisitivo o la renta, se pretendería que se pueda adquirir tecnología renovada y plantear programas que aumenten la eficiencia.
- d. Índice de carbonización: este indicador muestra la composición o participación de las fuentes de energía en la disminución de las emisiones, indicando cuánto es la participación de los combustibles fósiles o las energías renovables para reducir las emisiones de CO₂. De acuerdo con esto, si se aumentan la cantidad de energías renovables se puede disminuir la intensidad del carbono logrando posibilidades de reducción.

De acuerdo con distintos autores, no basta con mejorar la intensidad energética sino la cantidad total de carbono que se emite a la atmósfera, derivada del uso de combustibles fósiles; por lo que para lograr una desvinculación que no afecte al ambiente, se debería de trabajar en la desvinculación absoluta, es decir para que el aumento del PIB no provoque que aumenten las emisiones de carbono a la atmósfera (Alcántara y Padilla, 2005). De esta manera, una de las pautas es considerar la incorporación de energías menos contaminantes, por ejemplo, a través de energías renovables o de tecnologías más eficientes.

2.4 Aspectos del crecimiento económico del turismo, energía y emisiones

La interacción entre consumo energético, crecimiento económico e impacto ambiental ha sido investigada en las últimas décadas; sin embargo, esta relación ha sido poco abordada en la literatura cuando se trata de sectores específicos, por ejemplo, el turismo. Es importante considerar que el turismo ha tenido una gran relevancia para la economía mundial y que las previsiones para años posteriores, dan reflejo de la importancia cada vez mayor de esta actividad, sin embargo, también es evidente que su desarrollo traerá consigo un crecimiento en el consumo energético y por lo tanto de emisiones de CO₂.

El turismo es un factor importante en el uso de recursos, el cambio ambiental y social global. A pesar de que el sector terciario o de servicios ha sido un medio por el cual la economía mundial ha apostado debido a su baja intensidad de recursos e impactos ambientales, respecto a otros sectores como la agricultura o la industria, este también, ha demostrado ser altamente intensivo en energía y recursos, especialmente cuando es la principal actividad económica en distintas regiones del mundo. Si bien, los cambios sociales como lo son los viajes y el turismo, son difíciles de cambiar o evitar, las intensidades de uso de recursos podrían servir como una nueva métrica para comparar el impacto relativo o absoluto del crecimiento de las actividades económicas.

Por consiguiente, el turismo puede ser tratado como cualquier otra actividad dentro de la teoría del modelo de la Curva Kuznets Ambiental, así como del desacoplamiento. En este sentido, el volumen comercial y de los ingresos turísticos ha tenido un gran impacto en la economía de los países, además el volumen de las llegadas (considerado como el tamaño de la población) indica un nivel creciente en lo que se trata a los flujos turísticos o viajes; por lo que el impacto ambiental estará determinado por ambas cuestiones. De la misma manera, podría argumentarse que el crecimiento económico de esta actividad podría ayudar a la inversión en tecnología eficiente y renovable en los distintos sectores que integran esta actividad, lo que conduciría a la reducción de las emisiones de CO₂ proveniente de los viajes y el turismo, en todos los sectores que lo integran, como lo son alimentos y bebidas, ocio y entretenimiento, transportación, etc.

Sobre la base de la hipótesis de la Curva Kuznets Ambiental en relación al turismo y los establecimientos de hospedaje, se ha encontrado que el desarrollo del turismo puede promover el incremento en el consumo de energía y por ende en el aumento de las emisiones de carbono (Huiyue y Meng, 2019). En este sentido diversos autores coinciden que el volumen de llegadas, el número de habitaciones, la tipología de los establecimientos de hospedaje y los servicios que ofrecen, son determinantes del consumo de energía y el crecimiento de las emisiones (Wang, 2012; Priyadarsini, Xuchao y Eang, 2009; Pieri, Tzouvadakis y Santamouris, 2015; Wang, Lin y Luo, 2017), en donde las tecnologías eficientes y renovables podrían ayudar a disminuir el consumo energético, la dependencia a fuentes fósiles y el impacto ambiental generado del turismo (Tsai, Li, Hwang y Huang, 2014; Chan, Okumus y Chan, 2020; Lastra, Coloma, Espinoza y Herrera, 2015; Zhang y Liu, 2019; Michopoulos, Ziogou, Kerimis y Zacharadis, 2017).

El conocimiento del estado de desacoplamiento del uso de recursos y de emisiones del turismo es importante para el establecimiento de estrategias, acciones y metas puntuales para la gestión pública y privada del turismo; especialmente, cuando se ha reconocido la importancia de una actividad como lo es el turismo en Cancún y con ello, crecer económicamente con bajas emisiones o impacto ambiental.

2.4.1 Contexto económico

El turismo contribuye a la economía de distintos países. A nivel mundial, la Organización Mundial del Turismo estima que el turismo aporta entre el 10% y 11% del Producto Interno Bruto Mundial y cada año, recibe una atención importante en la economía de los países, especialmente por su contribución a la balanza de pagos, generación de empleos, etc. De la misma manera, en el caso de México, el turismo se ha posicionado como una de las actividades económicas más importantes para el país ya que aporta con aproximadamente el 8.5% del PIB nacional (cuadro 2.1):

Cuadro 2.1 Contribución del turismo a la economía mundial

Año	Mundo		México		
	Ingresos por turismo internacional (millones de dólares)	Contribución a la economía mundial (porcentaje)	Ingresos por turismo internacional (millones de dólares)	PIB Turístico (millones de pesos a valores constantes)	Contribución del PIB turístico al PIB nacional (porcentaje)
2008	970	5	13.370	1 270 770	8.8
2009	881	5	11.513	1 201 662	8.8
2010	966	5	11.992	1 228 799	8.6
2011	1081	6	11.869	1 264 246	8.5
2012	1116	9	12.739	1 304 619	8.5
2013	1309	9	13.949	1 332 001	8.5
2014	1252	9	16.208	1 353 584	8.4
2015	1196	10	17.734	1 417 486	8.6
2016	1239	10	19.650	1 455 900	8.6
2017	1344	10	21.336	1 502 488	8.6
2018	1448	10	22.526	1 540 868	8.7

Fuente: elaboración propia con información de la Organización Mundial del Turismo (OMT, 2008-2020), Banco de México (2019) e INEGI (2018)

2.4.2 Contexto social

De acuerdo con la Organización Mundial del Turismo (2019) el flujo de turistas ha cambiado en las últimas décadas. Estos cambios se han originado debido a las economías emergentes, avances tecnológicos, nuevos modelos de negocios, viajes asequibles y la simplificación del régimen de visados, por lo que el crecimiento en la llegada de turistas ha tenido un crecimiento constante en el ámbito internacional y nacional.

Específicamente, en el caso de México el movimiento turístico ha tenido una importante contribución; por lo que las cifras resultan positivas a pesar de las crisis económicas, sanitarias y de seguridad nacional, tal como puede verse en el siguiente cuadro (cuadro 2.2):

Cuadro 2.2 Evolución de la llegada de turistas en el mundo y en México

Año	Mundo		México	
	Turismo internacional (millones de turistas)	Variación (porcentaje)	Turismo internacional (millones de turistas)	Variación (porcentaje)
2008	916.7		22.93	
2009	884.6	-3.50	22.35	-2.55
2010	952	7.62	23.29	4.22
2011	998	4.83	23.40	0.49
2012	1045	4.71	23.40	0.00
2013	1093	4.59	24.15	3.20
2014	1137	4.03	29.35	21.51
2015	1195	5.10	32.09	9.36
2016	1239	3.68	35.08	9.30
2017	1328.8	7.25	39.29	12.01
2018	1401.9	5.50	41.31	5.15

Fuente: elaboración propia con información de la OMT (2008-2019)

2.4.3 Contexto ambiental

La actividad turística depende de los combustibles fósiles para la realización de todas sus actividades. A pesar de que la información relacionada al uso de energía y las emisiones de CO₂ no se encuentra disponible, se ha hecho un esfuerzo importante para estimar las mismas. En este sentido la OMT y PNUMA (UNWTO y UNEP, 2007) reportaron consumos y factores de equivalencia para el consumo de energía y kilogramos de CO₂ por noche de estancia de los turistas, en donde se utiliza un promedio de 20.6 kg de CO₂ por turista por noche de estancia y en el caso de la energía se utiliza un promedio de 130 MJ. Sin embargo, esto no denota el consumo real de la energía utilizada por el sector, especialmente, cuando existe una diversidad de alojamientos, categorías turísticas, así como de servicios que se ofrecen dentro de estas instalaciones; además, en donde las condiciones climáticas, la provisión de insumos energéticos y comportamientos de los turistas resultan diferentes.

En este sentido, de acuerdo con la Organización Mundial del Turismo y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2007) se contabilizó una cantidad de 1.304 giga toneladas de CO₂ de la actividad turística. En donde el sector hotelero aportó con 5% del total de emisiones. Las predicciones hechas por las mismas organizaciones indican que, si todo sigue igual, para 2035 las emisiones podrían aumentar hasta en 152% alcanzando 3.059 giga toneladas de CO₂.

En el caso de México, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático a través del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero brindan una aproximación de las emisiones relacionadas al turismo. En este sentido, indican que el sector comercial e institucional (el cual incluye al sector alojamiento y actividades turísticas) podrían aportar aproximadamente con cinco millones de toneladas de CO₂e representando el 0.68% de las emisiones totales del país (INECC, 2018) y alrededor de 163 PJ de energía (SENER, 2017).

Por otra parte, el Centro Mario Molina (2015) realizó una aproximación del consumo energético de los hoteles en México, indicando que podrían consumir entre 8.2 TWh y 8.7 TWh de energía, produciendo entre 3.7 a 4 millones de toneladas de CO₂.

Conclusiones

La Curva Kuznets Ambiental es un referente cuando se trata de explicar la evolución del impacto ambiental en relación al crecimiento económico. Sin embargo, se hace notorio enfatizar que es un primer acercamiento para conocer cómo diferentes factores pueden originar que exista un desacoplamiento del crecimiento económico en relación a sus impactos ambientales. Si bien, en un comienzo del desarrollo se tienen importantes impactos ambientales, en un cierto tiempo estos se reducirán, sin embargo, se hace notorio que la economía funge dos acciones, el primero es que al comienzo es el determinante del impacto ambiental, pero a un determinado momento, indica que resolverá los impactos. Denotando para ello la incapacidad del sistema económico de ser sostenible ya que depende forzosamente de la naturaleza.

De la misma manera, conduce a indicar que uno de los medios factibles para reducir la dependencia a la naturaleza es sólo a través de la mejora de la tecnología, sin embargo, esta tecnología si no llega a implementarse de la manera adecuada, traería consigo los mismos problemas que si estas no existieran. Por lo que es importante dirigir los esfuerzos a mejorar el sistema económico y energético a través del uso de tecnologías que satisfagan la necesidad económica pero que hagan uso de la menor cantidad de recursos y generen la menor cantidades de impactos ambientales.

Por otra parte, si se quiere alcanzar un crecimiento económico que satisfaga las necesidades de las personas, se tendría que velar por un desacoplamiento absoluto del uso de recursos y del impacto ambiental, para no poner en riesgo el equilibrio de la naturaleza y sus componentes. De ser así, conocer cómo influyen diferentes factores en el crecimiento de las emisiones, podrá ayudar a alcanzar este desacoplamiento, a través de medidas factibles. Así mismo, conducirá a tomar medidas pertinentes para reducir la dependencia a combustibles fósiles considerando la incorporación de tecnologías que sustituyan los requerimientos energéticos, como podrían ser las energías renovables y mejorando la intensidad energética.

El turismo como fenómeno social y actividad económica, ha tomado una gran importancia en el contexto internacional y nacional. Las previsiones en el futuro indican que este sector tomará cada vez más importancia en la economía de los países, por lo que entender su funcionamiento y evolución, a través de las distintas técnicas de desacoplamiento y descomposición, ayudará a conocer cómo esta actividad utiliza directamente recursos

energéticos para satisfacer las necesidades operativas y de los turistas, y cómo estas se encuentran relacionadas con las emisiones de carbono. Conocer esta relación ayudaría a establecer estrategias puntuales que ayuden a desacoplar la economía turística del uso de recursos y del impacto ambiental asociado.

Esto último resulta importante para la elaboración de este trabajo de investigación. Tomando importancia en el caso de México, donde las cifras son positivas ya que aporta al PIB nacional, genera empleos y ayuda a equilibrar la balanza de pagos, además donde se visualiza un crecimiento en la llegada de turistas. Esto generaría diversos impactos ambientales como la emisión de gases contaminantes a la atmósfera por lo que atender estos, implicará la transformación del modelo turístico actual hacia uno que sea más responsable con su entorno.

CAPÍTULO III REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE CRECIMIENTO TURÍSTICO Y EMISIONES DE CARBONO

3.1 Introducción

El turismo es un importante contribuyente al cambio climático debido a que utiliza combustibles fósiles para ofrecer una serie de bienes y servicios al turismo, lo que origina la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. De acuerdo con la Organización Mundial del Turismo y PNUMA (UNWTO y UNEP, 2008) las emisiones de CO₂ relacionadas con el turismo contribuyeron con un rango del 3.9% al 6% de las emisiones anuales en 2005 (26 400 millones de toneladas de CO₂). De los sectores turísticos, la mayoría de las emisiones se atribuyeron al transporte (76%), mientras que el sector alojamiento fue responsable del 21% del total de emisiones del turismo. Este estudio indicó que, si el crecimiento turístico continúa en 4%, para 2035 las emisiones podrían crecer hasta en 152%; por lo que la OMT y PNUMA invitan a todos los sectores del turismo a maximizar la eficiencia tecnológica y a implementar energías renovables para reducir hasta 36% las emisiones totales del turismo en el mismo periodo.

De la misma manera, diversos estudios destacan la contribución del turismo sobre las emisiones de CO₂. Estos estudios indican el crecimiento en el consumo de energía y de emisiones del turismo en distintas escalas temporales y métodos, sin embargo, los resultados son similares al indicar que el sector transporte contribuye con más del 50% de las emisiones totales del turismo, siendo el sector alojamiento el que ocupa la segunda posición (Becken y Patterson, 2006; Jones, 2013; Meng, Xu, Hu, Zhou y Wang, 2016 y Liu, Feng y Yang, 2011).

En este sentido, se realizó una búsqueda de artículos que abordaran la temática del turismo, la hotelería, la energía y emisiones. Los hallazgos fueron distintos, especialmente por la diversidad de temas con las que se aborda esta relación, las cuales se resumen en el siguiente cuadro (cuadro 3.1):

Cuadro 3.1 Temáticas relacionadas al turismo, energía y emisiones

Temática	Autor (es)	Año
Sector alojamiento y eficiencia energética	Priyadarsini, Xuchao y Eang	2009
	Xuchao, Priyadarsini y Eang	2010
	Farrou, Kolokotroni y Santamouris	2012
	Wang y Huang	2013
	Tsai, Li, Hwang y Huang	2014
	Pieri, Tzouvadakis y Santamouris	2015
	Oluseyi, Babatunde y Babatunde	2016
	Wang, Lin y Luo	2017
Sector alojamiento y tecnologías de eficiencia energética y energías renovables	Önut y Soner	2006
	Chan, Okumus y Chan	2020
	Wang	2012
	Tsai, Li, Hwang y Huang	2014
	Lastra, Coloma, Espinoza y Herrera	2015
	Pieri, Tzouvadakis y Santamouris	2015
	Michopoulos, Ziogou, Kerimis y Zachariadis	2017
Relaciones causales entre el crecimiento económico del turismo, el consumo energético y emisiones de CO2	Lee y Brahmasrene	2013
	Katircioglu	2014
	Zaman, Shahbaz, Loganathan y Ali	2016
	Sherafatian, Shahwahid; Zhang y Gao	2016
	Alam y Paramati	2017
	Balli, Sigeze, Manga, Birdir y Birdir	2018
	Danish y Wang	2019
Nepal, Irsyad y Kumal	2019	
Análisis de desacoplamiento entre el crecimiento económico del turismo y emisiones de CO2	Tang, Shang, Shi, Liu y Bi	2014
	Chen, Thapa y Yan	2018
	Tang, Bai, Shi, Liu y Li	2018
	Yang, Jia, Liu y Mao	2019
Análisis de descomposición de emisiones de la actividad turística	Liu, Feng y Yang	2011
	Robaina, Moutinho y Costa	2016
	Tang, Zhong y Ng	2017
	Chen, Thapa y Yan	2018
	Yang, Jia, Liu y Mao	2019
	Bianco	2020

Fuente: elaboración propia

En el presente apartado se describen las diferentes temáticas indicadas en el cuadro anterior y los principales hallazgos. En primer lugar, se presentan los estudios relacionados con el sector alojamiento y la eficiencia energética; posteriormente, se presentarán las investigaciones relacionadas con las tecnologías de eficiencia energética y tecnologías

renovables. En un tercer y último apartado se presentan aquellas investigaciones que descomponen y relacionan las emisiones de CO₂ del turismo con distintos tipos de análisis y métodos de descomposición. Siendo estos últimos los utilizados para realizar la presente investigación.

3.2 Sector alojamiento y eficiencia energética

La investigación internacional sobre la energía y el sector hotelero comenzó a desarrollarse en la década de 1990 y se analizó desde la eficiencia energética tomando como base el consumo de energía por unidad de superficie bruta (consumo de energía/m²) (Pieri, *et al.*, 2015; Tsai, *et al.*, 2014, Oluseyi, *et al.*, 2016, y Priyadarsini, *et al.*, 2009). En años más recientes, la intensidad de uso energético se ha abordado a partir del consumo o demanda de energía con otros indicadores, tales como: número de camas, número de habitaciones y número de huéspedes (Beccali, *et al.*, 2009; Oluseyi, *et al.*, 2016). De la misma manera, se ha propuesto un índice de consumo actual que tiene en cuenta el consumo de energía por unidad de alojamiento rentada, es decir, kilowatt por habitación día ocupado (kW/HDO) (Molina, Velarde, Borroto, Santiesteban y Monteagudo, 2017), así como kilowatt hora por persona-noche (Pieri, *et al.*, 2015). Estas mismas variables se han utilizado para medir la intensidad de emisiones del sector.

En este sentido, los estudios relacionados a la eficiencia energética y la generación de emisiones de CO₂ en el sector hotelero, pueden clasificarse en tres enfoques: el primero desde la tipología del hotel que considera a la categoría del hotel y los servicios ofrecidos; en segundo lugar, desde la ocupación hotelera, considerando variables como la tasa y densidad de ocupación y la llegada de turistas a cuartos de hotel. En el último grupo se consideran las características de la construcción, es decir, desde su antigüedad, el tamaño del establecimiento y la cantidad de habitaciones (cuadro 3.2).

Cuadro 3.2 Principales enfoques relacionados a la eficiencia y la generación de emisiones en el sector alojamiento

Enfoque	VARIABLES	Autor (es) y año	Conclusión
Tipología del hotel	Categoría del establecimiento	Wang, 2012; Priyadarsini, Xuchao y Eang, 2009; Pieri, Tzouvadakis y	Los hoteles con mayor categoría utilizan más energía que los de menor categoría.

	Nivel y cantidad de servicios	Santamouris, 2015; Wang, Lin y Luo, 2017; Tsai, Li, Hwang y Huang, 2014; Wang y Huang, 2013	El consumo energético y de emisiones aumentará dependiendo de la cantidad de servicios que ofrezcan los hoteles
Ocupación hotelera	Tasa de ocupación	Priyadarsini, Xuchao y Eang, 2009 y Xuchao, Priyadarsini y Eang, 2010 y Wang, 2012	La tasa de ocupación incide directamente en el consumo energético y en las emisiones de los hoteles. El consumo energético es mayor a tasas de ocupación altas.
	Cantidad de huéspedes	Tsai, Li, Hwang y Huang, 2014 y Xuchao, Priyadarsini y Eang, 2010	El consumo energético y de emisiones aumenta a mayor cantidad de huéspedes; pero el consumo y emisiones per cápita son menores, debido a que se comparten las instalaciones.
Características de la construcción	Antigüedad	Farrou, Kolokotroni y Santamouris, 2012)	Los hoteles con más antigüedad representan mayores pérdidas de energía.
	Tamaño de las habitaciones y hoteles	Tsai, Li, Hwang y Huang, 2014	Las habitaciones y hoteles más grandes consumen más energía y generan más emisiones debido a los servicios que se ofrecen dentro de los mismos.
Otros factores	Número de empleados	Priyadarsini, Xuchao y Eang, 2009, Oluseyi, Babatunde y Babatunde, 2016)	A mayor número de empleados el consumo energético aumenta. Esta variable es utilizada debido a que refleja el nivel de actividades comerciales que se realizan en los hoteles.

Fuente: elaboración propia

3.3 Tecnologías de eficiencia energética y energías renovables

Los hoteles utilizan más de un tipo de fuente energética debido a la diversidad de actividades que ofrecen a sus huéspedes, por lo cual las emisiones de CO₂ generadas se origina por el uso directo de combustibles fósiles (gas licuado de petróleo y gas diésel) y de manera indirecta por el uso de electricidad (Priyadarsini, *et al.*, 2009, y Tsai, *et al.*, 2014).

Diversos autores indican que la electricidad es considerada la fuente principal de energía y de manera secundaria el gas licuado de petróleo y el gas diésel (Önut y Soner, 2006). Priyadarsini, *et al.* (2009) indican que la electricidad representa el 91% del consumo total de energía, mientras que el 9% al gas L.P. y el gas diésel; así mismo Wang (2012) menciona que la electricidad comprende el 84% del total consumida; Pieri, *et al.* (2015) mencionan

que es del 95% mientras que Rosselló, Moia, Cladera y Martínez (2010) indican que es del 50% del consumo total de energía. Esto está relacionado con lo que indica Tsai, Li, Hwang y Huang (2014) al mencionar que las emisiones causadas por el consumo de electricidad son de aproximadamente el 88%, ya que esta es la principal fuente de energía en los hoteles.

Respecto a lo anterior, la dependencia energética se puede reducir por medio de la mejora de la eficiencia energética y la implementación de tecnologías, especialmente aquellas, que hagan uso de fuentes de energía renovables. Estas dos medidas pueden ayudar a la reducción de las emisiones y no comprometerá el crecimiento económico ni la llegada de turistas. Diferentes autores proponen la sustitución de las tecnologías convencionales con tecnologías más eficientes y la combinación de las mismas con fuentes renovables de energía (Önut y Somer, 2006, Tsai, Li, Hwang y Huang, 2014; Chan, Okumus y Chan, 2010; Wang, 2012; Pieri, *et al.*, 2015; Lastra, Coloma, Espinoza y Herrera, 2015; Zhang y Liu, 2019; Michopoulos, Ziogou, Kerimis y Zacharadis, 2017).

3.4 Descomposición de emisiones del turismo

El concepto de sostenibilidad se establece cada vez más como un componente integral en las economías modernas, tal es el caso del turismo. Sin embargo, una de las amenazas más importantes para la sostenibilidad es la creciente demanda de energía que resulta en el agotamiento de los recursos naturales y una amenaza para el clima global debido a las emisiones producidas (Becken, Frampton y Simmons, 2001). Por lo tanto, la mitigación es una responsabilidad importante para la actividad turística (Becken y Patterson, 2006 y Meng, Xu, Hu, Zhou y Wang, 2016).

Sin embargo, el turismo rara vez ha sido reconocido como un sector económico por derecho propio a pesar de su creciente importancia en la economía mundial (Becken y Patterson, 2006; Meng, Xu, Hu, Zhou y Wang, 2016). Con la introducción de las Cuentas Satélite de Turismo, que miden la contribución económica del turismo a la economía nacional, se comenzó a reconocer la importancia de esta actividad y los sectores que la componen (transportación, alojamiento y actividades turísticas), no obstante, su contribución a las emisiones de CO₂ y el consumo de recursos no han sido del todo analizadas. En específico en el caso de México, esto no se ha realizado.

Por lo tanto, el impulso hacia una economía baja en carbono se ha convertido en un tema emergente en el turismo, como se desprende en diversas investigaciones que se centran en (1) relacionar el crecimiento económico del turismo, el consumo energético y las emisiones a través de métodos econométricos (2) desacoplar el desarrollo económico del turismo sobre las emisiones y (3) identificar cómo los factores subyacentes del turismo influyen sobre las emisiones a partir de diferentes métodos de descomposición.

3.4.1 Estudios sobre la relación causal entre el crecimiento económico del turismo, el consumo energético y emisiones de CO2

Diversas investigaciones han utilizado métodos econométricos para relacionar las emisiones de CO2, la energía y el turismo. En este sentido, se han realizado investigaciones para determinar si el crecimiento económico del turismo conduce a un aumento en el consumo de energía y de emisiones (Zaman, Shahbaz, Loganathan y Ali, 2016; Nepal, Irsyad y Kumal, 2019; Sherafatian, Shahwahid; Zhang y Gao, 2016; Lee y Brahmasrene, 2013; Alam y Paramati, 2017; Balli, Sigeze, Manga, Birdir y Birdir, 2018, Danish y Wang, 2019 y Katircioglu, 2014).

Debido a la utilización de diversas variables, así como de métodos (pruebas estacionarias, paneles de cointegración, enfoques multivariados, etc.) los resultados varían entre las investigaciones. En este sentido, el siguiente cuadro resume los hallazgos encontrados (cuadro 3.3):

Cuadro 3.3 Relaciones causales entre turismo, energía y emisiones

Relaciones	Consumo de energía	Llegada de turistas	PIBT	CO2
Consumo de energía	-	→ (+,-)	→ (+,-)	→ (+)
Llegada de turistas	→ (+,-)	-	→ (+),↔	→ (+,-),↔
PIBT	→ (+)	→ (+), ↔	-	→ (+,-),↔
CO2	ND	→ (-)	ND	-

Fuente: elaboración propia

Los hallazgos indican que el consumo de energía puede conducir al incremento y la reducción en la llegada de turistas, al crecimiento económico de la actividad, así como en las emisiones. Por otro lado, la llegada de turistas y el crecimiento de la actividad influye sobre el consumo de energía, es decir, se necesita más energía para producir una unidad de producto interno bruto. Otro de los hallazgos, es que el CO₂ puede influir sobre la llegada de turistas, debido a que los turistas tienden a ser más responsables en sus viajes.

3.4.2 Análisis de desacoplamiento entre crecimiento económico del turismo y emisiones de CO₂

El desacoplamiento se introdujo en la disciplina de las ciencias ambientales para medir la relación de desvinculación entre el crecimiento económico y el consumo de recursos. Cuando el crecimiento económico se logra con un consumo constante o incluso disminuido de los recursos, se relaciona con el discurso general de la desvinculación del aumento de los problemas ambientales.

En este sentido, de acuerdo con Tapio (2005) el índice de desacoplamiento (ID) de las emisiones de CO₂ del turismo se define como la relación entre las emisiones de CO₂ y la economía turística. En donde el ID se puede calcular como la relación entre el porcentaje de cambio en las emisiones de CO₂ relacionadas con el turismo y el porcentaje de cambio en la economía turística durante un periodo de tiempo determinando de un año base a un año objetivo (cuadro 3.4):

Cuadro 3.4 Índice de desacoplamiento de las emisiones del turismo

Rango de desacoplamiento	%ΔCO ₂	%ΔPIB	ID	Descripción
Desacoplamiento fuerte	< 0	> 0	< 0	Cuando la tasa de cambio de las emisiones de CO ₂ relacionadas con el turismo es negativa y la de la economía turística es positiva, la relación es óptima.
Desacoplamiento débil	> 0	> 0	0 < DI < 1	Cuando la tasa de crecimiento de las emisiones de CO ₂ relacionadas con el turismo es menor que la economía turística, la relación es deseable.

Crítico	> 0	> 0	$=1$	La tasa de crecimiento de las emisiones de CO2 relacionadas con el turismo es igual a la de la economía turística.
Desacoplamiento negativo	> 0	> 0	>1	La tasa de crecimiento de las emisiones de CO2 relacionadas con el turismo es mayor que la de la economía turística
Desacoplamiento recesivo	< 0	< 0	>1	La tasa de disminución de las emisiones de CO2 relacionadas con el turismo es mayor que la de la economía turística
Desacoplamiento negativo débil	< 0	< 0	$0 < DI < 1$	La tasa de disminución de las emisiones de CO2 relacionadas con el turismo es inferior a la de la economía turística.
Fuerte desacoplamiento negativo	> 0	< 0	< 0	Cuando la tasa de crecimiento de las emisiones de CO2 relacionadas con el turismo es positiva y de la economía turística es negativa, la relación es la más desfavorable.

Fuente: elaboración propia con información de Tang, Shang, Shi, Liu y Bi (2014)

Distintos autores han realizado análisis de desacoplamiento para relacionar el crecimiento de las emisiones de CO2 en relación a la economía turística. La mayoría de los estudios indican que el índice de desacoplamiento está entre el negativo y el débil, y sólo uno de ellos, encontró en sus resultados un desacoplamiento fuerte. En el siguiente cuadro se resumen los principales hallazgos encontrados (cuadro 3.5):

Cuadro 3.5 Principales hallazgos sobre el índice de desacoplamiento del turismo y emisiones

Autor (es) y año	Lugar y periodo de análisis	Conclusiones	
		Crecimiento de emisiones	Índice de desacoplamiento
Tang, Shang, Shi, Liu y Bi, 2014	China 1990 – 2012	Las emisiones totales de CO ₂ aumentaron de 1468 x10 ⁴ en 1990 a 11568.17 x10 ⁴ en 2012, con una tasa de crecimiento promedio anual del 12.6%. El sector transporte creció a una tasa promedio anual de 9.78% y el sector alojamiento con 11.54%.	El índice de desacoplamiento alternó entre un desacoplamiento negativo y débil. El desacoplamiento negativo se presentó entre 1991-1993, 1997, 2000-2002, 2004, 2011-2012 y el desacoplamiento débil ocurrió entre 1994-1996, 1998-1999, 2003 y 2005-2010.
Chen, Thapa y Yan, 2018	Delta del Río Yangtze (Jiansu, Zhejiang y Shanghai), China 2011-2015	Las emisiones del turismo aumentaron de 673.55 x10 ⁴ t de CO ₂ en 2001 y alcanzó los 2 152.27 x10 ⁴ t de CO ₂ en 2015 con un aumento promedio anual de 8.65%. El sector alojamiento aumentó de 169.44 x10 ⁴ t de CO ₂ a 218.89 x10 ⁴ t de CO ₂ , en el mismo periodo.	El análisis de desacoplamiento indica que fue negativo en 2004; débil en los periodos de 2002-2003, 2005-2007, 2009-2012 y 2014-2015 y fuerte en 2008 y 2013.
Tang, Bai, Shi, Liu y Li, 2018	China 2000-2015	Las emisiones totales de CO ₂ del turismo aumentaron de 37.95 Mt en 2000 a 100.98 Mt en 2015, con una tasa de crecimiento del 7.1%.	El análisis de desacoplamiento indica pasó por distintos momentos entre el desacoplamiento negativo y desacoplamiento débil.
Yang, Jia, Liu y Mao, 2019	Hainan, China 2001-2015	Las emisiones totales de CO ₂ pasaron de 99.88 x10 ⁴ t de CO ₂ en 2001 a 475 x10 ⁴ t de CO ₂ en 2015, con una tasa de crecimiento del 11.78%.	El análisis de desacoplamiento indica que existió un desacoplamiento débil durante 2001 y 2015.

Fuente: elaboración propia

Los resultados de las distintas investigaciones indican que es posible el crecimiento de la actividad turística con bajas emisiones de carbono; sin embargo, Chen, Thapa y Yan (2018) mencionan que será importante que los responsables de la formulación de políticas públicas enfatizen en la promoción del desarrollo turístico con bajas emisiones de carbono. Así mismo, Tang, Bai, Shi, Liu y Li (2018) sugieren que las administraciones turísticas deberían establecer normas y planes de acción para promover un turismo con bajas emisiones de

carbono, fortaleciendo esfuerzos de publicidad y comercialización, ampliando intercambios internacionales y cooperación con otros países.

Por otra parte, se indica que el sector hotelero debería utilizar tecnologías eficientes y de bajas emisiones de carbono en lo que respecta a la climatización, iluminación, electrodomésticos, así como haciendo uso de la energía solar, orgánica y otras fuentes de energía limpias. Así mismo, Yang, Jia, Liu y Mao (2019) mencionan que se debería incidir en el comportamiento de los turistas pasando por todo el proceso de viaje (traslados, estancias, alimentación y en las actividades de recreación u ocio).

3.4.3 Análisis de descomposición de las emisiones de la actividad turística

El objetivo de la descomposición es identificar los efectos por lo que las emisiones de CO₂ del turismo aumentan o disminuyen de acuerdo a su evolución e importancia económica. Identifica los distintos sectores turísticos y los factores que influyen en el crecimiento de las emisiones; así mismo, identifica las direcciones para las políticas con respecto a la reducción de emisiones. Este método desempeña un papel importante en el análisis del crecimiento económico con bajas emisiones de carbono, debido a que ayuda a determinar los efectos separados sobre las emisiones de CO₂ debido al uso de energía por parte de la actividad económica.

Existen distintos tipos de métodos de descomposición, sin embargo, el más utilizado es el análisis de descomposición basado en índices (IDA, por sus siglas en inglés). El método IDA se puede dividir en dos ramas: el primero utiliza el índice de Laspeyres y la otra vinculada con el Índice Divisia. En este sentido Ang (2004, 2005) sugiere el Índice Divisia de Media Logarítmica (LMDI, por sus siglas en inglés) por sus ventajas, entre ellas: este método no genera residuos y da cabida al valor cero en el conjunto de datos, por lo que es una descomposición perfecta, lo que puede superar las limitaciones clave con respecto a los métodos de descomposición tradicionales, así como identifica los factores que contribuyen en las emisiones de la economía (Ang, 2004 y 2005; Tang, Zhong y Ng, 2017).

Distintos autores han analizado las emisiones energéticas del turismo desde diferentes efectos, entre ellos: efecto factor de emisión, efecto mix energético, efecto intensidad

energética, efecto intensidad del carbón, etc. En el siguiente cuadro (cuadro 3.6) se exponen los distintos efectos con los que se desarrollan las investigaciones encontradas:

Cuadro 3.6 Efectos del turismo relacionados a las emisiones

Autor y año	Efectos
Liu, Feng y Yang (2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Factor de emisión: emisiones del tipo de sector y categoría de gastos entre necesidades energéticas del sector y categoría del gasto • Mix energético: necesidades energéticas del sector y categoría del gasto entre requisito de energía del tipo de energía primaria • Intensidad energética: requisito de energía del tipo de energía primaria entre gasto del tipo de categoría • Estructura del gasto: gasto del tipo de categoría entre gasto total del turista • Gasto medio: total del gasto de turista entre total de llegada de turistas • Escala de llegadas totales: total de llegada de turistas
Robaina, Moutinho y Costa (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Mix energético: cambios en el consumo de combustibles fósiles entre el consumo total de energía. • Intensidad energética: consumo de energía sobre consumo turístico en el territorio económico. • Intensidad del carbón: cambios en las emisiones de CO2 en comparación con el consumo de combustibles fósiles. • Relación entre el consumo nacional de turismo y la producción económica del turismo. El consumo turístico por el valor añadido generado por el turismo. • Estructura económica del turismo: valor añadido generado por los subsectores del turismo dividido por el valor añadido generado por el turismo. • Actividad turística: valor añadido generado por el turismo.
Tang, Zhong y Ng (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Factor de emisión: indica las emisiones de carbono generadas por la clase de energía del sector entre el consumo de energía del sector • Mix energético: consumo de energía del tipo de sector entre el consumo de energía de todo el sector • Intensidad energética: consumo de energía del sector entre ingresos del sector • Escala turística: representa el número total de visitantes • Valor de producción del sector: ingresos del sector turístico sobre los ingresos totales de la actividad turística • Escala de salida: ingresos totales de la actividad turística sobre número de visitantes
Chen, Thapa y Yan (2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Coeficiente de emisión: representa las emisiones del sector turístico sobre el consumo energético del sector turístico; • Estructura sectorial: consumo energético del sector turístico sobre el consumo total de energía del turismo; • Intensidad energética: consumo total de energía sobre crecimiento económico de la región; refleja la eficiencia general de las actividades económicas. • Estructura espacial: crecimiento económico de la región sobre total de la economía turística; refleja la distribución espacial del desarrollo desde el punto de vista de la economía turística. • Tamaño del gasto: total de la economía turística sobre el número de llegadas de turistas;

	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de la industria: número total de llegada de turistas.
Yang, Jia, Liu y Mao (2019)	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de la población: número de turistas • Tamaño del gasto: ingresos por turismo • Estructura industrial: crecimiento de la actividad comercial • Intensidad energética: Energía sobre PIB turístico • Intensidad energética: representa la intensidad eléctrica del sector turístico. Es la relación entre el consumo de electricidad y el valor añadido del sector turístico. Índica cuántas unidades de electricidad son necesarias para generar valor. • Productividad: indica cuánto valor añadido se genera por cada llegada. Cuanto más alto es este indicador representa el valor extraído por llegada
Bianco (2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen de negocios: mide la relación de rotación del sector relacionando el número de llegadas con las camas disponibles. Sirve para caracterizar el grado de explotación de las estructuras de alojamiento. • Estructura del alojamiento: describe las tipologías de las estructuras de alojamiento. Relaciona el número de camas totales disponibles y las camas disponibles. Cuanto mayor es el índice es menor el impacto. • Dimensión media del hotel; define la dimensión media de los hoteles en términos de camas disponibles por estructura. • Participación en hoteles: indica la cuota de hoteles en el total sobre el total de las estructuras. • Total de estructuras de alojamiento: número de hoteles

Fuente: elaboración propia

En un estudio realizado por Liu, Feng y Yang (2011) indican que los cinco factores que afectan el consumo de energía y de emisiones de dióxido de carbono en Chengdu, China se encuentran: el efecto del mix energético, la intensidad energética, la estructura del consumo, el efecto del tamaño del gasto y el efecto del tamaño de la industria. Los resultados indican que la intensidad energética, el tamaño del gasto y el tamaño de la industria conducen a un aumento de las emisiones, mientras que la participación energética y la estructura de consumo no tienen influencia considerable en el crecimiento de las emisiones.

Otro estudio, realizado por Robaina, Moutinho y Costa (2016) en Portugal relacionó las emisiones provenientes del turismo en seis determinantes: intensidad del carbón, mix energético, intensidad energética, relación entre el consumo turístico nacional y la producción, estructura de la economía turística y actividad turística. En el caso de los servicios de alojamiento, el efecto actividad turística fue el efecto más predominante en el periodo analizado (2000-2008), así como también el mix energético, la intensidad del carbón y la intensidad energética, tuvieron una influencia en algunos años. El efecto intensidad evidenció una disminución, pasando de positiva a negativa contribuyendo a la

desaceleración de las emisiones del subsector entre 2003-2005. En el caso del mix energético mostró la posible sustitución entre combustibles fósiles en favor de los menos contaminantes; el efecto actividad turística es un factor que no se puede modificar por lo que, para lograr una reducción de emisiones promoviendo la sustitución de combustibles fósiles en favor de los más limpios, se debería aumentar el uso de energía renovable y la eficiencia energética.

Tang, Zhong y Ng (2017) aplicaron un modelo de descomposición de factores para analizar las emisiones de carbono y consumo de energía del turismo desde la perspectiva del ciclo de vida en Wulingyuan, China. Los resultados mostraron que el crecimiento en la escala de turistas y la escala de la producción turística originan un rápido crecimiento de las emisiones de carbono. Desde la perspectiva del ciclo de vida concluyeron que, desde la etapa de exploración hasta consolidación, la intensidad de emisiones ayudó a reducir las emisiones de carbono; sin embargo, los efectos de la escala de los turistas y la intensidad energética se han convertido en los factores positivos importantes para el crecimiento de las emisiones. Durante la etapa de desarrollo, el efecto de la escala de producción produjo un aumento de las emisiones, seguido de la escala de turistas y el efecto de la estructura de la producción; en la etapa de consolidación, la tasa de crecimiento de las emisiones se desaceleró, el efecto que contribuyó más fue la intensidad energética. Los autores indican que se deberá mejorar la eficiencia energética a través de la implementación de tecnologías de bajo contenido de carbono y ahorro de energía, en donde se promueva el desarrollo de energía limpia. Además, el efecto estructura sectorial que tuvo un efecto negativo en las emisiones permitirá indagar que deben promoverse productos turísticos bajos en carbono que ayuden a promover bajas emisiones.

En una investigación realizada por Chen, Thapa y Yan (2018) indicaron en su análisis de descomposición en la región del Delta del Rio Yangtze, sobre la base LMDI que el cambio en las emisiones de CO₂ del turismo en 2001 a 2015 fue de 1188.94 x10⁴ t de CO₂. En donde el tamaño de la industria turística fue la principal fuerza motriz que provocó que las emisiones aumentaran en 2266.54 x 10⁴ durante un periodo de 15 años. El segundo factor que influyó fue el tamaño del gasto que aumentó 370.1 x10⁴ t de CO₂, por el contrario, la intensidad de la energía, la estructura espacial y la estructura sectorial ayudaron a reducir las emisiones con 951.90 x10⁴ t de CO₂, 396.18 x10⁴ t de CO₂ y 99.62 x10⁴ t de CO₂, respectivamente. A pesar de que el tamaño de la industria y el tamaño del gasto fueron los principales factores que contribuyeron a las emisiones de CO₂, estos no se pueden limitar,

por lo que se debería fomentar un consumo bajo en carbono a través de la mejora en la eficiencia energética a través de energías limpias y tecnologías bajas en carbono.

En un estudio realizado por Yang, Jia, Liu y Mao (2019) en Hainan, China, determinaron cuatro impulsores de las emisiones: estructura industrial, intensidad energética, tamaño del gasto y población; los cuales contribuyeron con 285×10^4 t de CO₂ del turismo entre 2001 - 2015. En este sentido, el efecto de la población fue el principal impulsor del crecimiento de las emisiones, aumentando alrededor de 378.36×10^4 toneladas de CO₂ durante el mismo periodo. En lo que respecta al tamaño del gasto, también ejerció una influencia positiva en la promoción de las emisiones siendo de 33.63×10^4 t de CO₂ durante el mismo periodo. El efecto de la intensidad energética fue el impulsor más significativo para reducir las emisiones en 110.35×10^4 t de CO₂, así como la estructura industrial en 15.94×10^4 t de CO₂. Es así que las tasas de contribución de estos cuatro factores fueron del 132.52% en el caso del efecto tamaño de la población, 11.78% para el efecto tamaño del gasto, de -38.65% para el caso de la intensidad energética y de -5.58% para el efecto de la estructura industrial. En este sentido, se debería mejorar los ahorros de energía y la reducción de emisiones a largo plazo a través de la optimización de la estructura del transporte, y la inversión en investigación y desarrollo, acelerando la innovación para mejorar la eficiencia energética y reducir el consumo energético del turismo.

Por último, Bianco (2020) realizó una descomposición de índices (IDA) para estudiar la evolución del consumo de electricidad del sector hotelero en Italia en el periodo 1995-2017. Su análisis lo realizó sobre la base de siete índices agrupados en tres macro-contribuciones: intensidad energética (intensidad energética), estructura económica (índice de productividad y participación hotelera) y estructura industrial (tipologías de alojamiento, estructura del alojamiento, número de estructuras y dimensión media del hotel). El autor concluye que los cambios en la intensidad de la electricidad y la estructura industrial fueron responsables de un aumento del consumo eléctrico de 5.581 GWh, mientras que la estructura económica fue responsable de una disminución de 1.337 GWh. El autor concluye que se debería de mejorar la eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía.

Conclusiones

Los análisis de desacoplamiento y de descomposición entre el turismo y las emisiones son recientes y han tomado relevancia en los últimos años. Los análisis de desacoplamiento, indican la relación de desvinculación entre el crecimiento económico y el consumo de recursos. Los estudios que realizan análisis de desacoplamiento han tratado de visualizar cómo el turismo puede crecer económicamente mientras reduce sus emisiones.

El análisis de desacoplamiento se ha mostrado como un método adecuado para medir la conexión entre la actividad económica y las emisiones de CO₂. Esto se puso de manifiesto en distintos trabajos para comprender la dinámica de los estados de desacoplamiento entre el crecimiento económico del turismo y las emisiones de CO₂ (cuadro 3.7):

Cuadro 3.7 Análisis de desacoplamiento de las emisiones de CO₂ del turismo

VARIABLES	SECTORES ANALIZADOS	AUTOR (ES) Y AÑO
Emisiones de CO ₂ e ingresos por turismo	Actividad turística en su conjunto	Tang, Shang, Shi, Liu y Bi (2014)
Emisiones de CO ₂ y desarrollo económico generado por la actividad turística	Actividad turística en su conjunto	Chen, Thapa y Yan, 2018
Emisiones de CO ₂ e ingresos por turismo	Actividad turística en su conjunto	Tang, Bai, Shi, Liu y Li (2018)
Emisiones de CO ₂ e ingresos por turismo	Actividad turística en su conjunto	Yang, Jia, Liu y Mao, 2019

Fuente: elaboración propia

En este sentido, los autores coinciden en considerar a toda la gama de sectores económicos relacionados al turismo y las emisiones totales. Sin embargo, un análisis más detallado por sectores permitirá conocer cómo es la desvinculación entre los sectores en relación a sus emisiones, además que ayudará a proponer estrategias y recomendaciones puntuales para cada sector turístico.

De la misma manera, los resultados que presentan los autores, indican que sí es posible reducir las emisiones mientras se crece económicamente. Dando pautas para mejorar la

intensidad y la eficiencia energética a través de distintas tecnologías y prácticas, así como la participación del gobierno para la formulación de políticas públicas.

Por otra parte, los análisis de descomposición también han tenido impulso en la última década, como puede observarse en el siguiente cuadro (cuadro 3.8). Destaca el uso de la Identidad de Kaya en la cual se ha aplicado el método de análisis LMDI ya que, por sus bondades y características, puede ayudar a comprender cómo influyen distintos efectos del turismo sobre las emisiones de CO₂.

Cuadro 3.8 Análisis de descomposición de las emisiones energéticas del turismo

Método	Variables analizadas	Autor (es) y año
Identidad de Kaya; LMDI	Gastos diarios, desarrollo socioeconómico, llegada de turistas y estructura energética.	Liu, Feng y Yang, 2011
LMDI	Servicios de alojamiento, servicios de alimentos y bebidas, transporte, operadores turísticos y agencias de viajes y, servicios culturales, deportivos y de recreación: consumo de energía, emisiones de CO ₂ , valor añadido	Robaina, Moutinho y Costa, 2016
LMDI	Transportación, alojamiento, actividades turísticas, alimentos: consumos energéticos, emisiones de CO ₂ , ingresos de cada sector, volumen turístico	Tang, Zhong y Ng, 2017
Identidad de Kaya	Transporte: volumen de rotación de pasajeros, llegada de turistas, divisas turísticas e ingresos turísticos nacionales. Alojamiento: cantidad de camas y tasa de ocupación en hoteles con clasificación de estrellas; actividades turísticas: llegada de turistas entradas y llegada de turistas nacionales, porcentaje de llegadas de turistas urbanos/rurales.	Chen, Thapa y Yan, 2018
LMDI	ND	Yang, Jia, Liu y Mao, 2019
LMDI	Transporte, alojamiento y actividades turísticas, consumo energético.	Bianco, 2020

Fuente: elaboración propia

Para comprender mejor cómo el turismo afecta a las emisiones de CO₂, el método de descomposición LMDI se utilizó para ayudar a los responsables de la formulación de políticas a identificar factores clave y formular políticas para la reducción de emisiones.

Estos dos tipos de métodos ayudarían en la comprender el estado actual de la economía conforme a sus emisiones, así como de la relación y la interacción existente entre ambas variables. La combinación de ambos métodos conduce a conocer la estructura y cambios que presenta la actividad, siendo herramientas útiles para la generación de propuestas dirigidas a atender el impacto ambiental de las actividades económicas.

CAPÍTULO IV MARCO TEÓRICO – METODOLÓGICO

4.1 Introducción

En el presente capítulo se explicará la construcción de la estrategia metodológica a partir del marco teórico de la Curva Kuznets Ambiental, desacoplamiento de la actividad económica y las emisiones de CO₂ y la descomposición de emisiones.

En este sentido, el apartado está estructurado de la siguiente manera: en primer lugar, se realizará un breve resumen de los marcos teóricos, de las variables que propone para analizar y los métodos utilizados. Posteriormente, se describirá el diseño metodológico utilizado en la presente investigación, así como la operacionalización de las variables, las fuentes de información y datos obtenidos, estadísticos descriptivos y de dispersión (media, mediana, mínimo, máximo y desviación estándar).

4.2 Teorías para la formulación de la metodología

La Curva Kuznets Ambiental es una hipótesis ampliamente utilizada para conocer la relación existente entre crecimiento económico y degradación ambiental. Esta hipótesis indica que el uso de recursos o emisión de contaminantes aumenta con el nivel de crecimiento económico en sus etapas iniciales, posteriormente, tienden a disminuir a medida que aumentan los ingresos, se incentive el uso de tecnologías más eficientes y menos contaminantes, produciendo una función invertida en forma de U. De acuerdo con Cleveland y Ruth (1999) el argumento corresponde a que el ambiente es un bien económico y las personas están dispuestas a pagar para consumir de ella de acuerdo a sus ingresos, además supone que las naciones más ricas tienen la capacidad de pagar por la sustitución hacia nuevas tecnologías que reducirían la contaminación produciendo bienes y servicios menos intensivos en energía.

El sector servicios, como el turismo, es considerado como una actividad altamente intensiva en energía, debido a que éste es uno de los recursos base para su funcionamiento y operación (Carpintero, 2003). Dada esta situación, la aplicación de la Curva Kuznets Ambiental queda marcada en este contexto, ya que, en las etapas iniciales del turismo, la construcción de infraestructura turística demandará gran cantidad de energía para la construcción de hoteles,

carreteras, restaurantes, etc., implicando así un mayor uso de recursos y emisión de contaminantes. Posteriormente, la intensidad energética y de emisiones, estará determinada por el tamaño o la cantidad de personas que hagan uso de los servicios, implicando así que, a un mayor número de turistas exista un mayor uso de recursos energéticos y de contaminación. Estos últimos, reducirán conforme a la inversión que se realice a partir de la implementación y sustitución de las tecnologías tradicionales por tecnologías más eficientes y menos contaminantes.

Retomando la hipótesis de la Curva Kuznets Ambiental ésta se ha utilizado para conocer el estado de desacoplamiento de las emisiones, es decir, cuando el crecimiento económico indica un uso decreciente de recursos y emisión de contaminantes, la literatura indica que existe un desacoplamiento del crecimiento de la base física. Por otra parte, han surgido métodos de descomposición y se han utilizado para conocer los efectos que ocasiona este crecimiento o disminución, así como la aportación que genera cada uno de ellos. Ambas cuestiones son complementarias, ya que uno permite conocer las variaciones de las emisiones y el crecimiento económico y su vinculación, mientras que la otra permite conocer qué factores están determinando el crecimiento o disminución del impacto ambiental tomando como base la evolución e importancia de la actividad económica.

Por estas razones, se escogieron estos métodos de análisis, que tienen la intención de aportar al conocimiento de la relación entre turismo, usos de energía y emisiones de CO₂. En primer lugar, el análisis de desacoplamiento indicará si la actividad turística en los hoteles de Cancún ha presentado un estado de desacoplamiento de sus recursos energéticos y de contaminantes y, en segundo lugar, conocer qué efectos del turismo están provocando la disminución o aumento del uso de recursos y emisiones de CO₂.

4.2.1 Análisis de desacoplamiento

El desacoplamiento se introdujo en las ciencias ambientales para medir la relación de desvinculación entre el crecimiento económico y el consumo de recursos (desmaterialización), posteriormente, para conocer el vínculo del crecimiento económico, el consumo de recursos y la contaminación ambiental (Chen, Thapa y Yan, 2018). En este sentido, las diferencias entre cada una de ellas, son las siguientes (cuadro 4.1):

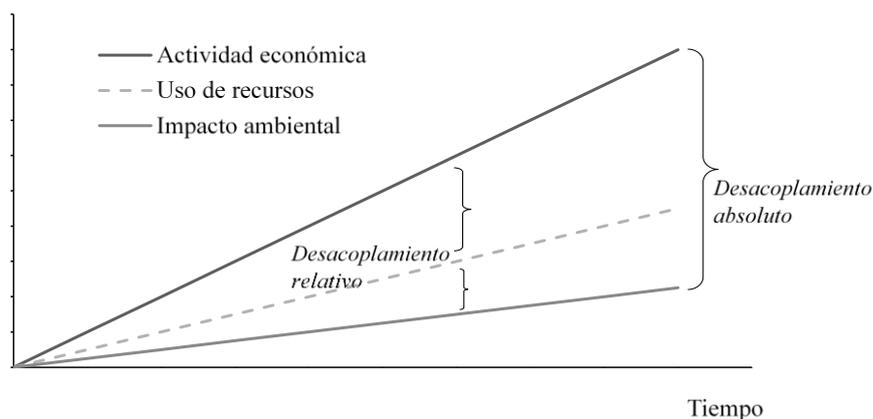
Cuadro 4.1 Diferencia entre desacoplamiento de recursos y desacoplamiento de impactos

Desacoplamiento de recursos	Desacoplamiento de impacto o emisiones
Indica la reducción de la base de recursos para la producción de una unidad económica. Este tipo de desacoplamiento indica entonces la intensidad en el uso de materiales o el incremento de la eficiencia del uso de recursos.	Indica que un aumento del producto económico reduce al mismo tiempo los impactos ambientales perjudiciales, derivados del uso de recursos y tiene lugar cuando los impactos ambientales negativos disminuyen mientras aumenta el valor añadido (crecimiento económico), por lo que indicará la utilización de recursos de forma más razonada o menos contaminante.

Fuente: elaboración propia con información de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2011)

Por otra parte, habrá que distinguir entre el desacoplamiento en términos absolutos y relativos. En el primer caso, indica que el desacoplamiento sólo ocurre cuando existe una reducción efectiva del consumo o del impacto ambiental, mientras que el segundo, sucede cuando el consumo de recursos crece a un ritmo menor que el crecimiento económico. Como puede observarse en la figura siguiente (figura 4.1), el desacoplamiento absoluto indica una reducción en el consumo de recursos y de impactos ambientales. En este sentido, para lograr el desacoplamiento se requiere la desmaterialización en términos absolutos, es decir de reducir la dependencia y no sólo mejorar la eficiencia o intensidad de uso.

Figura 4.1 Desacoplamiento absoluto y relativo



Fuente: elaboración propia con información de Bermejo, Arto, Hoyos y Garmendia (2010)

Junto con la definición del desacoplamiento comenzaron a surgir indicadores cuantitativos para medirlo. En este sentido, se utilizará la ecuación propuesta por Tapio (2005) quien indica que el índice de desacoplamiento de las emisiones de CO₂ del crecimiento económico está dada por la siguiente ecuación (ecuación 4.1):

Ecuación 4.1

$$ID = \frac{\% \Delta CO_2}{\% \Delta PIB}$$

En donde % Δ CO₂ es la tasa de variación de las emisiones de CO₂ y % Δ PIB representa la tasa de cambio del producto interno bruto en periodos diferentes; por lo que el índice de desacoplamiento del sector se representa como valores de elasticidad. De acuerdo con Tang, Shang, Shi, Liu y Bi (2014) el índice de desacoplamiento para el sector turístico se puede clasificar en siete niveles, para lo cual adaptó los niveles propuestos por Tapio (2005) como se muestra en el cuadro 4.2. De tal manera, para que se logre un desacoplamiento fuerte será la relación óptima por la que se debería enfocar la actividad turística, es decir, crecer económicamente mientras reduce sus impactos ambientales.

Cuadro 4.2 Niveles de desacoplamiento de las emisiones de CO₂ y el crecimiento económico del turismo

Nivel de desacoplamiento	% Δ CO ₂	% Δ PIB	ID	Descripción
Desacoplamiento fuerte	< 0	> 0	< 0	Cuando la tasa de cambio de las emisiones de CO ₂ relacionadas con el turismo es negativa y la de la economía turística es positiva, la relación es óptima.
Desacoplamiento débil	> 0	> 0	0 < DI < 1	Cuando la tasa de crecimiento de las emisiones de CO ₂ relacionadas con el turismo es menor que la economía turística, la relación es deseable.
Crítico	> 0	> 0	=1	La tasa de crecimiento de las emisiones de CO ₂ relacionadas con el turismo es igual a la de la economía turística.
Desacoplamiento negativo	> 0	> 0	>1	La tasa de crecimiento de las emisiones de CO ₂ relacionadas con el turismo es mayor que la de la economía turística

Desacoplamiento recesivo	< 0	< 0	> 1	La tasa de disminución de las emisiones de CO2 relacionadas con el turismo es mayor que la de la economía turística
Desacoplamiento negativo débil	< 0	< 0	0 < DI < 1	La tasa de disminución de las emisiones de CO2 relacionadas con el turismo es inferior a la de la economía turística.
Fuerte desacoplamiento negativo	> 0	< 0	< 0	Cuando la tasa de crecimiento de las emisiones de CO2 relacionadas con el turismo es positiva y de la economía turística es negativa, la relación es la más desfavorable.

Fuente: elaboración propia con información de Tang, Shang, Shi, Liu y Bi (2014)

4.2.2 Descomposición de emisiones

El objetivo de la descomposición de emisiones es identificar los efectos y causas subyacentes por lo que las emisiones han disminuido o aumentado. En este sentido, las causas subyacentes son las relacionadas a la actividad turística.

Una de las identidades utilizadas para explicar las emisiones de CO2 generadas por el uso de energía es la Identidad de Kaya. Esta identidad descompone las emisiones de CO2 per cápita de CO2 en tres factores determinantes: el índice de carbonización, la intensidad energética, el PIB per cápita y el tamaño de la población (IPCC, 2007) como se muestra en la siguiente ecuación (ecuación 4.2):

Ecuación 4.2

$$CO_2 = \frac{CO_2}{E} \cdot \frac{E}{PIB} \cdot \frac{PIB}{P} \cdot P$$

En donde CO_2/E es la intensidad de carbonización de la energía o índice de carbonización que son las toneladas de CO_2 (tCO_2) generados por el uso de combustibles; E/PIB representa la intensidad energética en función del ingreso económico, en este caso es la cantidad de energía requerida para producir una unidad económica de PIB; PIB/P es producto interno bruto per cápita y P es el tamaño de la población. De acuerdo con esta ecuación, la intensidad de carbono de la energía o índice de carbonización refleja la combinación de combustibles;

la intensidad energética está asociada con la eficiencia energética como en la estructura sectorial de la economía y PIB per cápita, es la medida de renta económica.

Para efectos de esta investigación, se modificará la identidad de Kaya, de tal manera que se pueda analizar cuáles efectos inciden en el crecimiento de las emisiones de carbono de la actividad económica. En este sentido, la Identidad de Kaya modificada se indica en la siguiente ecuación (ecuación 4.3):

Ecuación 4.3

$$CO_2 = \frac{CO_2}{E} \cdot \frac{E}{AE} \cdot AE$$

En donde CO₂ son las emisiones totales de carbono; CO₂/E es el índice de carbonización, E/AE es la intensidad energética de la actividad económica y AE es tamaño de la actividad económica. Al pasar el valor de la actividad económica del lado izquierdo se obtiene las emisiones por actividad económica o intensidad del carbón. Este último factor será utilizado a partir de tres indicadores turísticos: cuartos ocupados, turistas noche y llegada de turistas.

Por lo tanto, la intensidad del carbón (ICA) pueden ser descompuestas por el efecto de dos factores: efecto índice de carbonización (IC) y efecto intensidad energética de la actividad económica (IEA), tal como se muestra en la siguiente ecuación (ecuación 4.4):

Ecuación 4.4

$$ICA = IC \cdot IEA$$

En cuanto a las técnicas, se utilizó la técnica de descomposición basada en índices (IDA, por sus siglas en inglés) y su derivada Índice Divisia de Media Logarítmica (LMDI, por sus siglas en inglés). En este sentido Ang (2004) sugiere el método LMDI por sus ventajas, entre ellas: este método no genera residuos y da cabida al valor cero en el conjunto de datos, por lo que es una descomposición perfecta, lo que puede superar las limitaciones clave con respecto a los métodos de descomposición tradicionales, así como identifica los factores que contribuyen en las emisiones de la economía (Ang, 2004 y 2005; Tang, Zhong y Ng, 2017).

De la misma manera, se utilizó el enfoque aditivo para descomponer el crecimiento de los factores determinantes, en donde los diferentes cambios en las emisiones de CO₂ de la

actividad económica desde el año 0 hasta al año T pueden ser calculadas por la siguiente ecuación (ecuación 4.5):

Ecuación 4.5

$$\Delta ICA_{tot} = ICA^T - ICA^0$$

Donde ΔICA_{tot} es el total de los diferentes cambios de las emisiones de la actividad económica del año 0 al año T; ICA^0 son las emisiones de la actividad económica del año 0 o base y ICA^T es respecto a un año posterior. Los diferentes cambios ΔICA_{tot} pueden ser atribuidos a los siguientes cambios: efecto índice de carbonización (ΔIC), efecto intensidad energética (ΔIE), (ecuación 4.6):

Ecuación 4.6

$$\Delta ICA_{tot} = ICA^T - ICA^0 = \Delta ICA_{IC} + \Delta ICA_{IE}$$

La definición de cada factor es como sigue:

ΔICA_{IC} = representa la variación de las emisiones originadas por el índice de carbonización

ΔICA_{IE} = representa la variación de las emisiones originadas por la intensidad energética

Considerando la fórmula general LMDI I (Ang, 2005) cada determinante puede ser calculado de la siguiente manera (ecuación 4.7 y 4.8):

Ecuación 4.7

$$\Delta ICA_{IC} = \sum_j \left(\frac{ICA^T - ICA^0}{\ln ICA^T - \ln ICA^0} \right) * \ln \left(\frac{IC^T}{IC^0} \right)$$

Ecuación 4.8

$$\Delta ICA_{IE} = \sum_j \left(\frac{ICA^T - ICA^0}{\ln ICA^T - \ln ICA^0} \right) * \ln \left(\frac{IEA^T}{IEA^0} \right)$$

4.3 Estimación de emisiones

Tavakoli (2017) indica que para estimar las emisiones se puede utilizar la metodología propuesta por el IPCC y los factores de emisión. En este sentido, el IPCC (2006) asocia a la categoría comercial/institucional la emisión de bióxido de carbono, metano y óxido nitroso, en donde la suma de estas tres, indicará las emisiones de carbono equivalente (CO₂e).

Así mismo, indica también tres niveles para estimar las emisiones de CO₂:

1. Nivel 1: se centra en el combustible y las emisiones se estiman sobre la base de las cantidades de combustibles quemados y los factores de emisión promedio.
2. Nivel 2: se centra en el combustible y las emisiones se estiman por la combustión a partir de estadísticas similares de combustibles, pero se utilizan factores de emisión específicos del país.
3. Nivel 3: se utilizan modelos detallados de emisión o mediciones y datos del nivel de la planta individual e implica un monitoreo continuo de las emisiones, dando exactitud de las emisiones.

En este caso, no se cuentan con mediciones continuas de las emisiones; por lo que se utiliza el método de nivel 2 debido a que se cuentan con los factores de emisión que proporciona el gobierno federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).

En este sentido, el sector hotelero en Cancún utiliza distintos tipos de fuentes de energía; por lo que sus emisiones son directas e indirectas. De manera directa, utiliza gas L.P., gasolina y diésel para la producción de algunos servicios en los hoteles como pueden ser: calentamiento de agua para baños, albercas y spas, cocción de alimentos, así como servicios de lavandería. En lo que respecta a la electricidad, esta es utilizada para la iluminación, la climatización y los distintos equipos, tales como televisiones, refrigeradores, equipos en cocina y áreas administrativas.

Para el cálculo de CO₂ equivalente de todos los combustibles, estos se suman, tal como lo indica la siguiente fórmula (ecuación 4.9):

Ecuación 4.9

$$CO_{2e}(t) = E_{CO_{2e}(dic)}(t) + E_{CO_{2e}(ind)}(t)$$

En donde:

CO_{2e} = emisiones totales de CO₂ equivalente en toneladas

E_{CO_{2e}(dic)}(t) = emisiones directas de CO₂ equivalente en toneladas

E_{CO_{2e}(ind)}(t) = emisiones indirectas de CO₂ equivalente en toneladas

De acuerdo con el artículo quinto, párrafo III del Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero (DOF, 2015) para determinar la emisión directa de compuestos o GEI de aquellos que empleen combustibles para la generación de electricidad o energía térmica se deberán emplear las siguientes fórmulas para cada tipo de combustible consumido (ecuación 4.10, 4.11 y 4.12):

Ecuación 4.10

$$E_{CO_2,i} = V_{comb,i} * PC_i * FE_{comb,i}^{CO_2}$$

Ecuación 4.11

$$E_{CH_4,i} = V_{com,i} * PC_i * FE_{comb,i}^{CH_4}$$

Ecuación 4.12

$$E_{N_2O,i} = V_{com,i} * PC_i * FE_{comb,i}^{N_2O}$$

I el i-ésimo tipo de combustible empleado

$E_{CO_2,i}$ = emisión de bióxido de carbono para el i-ésimo tipo de combustible empleado (tCO₂)

$E_{CH_4,i}$ = emisión de metano para el i-ésimo tipo de combustible empleado (kg CH₄)

$E_{N_2O,i}$ = emisión de óxido nitroso para el i-ésimo tipo de combustible empleado (kg N₂O)

PC_i = poder calorífico del i-ésimo combustible (MJ/m³ o MJ/t)

$FE_{comb,i}^{CO_2}$ = factor de emisión de bióxido de carbono para el i-ésimo tipo de combustible empleado (tCO₂/MJ)

$FE_{comb,i}^{CH_4}$ = factor de emisión de metano para el i-ésimo tipo de combustible empleado (kg CH₄/MJ)

$FE_{comb,i}^{N_2O}$ = factor de emisión de óxido nitroso para el i-ésimo tipo de combustible empleado (kg N₂O/MJ)

Para calcular las emisiones totales de CO₂e, se utiliza el potencial de calentamiento global para el caso del metano y el óxido nitroso, en este caso el cálculo se haría de la siguiente manera (ecuación 4.13, 4.14 y 4.15):

Ecuación 4.13

$$E_{CO_2e}(CO_2) = E_{CO_2,i}$$

Ecuación 4.14

$$E_{CO_2e}(CH_4) = E_{CH_4,i} * PCG_{CH_4}$$

Ecuación 4.15

$$E_{CO_2e}(N_2O) = E_{N_2O,i} * PCG_{N_2O}$$

En donde:

$E_{CO_2e}(CO_2)$ = emisión de dióxido de carbono equivalente proveniente del mismo gas para el i-ésimo tipo de combustible empleado (t CO₂e)

$E_{CO_2e}(CH_4)$ = emisión de bióxido de carbono equivalente proveniente del metano para el i-ésimo tipo de combustible empleado (kg CO₂e)

PCG_{CH_4} = potencial de calentamiento global para el metano (kg CO₂/kg CH₄)

$E_{CO_2e}(N_2O)$ = emisión de bióxido de carbono equivalente proveniente del óxido nitroso para el i-ésimo tipo de combustible empleado (kg CO₂e)

PCG_{N_2O} = potencial de calentamiento global para el óxido nitroso (kg CO₂/kg N₂O)

Para el caso de la electricidad, menciona el mismo documento en su párrafo IV, que este se estima con la siguiente fórmula (ecuación 4.16):

Ecuación 4.16

$$E_{CO_2e(elec)} = W_{Elec} * FE_{Elec}$$

En donde

$E_{CO_2e(elec)}$ = emisión de bióxido de carbono equivalente proveniente de la energía eléctrica (tCO₂e)

W_{Elec} = consumo de energía eléctrica (MWh)

FE_{Elec} = factor de emisión por consumo de energía eléctrica

Para el cálculo de CO₂ equivalente de todas las fuentes de energía, estos se suman, tal como lo indica la siguiente fórmula (ecuación 4.17):

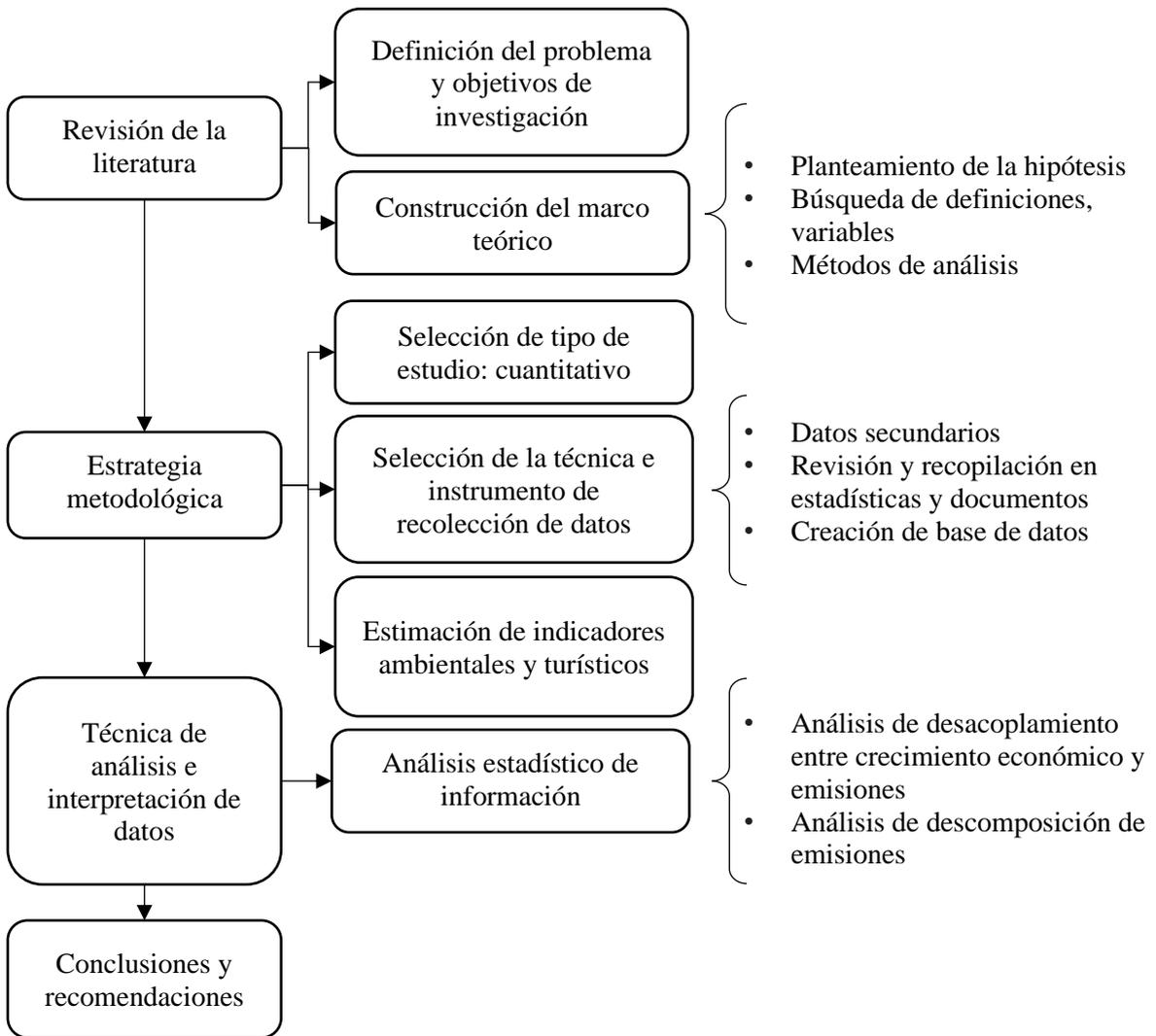
Ecuación 4.17

$$CO_2e(t) = E_{CO_2e(CO_2)}(t) + E_{CO_2e(CH_4)}(t) + E_{CO_2e(N_2O)}(t) + E_{CO_2e(elec)}$$

4.4 Diseño metodológico

En lo que respecta al diseño metodológico del presente trabajo de investigación se siguen las recomendaciones de Cea (1999). Éste está compuesto de distintas fases de investigación: revisión de la literatura, construcción de la estrategia metodológica, recolección de datos y procesamiento de información, y análisis de resultados (figura 4.2).

Figura 4.2 Esquema del diseño metodológico



Fuente: elaboración propia

En este sentido, la revisión de la literatura permitió construir el marco teórico y los enfoques y técnicas de análisis para interpretar los datos. Por consiguiente, la estrategia metodológica para la presente investigación se desarrolló bajo un enfoque de estudio cuantitativo haciendo uso de datos secundarios proveniente de estadísticas y documentos oficiales.

Por último, la técnica de análisis de desacoplamiento y la descomposición de emisiones permitieron conocer el nivel de desacoplamiento en el que se encuentra el sector hotelero respecto a sus emisiones de CO₂, y los factores turísticos que han influido sobre el crecimiento de las emisiones.

4.5 Operacionalización de las variables

De acuerdo con Hernández (2014) la operacionalización es el tránsito de la variable a sus componentes, a los indicadores e índices. En el siguiente cuadro (cuadro 4.3) se muestra la operación de las variables de estudio, los indicadores y los índices que se construyeron para la presente investigación.

Cuadro 4.3 Operacionalización de las variables

Variable	Definición		Indicador	Unidad	Índice
	Teórica	Operacional			
Intensidad del carbón	Emisiones de CO ₂ generados para producir una unidad económica	Toneladas de CO ₂ por unidad de actividad económica	Emisiones de CO ₂ / actividad económica (ingresos, cuartos ocupados, turistas noche y llegada de turistas)	tCO ₂ e / pesos mexicanos, cuartos, turistas noche y turistas	CO ₂ / AE
Índice de carbonización	Emisiones de CO ₂ generados por el uso de energía	Toneladas de CO ₂ por unidad de energía utilizada	Emisiones de CO ₂ / energía total	tCO ₂ e / GJ	CO ₂ /E
Intensidad energética	La energía necesaria para producir una unidad económica	Consumo energético por unidad de actividad económica	Energía total / actividad económica (ingresos, cuartos ocupados, turistas noche y llegada de turistas)	Energía total / pesos mexicanos, cuartos, turistas noche y turistas	E / AE

Efecto intensidad del carbón de la actividad económica	Representa la variación de las emisiones de la actividad económica.	$ICA^T - ICA^0$	ΔICA
Efecto índice de carbonización	Representa la variación de las emisiones originadas por el índice de carbonización	$\sum_j \left(\frac{ICA^T - ICA^0}{\ln ICA^T - \ln ICA^0} \right) * \ln \left(\frac{IC^T}{IC^0} \right)$	ΔIC
Efecto intensidad energética	Representa la variación de las emisiones originadas por la intensidad energética de la actividad económica	$\sum_j \left(\frac{ICA^T - ICA^0}{\ln ICA^T - \ln ICA^0} \right) * \ln \left(\frac{IEA^T}{IEA^0} \right)$	ΔIE

Fuente: elaboración propia

4.6 Fuentes de información y datos recopilados

Se han utilizado dos enfoques para medir el consumo energético y las emisiones de CO2 de la actividad turística: el *top down* y el *bottom-up* (Tang, Shang, Shi, Liu y Bi, 2014). En esta investigación se utilizará el enfoque *top-down* para conocer la energía utilizada por el sector y las emisiones asociadas.

De acuerdo con Tang, Shang, Shi, Liu y Bi (2014) el enfoque top-down implica la utilización de datos provistos de investigaciones, Cuentas Satélites de Turismo, anuarios estadísticos, etc. En este caso se utilizaron fuentes secundarias de información y se recopilaron estadísticas y datos de diferentes instancias gubernamentales (cuadro 4.4).

Cuadro 4.4 Instrumento, fuentes de información y datos recopilados

Instrumento	Fuentes de información	Datos
Recopilación de estadísticas y datos	Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo	Consumo energético de los hoteles en la Zona Hotelera de Cancún
Recopilación de datos	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales (Semarnat) y Comisión Federal de Electricidad (CFE)	Factores de emisión de las diferentes fuentes de energía
Estadísticas	Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo	Gasto promedio Porcentaje de ocupación
Estadísticas	Secretaría de Turismo	Estadía promedio Densidad de habitaciones

Fuente: elaboración propia

4.6.1 Datos recopilados

4.6.1.1 Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo

Se recopiló información de 35 hoteles ubicados en la Zona Hotelera de Cancún, Quintana Roo. Actualmente, se ubican más de 187 hoteles en el municipio de Benito Juárez y alrededor de 35 mil habitaciones; los datos recopilados en la Secretaría sólo cuentan con información de 35 hoteles en el periodo de 2014-2018 que se ubican en la Zona Hotelera. La cantidad de hoteles representa entre el 18% y 25% de los ubicados en Cancún, sin embargo, estos representan alrededor del 41% y 50% de las habitaciones localizadas en el destino (cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Representatividad de los datos obtenidos

Periodo	Hoteles (total)	Habitaciones (total)	Datos obtenidos	Representatividad			
				Hoteles en Cancún	Habitaciones en Cancún	Hoteles (%)	Habitaciones (%)
2014	35	14871		145	30608	24.14	48.59
2015	35	14871	Consumo energético de:	145	30667	24.14	48.49
2016	35	14871	Gas L.P.	187	35549	18.72	41.83
2017	35	14871	Diésel	185	35272	18.92	42.16
2018	35	14871	Gasolina	187	35590	18.72	41.78
			Electricidad				

Fuente: elaboración propia

4.6.1.2 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

A través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) se recopiló información de los poderes caloríficos (cuadro 4.6), factores de emisión para los distintos combustibles (cuadro 4.7), especialmente, los utilizados por el sector hotelero de Cancún: gas L.P., gasolina y diésel. En el caso de la electricidad, los factores de emisión fueron obtenidos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (cuadro 4.8):

Cuadro 4.6 Poderes caloríficos de los diferentes combustibles

Año	Gas L.P.	Gasolina	Diésel
	Poder calorífico (MJ/bl)	Poder calorífico (MJ/bl)	Poder calorífico (MJ/bl)
2014	4124	5122	5715
2015	4124	5134	5620
2016	4124	5176	6294
2017	4150	5365	6037
2018	4150	5365	6037

Fuente: elaboración propia con información del Diario Oficial de la Federación (2014, 2015, 2016, 2017 y 2018)

Cuadro 4.7 Factores de emisión por tipo de combustible

Combustible	CO2 (t/MJ)	CH4 (kg/MJ)	N2O (kg/MJ)
Diésel	7.41E05	3.00E06	6.00E07
Gas L.P.	6.31E05	1.00E06	1.00E07
Gasolina	6.93E05	3.00E06	6.00E07

Fuente: elaboración propia con información del DOF (2015)

Cuadro 4.8 Factores de emisión de la electricidad

Año	Toneladas de CO2e / MWh
2014	0.454
2015	0.458
2016	0.458
2017	0.582
2018	0.527

Fuente: elaboración propia con información de la CFE (2014,2015,2017,2018)

4.6.1.3 Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo

En el caso de la Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo (SEDETUR) se recopiló información de los barómetros turísticos anuales. En este sentido la información provista fue sobre la derrama económica y el gasto promedio por turista (cuadro 4.9).

Cuadro 4.9 Indicadores turísticos SEDETUR

Año	Derrama económica (millones de dólares)	Gasto promedio por turista (dólares)	Ocupación (porcentaje)
2014	4733.4	1079.45	80.4
2015	4976.9	1074.62	79.0
2016	4700.64	986.72	82.1
2017	4714.28	999.79	77.7
2018	4820.86	1011.43	76.9

Fuente: elaboración propia con información de la SEDETUR (2014-2018)

4.6.1.4 Secretaría de Turismo

En el caso de la Secretaría de Turismo (SECTUR) a través de la plataforma DATATUR se obtuvieron los siguientes datos respecto a la densidad y la estadía promedio para el caso de los hoteles en Cancún, como puede visualizarse en el siguiente cuadro (cuadro 4.10):

Cuadro 4.10 Indicadores turísticos SECTUR

Año	Densidad	Estadía promedio
2014	2.5	3.5
2015	2.8	3.4
2016	3.0	3.5
2017	2.6	3.0
2018	2.4	3.0

Fuente: elaboración propia con información de SECTUR (2018)

CAPÍTULO V ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Introducción

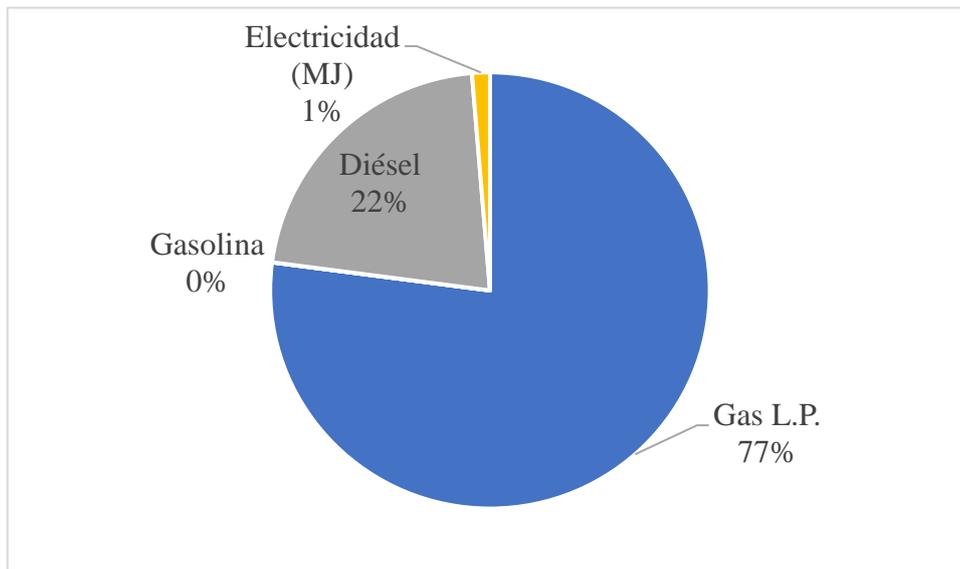
En el presente capítulo se expondrán los resultados alcanzados en la presente investigación, aplicando para ello, los diferentes métodos de análisis descritos en el apartado anterior. En primer lugar, se presentarán los resultados respecto al consumo de energía y las emisiones totales de CO₂ del sector. En segundo lugar, se presentará al análisis de desacoplamiento del crecimiento económico del turismo y las emisiones de CO₂, posteriormente, el análisis de descomposición de emisiones, siendo estas las principales para conocer los efectos de la actividad turística que originan los cambios en la variación de las emisiones de carbono. Para finalizar, se presentará un análisis clúster del sector hotelero para conocer patrones en las características de estas instalaciones que determinan la intensidad energética y del carbón.

5.2 Consumo de energía y emisiones de carbono de los hoteles en Cancún

Para realizar este primer apartado, se utilizó la información de los 35 hoteles que reportaron completamente sus consumos energéticos para el periodo de 2018, tanto para el consumo de gas L.P., diésel, gasolina y electricidad. En este sentido, en lo que respecta al índice de carbonización, fue de 66.6 toneladas de bióxido de carbono equivalente por terajoule consumido. De acuerdo con la información recopilada, el consumo energético de los 35 hoteles en Cancún en este año fue de 93,551.93 terajoules (TJ). Diversos autores indican que la electricidad es la principal fuente de energía de los hoteles (Onüt y Soner, 2006; Priyadarsini, *et al.*, 2009; Pieri, *et al.*, 2015), sin embargo, respecto a la información recopilada de los hoteles de Cancún se determinó que el gas L.P. y el diésel son las principales fuentes de energía de estas instalaciones.

Como puede verse en la siguiente gráfica (gráfica 5.1) el gas L.P. ha tenido un mayor porcentaje de participación respecto al consumo por fuente de energía; este combustible representa 77% del consumo total de energía, el diésel de 22% y la electricidad de 1%, en el caso de la gasolina, su participación fue del 0.01% del consumo total.

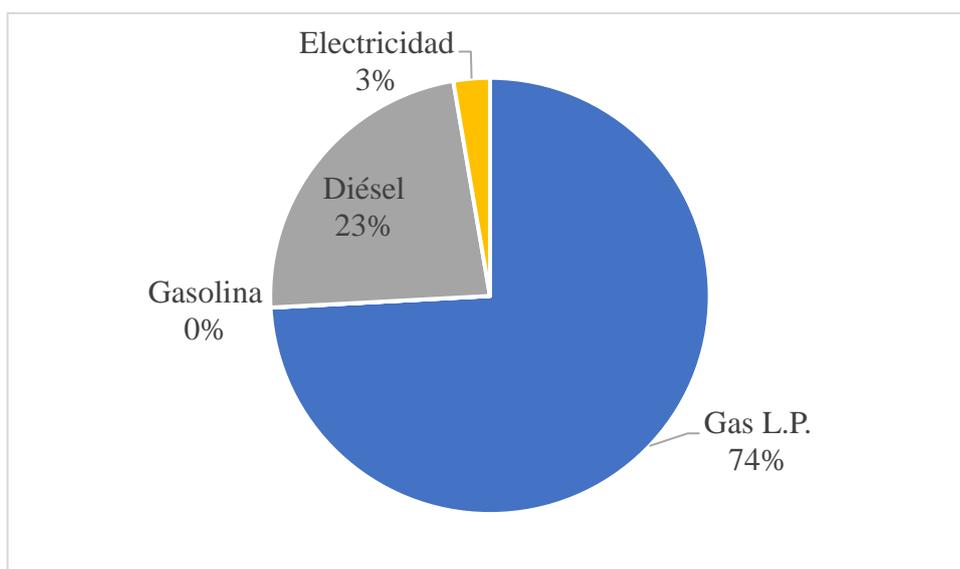
Gráfica 5.1 Consumo energético por tipo de fuente de energía



Fuente: elaboración propia

Se determinó que las emisiones de carbono en el año 2018 fueron de 6,230,683 toneladas de bióxido de carbono equivalente (tCO₂e). En la gráfica siguiente, se visualiza la participación que tienen las diferentes fuentes de energía respecto a la generación de emisiones de carbono (gráfica 5.2) en donde el gas L.P. fue la principal fuente de generación de emisiones con alrededor del 74.1% del total de emisiones y el diésel con aproximadamente 23.2%:

Gráfica 5.2 Emisiones de carbono por fuente de energía



Fuente: elaboración propia

Se analizó la intensidad energética (continuando la línea de los 35 hoteles en 2018) desde tres indicadores turísticos: cuartos ocupados, turistas noche total y llegada de turistas. Se puede visualizar que cada cuarto ocupado utiliza alrededor de 22.41 giga julios (GJ) de energía, sin embargo, como el mismo es ocupado por alrededor de 2.4 personas (densidad de habitaciones) el consumo por turista noche corresponde a 9.33 GJ de energía por turista noche. No obstante, siendo que la estadía promedio de un turista es de tres noches, el consumo aumenta aproximadamente a 28.01 GJ de energía (cuadro 5.1).

En el caso de las emisiones de carbono, en 2018 se emitieron más de 1,490 kilogramos de carbono equivalente por cuarto ocupado. Considerando la densidad de habitaciones, se emitieron aproximadamente 620 kilogramos de CO₂e por turista noche y aproximadamente 1 860 kilogramos de CO₂e por turista durante toda su estadía:

Cuadro 5.1 Intensidad energética e intensidad del carbón

Concepto	Cuartos ocupados (unidad)	Turistas noche total (turista)	Llegada de turistas (turista)
Intensidad energética total (GJ)	22.41	9.33	28.01
Intensidad del carbón (tCO ₂ e)	1.49	0.62	1.86

Fuente: elaboración propia

En resumen, de acuerdo con la información recopilada para 2018, el sector hotelero consumió aproximadamente 93 551.93 TJ de energía, y la generación de 6 230 683 toneladas de CO₂e por su actividad económica, la cual consistió en 3 339 253 visitantes, y de 10 017 759 de turistas que se hospedaron en los hoteles de Cancún; siendo para ello 4 174 066 cuartos ocupados.

El panorama anterior indica los primeros parámetros para visualizar el estado actual de la economía turística respecto a sus emisiones; sin embargo, con la intención de conocer cuáles son los factores que están determinando esta situación, en el siguiente apartado se presentarán los resultados respecto al análisis de desacoplamiento de la economía turística y verificar cómo han evolucionado las emisiones en un periodo de cinco años.

5.3 Análisis de desacoplamiento del crecimiento económico del turismo y emisiones de CO2

Para la realización del análisis de desacoplamiento, se utilizó la información de 14 hoteles ya que se cuenta con información de sus consumos energéticos en el periodo de 2014 a 2018. El cuadro 5.2 resume la información sobre el total de emisiones, ingresos e intensidad del carbón por cada uno de los años de los 14 hoteles. En el mismo, puede visualizarse que la intensidad del carbón aumentó de 66.4 tCO2e en 2014 a 91.2 tCO2e en 2018.

Cuadro 5.2 Intensidad del carbón

Año	Emisiones (tCO2e)	Ingresos (miles de pesos)	Intensidad del carbón (tCO2e/miles de pesos)
2014	1310247.9	19736.4	66.4
2015	769695.7	26100.9	29.5
2016	1160849.4	30643.7	37.9
2017	1546731.2	30381.9	50.9
2018	2584086.6	28329.8	91.2

Fuente: elaboración propia

Realizando el análisis de desacoplamiento respectivo, se encontró que estas han pasado por tres tipos: desacoplamiento fuerte, negativo y fuerte desacoplamiento negativo y, en promedio, el periodo de 2014-2018 el desacoplamiento fue negativo, como puede verse en el siguiente cuadro (cuadro 5.3). Además, se visualiza que sólo en el periodo 2014-2015 se presentó un desacoplamiento fuerte indicando una tasa menor de crecimiento de las emisiones de CO2 y un mayor crecimiento económico, siendo este el mejor estado para el turismo en un contexto de una economía baja en carbono. Sin embargo, en los periodos de 2016-2017 y 2017-2018 se presentó un fuerte desacoplamiento negativo, indicando un estado desfavorable para el ambiente, ya que lo que se quiere alcanzar son bajas emisiones y mayor crecimiento económico.

Cuadro 5.3 Niveles de desacoplamiento de las emisiones del turismo

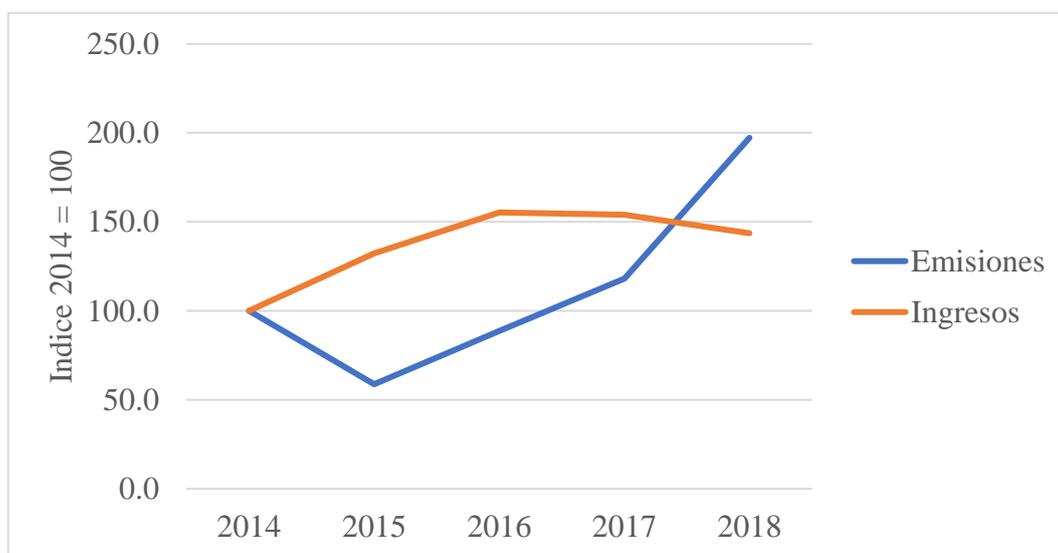
Periodo	ΔCO_2	Δing	$\Delta\text{TCO}_2/\Delta\text{ing}$	Nivel de desacoplamiento
2014-2015	-41.26	32.25	-1.28	Desacoplamiento fuerte
2015-2016	50.82	17.40	2.92	Desacoplamiento negativo
2016-2017	33.24	-0.85	-38.91	Fuerte desacoplamiento negativo
2017-2018	67.07	-6.75	-9.93	Fuerte desacoplamiento negativo
2014-2018*	27.47	10.51	2.61	Desacoplamiento negativo

*Representa el cambio promedio del periodo

Fuente: elaboración propia

La información anterior indica los estados de desacoplamiento relativo, sin embargo, al visualizar el estado de desacoplamiento absoluto, se puede notar que las emisiones muestran un crecimiento promedio anual de 27.47%. En este sentido, el crecimiento es constante conforme crece la economía turística. Como puede visualizarse en la siguiente gráfica (gráfica 5.3) en los años de 2017 y 2018 se muestran emisiones superiores en comparación a 2014, 2015 y 2016, por lo tanto, se hace evidente que el turismo deberá reducir su dependencia a fuentes fósiles de energía y no sólo mejorar la eficiencia o la intensidad de uso, así como incluir dentro de su operación el uso de fuentes alternativas de energía.

Gráfica 5.3 Desacoplamiento absoluto



Fuente: elaboración propia

5.4 Análisis de descomposición de emisiones

El análisis de descomposición, al igual que el apartado anterior, se realizó considerando sólo 14 hoteles, debido a que estos hoteles cuentan con información del consumo energético en el periodo 2014-2018. Este análisis utilizó tres indicadores turísticos: cuartos ocupados, turistas noche y llegada de turistas, siendo estos indicadores los más utilizados por el sector hotelero para medir el crecimiento económico. El primer indicador muestra la cantidad de habitaciones o cuartos que se ocuparon en un año; el segundo, indica el número de turistas que ocuparon las habitaciones de los establecimientos de hospedaje. Por último, la llegada de turistas corresponde al número total de turistas registrados por el establecimiento durante un año.

Por otra parte, el índice de carbonización responde al cociente de las emisiones entre consumo de energía, siendo este un valor constante y será utilizado para realizar el análisis de descomposición de los tres indicadores. Este indicador se muestra en el cuadro 5.4:

Cuadro 5.4 Índice de carbonización

Año	Emisiones (tCO ₂ e)	Energía (TJ)	Índice de carbonización (tCO ₂ e/TJ)	Variación (porcentaje)
2014	1310248	20235.32	64.75	
2015	769696	11643.84	66.10	2.1
2016	1160849	17083.25	67.95	2.8
2017	1546731	22537.61	68.63	1.0
2018	2584087	36729.54	70.35	2.5

Fuente: elaboración propia

5.4.1 Análisis de descomposición por cuartos ocupados

Para realizar la descomposición por cuartos ocupados se consideró la intensidad del carbón y la intensidad energética por cuartos ocupados, tal como se muestra en el siguiente cuadro (cuadro 5.5), en donde puede visualizarse que en un cuarto ocupado se utilizaron 10.62 GJ en 2014 y para 2018 más de 20 GJ, siendo este último, el doble que en el primer periodo.

Cuadro 5.5 Intensidad del carbón e intensidad energética por cuartos ocupados

Año	Cuartos ocupados	Densidad de ocupación	Intensidad del carbón	Intensidad energética
	Total	Turistas / habitación	kgCO ₂ e/cuarto	GJ/cuarto
2014	1904555	3.5	687.95	10.62
2015	1871391	3.4	411.30	6.22
2016	1944825	3.5	596.89	8.78
2017	1840596	3.0	840.34	12.24
2018	1821645	3.0	1418.55	20.16

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el análisis de descomposición, la intensidad energética ha sido un factor determinante en el crecimiento de las emisiones por cuarto ocupado. El cambio en la intensidad del carbón presentó una variación de 730 kg CO₂e de 2014 a 2018, en donde la intensidad energética fue el principal determinante con 671.25 kg CO₂e durante los cuatro años. Sin embargo, sólo en el periodo 2014-2016 la intensidad energética ayudó a reducir en 287.78 kg CO₂e las emisiones por cuarto ocupado (cuadro 5.6); mientras que en los periodos posteriores se muestra un incremento de las mismas.

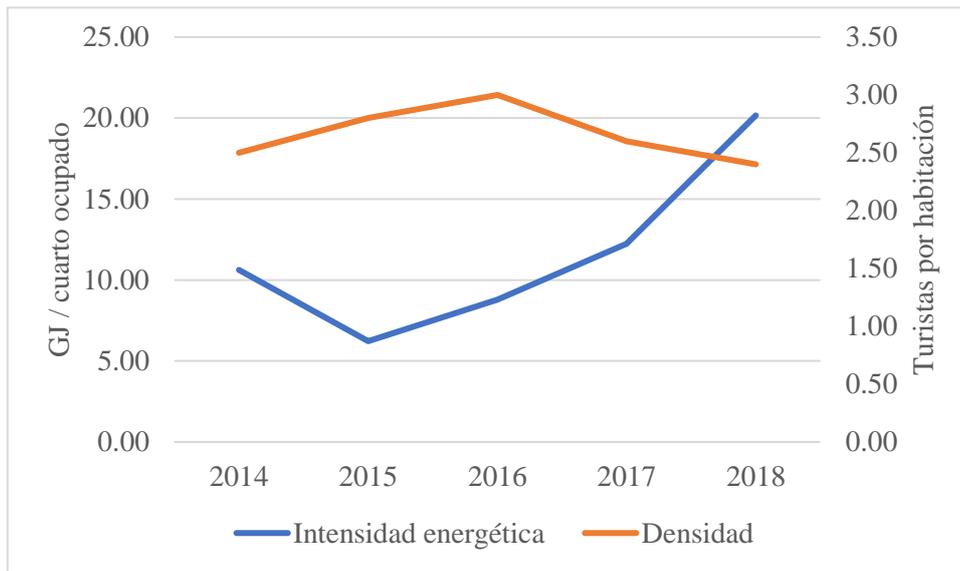
Cuadro 5.6 Análisis de descomposición de las emisiones por cuarto ocupado

Periodo	Intensidad del carbón	Índice de carbonización	Intensidad energética
	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
2014-2015	-276.66	11.12	-287.78
2015-2016	185.60	13.75	171.85
2016-2017	243.45	7.05	236.40
2017-2018	578.20	27.42	550.78
2014-2018	730.59	59.34	671.25

Fuente: elaboración propia

Al analizar la intensidad energética por cuarto ocupado, siendo el factor que más ha contribuido en el crecimiento de las emisiones de carbono, se puede visualizar que la intensidad energética aumenta a menor cantidad de personas, y disminuye a mayor cantidad de huéspedes en una habitación (gráfica 5.4) y concuerda con Tsai, *et al.* (2014) y Xuchao, *et al.* (2010) al indicar que el consumo energético aumenta a mayor cantidad de huéspedes, sin embargo, el consumo energético per cápita es menor debido a que se comparten las instalaciones y el uso de energía.

Gráfica 5.4 Intensidad energética por densidad de ocupación



Fuente: elaboración propia

5.4.2 Análisis de descomposición por turistas noche

De acuerdo con la intensidad por turista noche, en 2014 se emitieron 275.18 kg CO₂e por turista noche y para 2018 se emitieron 591.06 kg CO₂e, en el caso de la intensidad energética se consumieron alrededor de 4.25 GJ por turista noche, aumentando a 8.4 GJ por turista noche, en el mismo periodo.

Cuadro 5.7 Intensidad del carbón e intensidad energética por turista noche

Año	Turistas noche	Intensidad del carbón	Intensidad energética
	Total	kgCO2e/turista	GJ/turista
2014	4761388	275.18	4.25
2015	5239896	146.89	2.22
2016	5834477	198.96	2.93
2017	4785550	323.21	4.71
2018	4371949	591.06	8.40

Fuente: elaboración propia

En lo que respecta al análisis de descomposición de las emisiones por turista noche, en el cuadro 5.8 se puede visualizar que la intensidad energética es el factor que más ha contribuido en la intensidad del carbón por turista noche. En este sentido, la intensidad del carbón presentó un cambio de 315.88 kg CO2e durante todo el periodo; en donde, la intensidad energética contribuyó con 293.36 kg CO2e, durante el periodo de análisis.

Cuadro 5.8 Análisis de descomposición de las emisiones por turista noche

Periodo	Intensidad del carbón	Índice de carbonización	Intensidad energética
	kgCO2e	kgCO2e	kgCO2e
2014-2015	-128.29	4.23	-132.52
2015-2016	52.07	4.73	47.34
2016-2017	124.24	2.54	121.71
2017-2018	267.85	11.02	256.83
2014-2018	315.88	22.52	293.36

Fuente: elaboración propia

5.4.3 Análisis de descomposición por llegada de turistas

Conforme a la intensidad de emisiones, en el siguiente cuadro (cuadro 5.9) se puede visualizar que en 2014 se emitieron 963 kg CO2e y creció en 2018 a 1773.18 kg CO2e por

turista durante toda la estancia de los mismos. En el caso de la intensidad energética, se consumieron 14.87 GJ de energía por turista en 2014 y 25.20 GJ en 2018.

Cuadro 5.9 Intensidad del carbón e intensidad energética por llegada de turistas

Año	Turistas	Estadía promedio	Intensidad del carbón	Intensidad energética
	Total	Días	kgCO2e/turista	GJ/turista
2014	1360396	3.50	963.14	14.87
2015	1541145	3.40	499.43	7.56
2016	1666993	3.50	696.37	10.25
2017	1595183	3.00	969.63	14.13
2018	1457316	3.00	1773.18	25.20

Fuente: elaboración propia

En lo que respecta al análisis de descomposición de las emisiones por la llegada de turistas, se puede visualizar que la intensidad energética es el factor que más ha contribuido en la intensidad del carbón por turista durante toda su estadía (cuadro 5.10). La intensidad del carbón tuvo un aumento de 810.04 kg CO₂ por turista durante todo el periodo, siendo la intensidad energética la que contribuyó con 737.87 kg CO₂e durante el periodo, mientras que el índice de carbonización no tuvo gran relevancia.

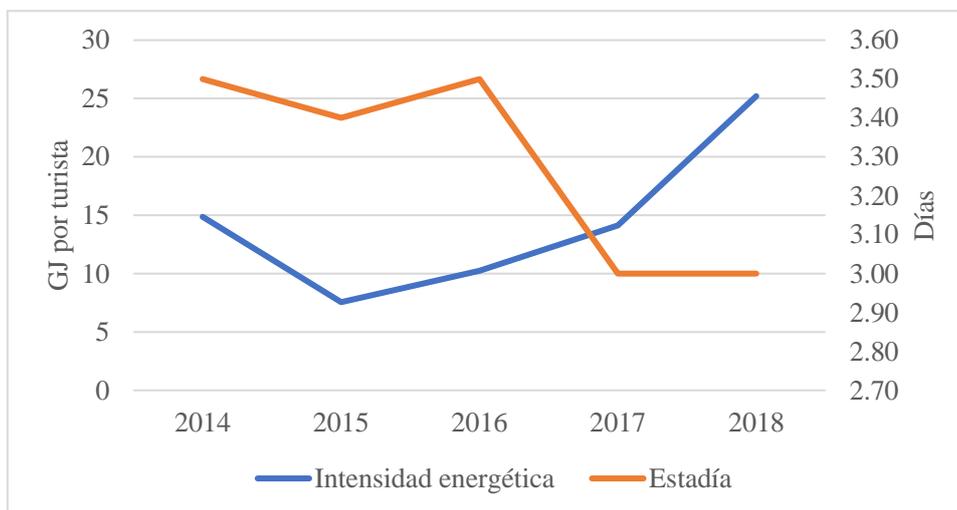
Cuadro 5.10 Análisis de descomposición de las emisiones por llegada de turistas

Periodo	Intensidad del carbón	Índice de carbonización	Intensidad energética
	kgCO2e	kgCO2e	kgCO2e
2014-2015	-463.71	14.60	-478.31
2015-2016	196.94	16.35	180.60
2016-2017	273.25	8.18	265.08
2017-2018	803.56	33.06	770.50
2014-2018	810.04	72.18	737.87

Fuente: elaboración propia

Al analizar la intensidad energética por cada turista que llega a los hoteles, se visualiza que a menor estadía de los turistas se consume más energía (gráfica 5.5), siendo relevante para la propuesta de estrategias que promuevan incidir en el comportamiento de los visitantes durante sus viajes.

Gráfica 5.5 Intensidad energética por estadía promedio



Fuente: elaboración propia

Al realizar el anterior análisis de descomposición, se pudo verificar que la intensidad energética es el factor que más ha contribuido en el crecimiento de las emisiones de carbono. Este parámetro indica que se deberán mejorar diversos procesos internos para aumentar la eficiencia energética en todas las instalaciones del hotel, así como incidir en el comportamiento de los turistas durante su estadía en los establecimientos de hospedaje. Siendo el análisis de desacoplamiento y descomposición algunos de los métodos para conocer qué factores están determinando las emisiones de carbono del sector hotelero, resulta importante conocer qué otras cuestiones contribuyen en el aumento de las emisiones de carbono.

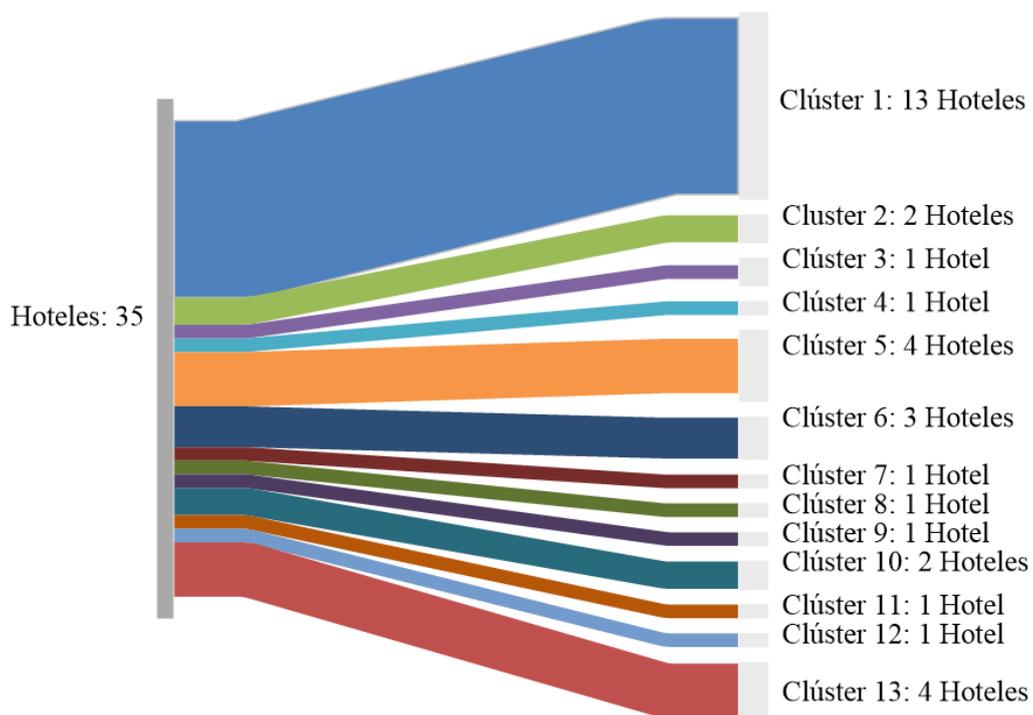
Se reconoce que los hoteles en Cancún tienen diversas características, tanto de operación como en su construcción, por lo que se realizó un análisis clúster con la intención de asociar características y encontrar algún patrón de los hoteles que relacione su consumo energético y de emisiones. En el siguiente apartado se explica el análisis clúster realizado y los patrones que asocian las características de los hoteles respecto a su intensidad energética y de emisiones de carbono.

5.5 Análisis clúster

El análisis clúster, que se explicará a continuación, se realizó considerando los 35 hoteles con los que se cuenta con información del año 2018, debido a que este es el único año en que todos declararon sus consumos energéticos. Este análisis tuvo la intención de agrupar los hoteles con similar intensidad del carbón, intensidad energética e índice de carbonización por cuarto ocupado en el periodo indicado.

Como puede verse se obtuvieron 13 conglomerados o clústeres. De acuerdo con el agrupamiento por conglomerados, se visualiza que los clústeres 1, 5, 13, 6, 2 y 10 concentran 37.1%, 11.4%, 11.4%, 8.6%, 5.7% y 5.7% de los hoteles, respectivamente; mientras que los clústeres 3, 4, 7, 8, 9, 11 y 12 sólo concentran un hotel.

Figura 5.1 Agrupamiento por conglomerados



Fuente: elaboración propia

La diversa cantidad de conglomerados indica la heterogeneidad de las características de los hoteles que se encuentran en Cancún, en donde no sólo destaca la diversidad de tamaños, categorías, sino también la antigüedad y las diferentes modalidades con las que operan los distintos hoteles tal como puede apreciarse en el siguiente cuadro (cuadro 5.11).

Cuadro 5.11 Características de los hoteles en Zona Hotelera de Cancún

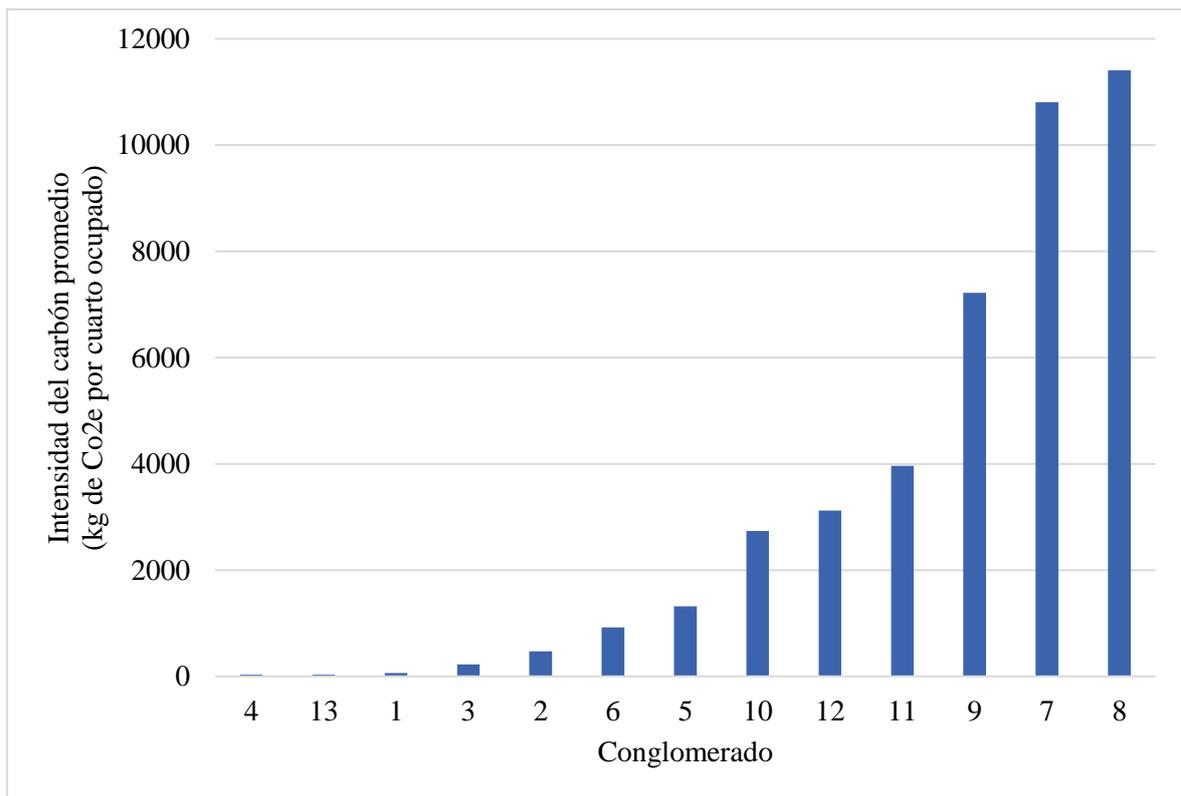
Hotel	Clúster	Habitaciones	Modalidad de operación	Inicio de operaciones	Categoría
No.	Número	Total	Tipo	Año	Estrellas
1	1	120	Todo incluido	1985	3
13	1	602	Plan europeo	1989	5
14	1	334	Todo incluido	1987	4
17	1	289	Todo incluido	1987	4
19	1	290	Todo incluido	1978	4
22	1	448	Todo incluido	1997	5
23	1	448	Todo incluido	1997	5
24	1	600	Todo incluido	1985	5
27	1	613	Todo incluido	1987	5
28	1	502	Todo incluido	1987	5
30	1	200	Todo incluido	1985	4
31	1	179	Todo incluido	1988	5
34	1	379	Plan europeo	1987	4
9	2	452	Todo incluido	2004	5
29	2	207	Todo incluido	1996	5
16	3	550	Todo incluido	1990	5
35	4	274	Mixto	2005	5
2	5	384	Todo incluido	1994	4
5	5	201	Todo incluido	1976	5
7	5	562	Todo incluido	2012	5
25	5	347	Todo incluido	1986	5
3	6	357	Todo incluido	2006	5
6	6	500	Todo incluido	2003	5
26	6	793	Todo incluido	1987	5
10	7	569	Todo incluido	2003	5
18	8	371	Todo incluido	2007	5
20	9	365	Plan europeo	1993	5
12	10	547	Todo incluido	2015	4
21	10	339	Todo incluido	2006	4
15	11	477	Todo incluido	2015	4
32	12	426	Todo incluido	2011	5
4	13	815	Todo incluido	2011	5
8	13	441	Todo incluido	2004	4
11	13	502	Todo incluido	1981	5
33	13	388	Todo incluido	2011	4

Fuente: elaboración propia

En el cuadro anterior se visualiza que el 65.7% (23 hoteles) de los hoteles son de categoría cinco estrellas, el 31.4% (11 hoteles) son de cuatro estrellas y 2.9% (un hotel) de categoría tres estrellas. Sin embargo, la categoría no se encuentra relacionada con el tipo de servicio que se ofrece a los turistas; en este sentido, se visualiza que el 88.6% (31 hoteles) de los hoteles ofrecen servicio de todo incluido, 8.6% (3 hoteles) ofrecen servicio tipo plan europeo y sólo uno de ellos ofrece un servicio mixto (2.9%).

Al revisar los 13 conglomerados, considerando la variable de cuartos ocupados, se hace notar la diferencia de la intensidad del carbón, el índice de carbonización y la intensidad energética mostrando patrones diferentes para cada uno de ellos. En el caso de la intensidad del carbón el conglomerado ocho es el que demuestra la mayor cantidad de emisiones por cuarto ocupado siendo de 11 406.36 kg de CO₂ por cuarto ocupado; mientras que el conglomerado número 1, 4 y 13 indican menores tasas de emisiones promedio (gráfica 5.6).

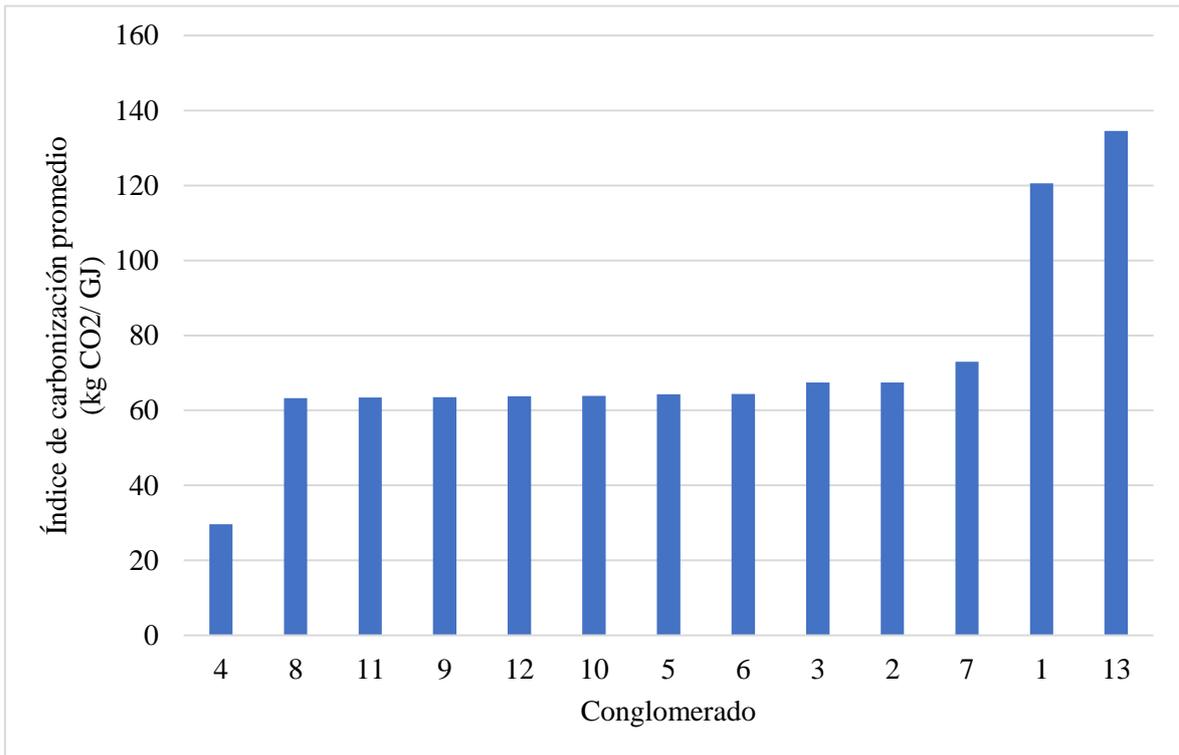
Gráfica 5.6 Intensidad del carbón por conglomerado



Fuente: elaboración propia

Por otra parte, el índice de carbonización muestra la composición de las fuentes de energía en la disminución de emisiones. En la investigación realizada, se observa la participación de fuentes fósiles de energía en la producción de energía para los hoteles. El clúster 13 indica en promedio 120.61 kg de CO₂/GJ mientras que el conglomerado cuatro indica 29.56 kg de CO₂/GJ; siendo este último, el más bajo entre los 13 conglomerados (gráfica 5.7):

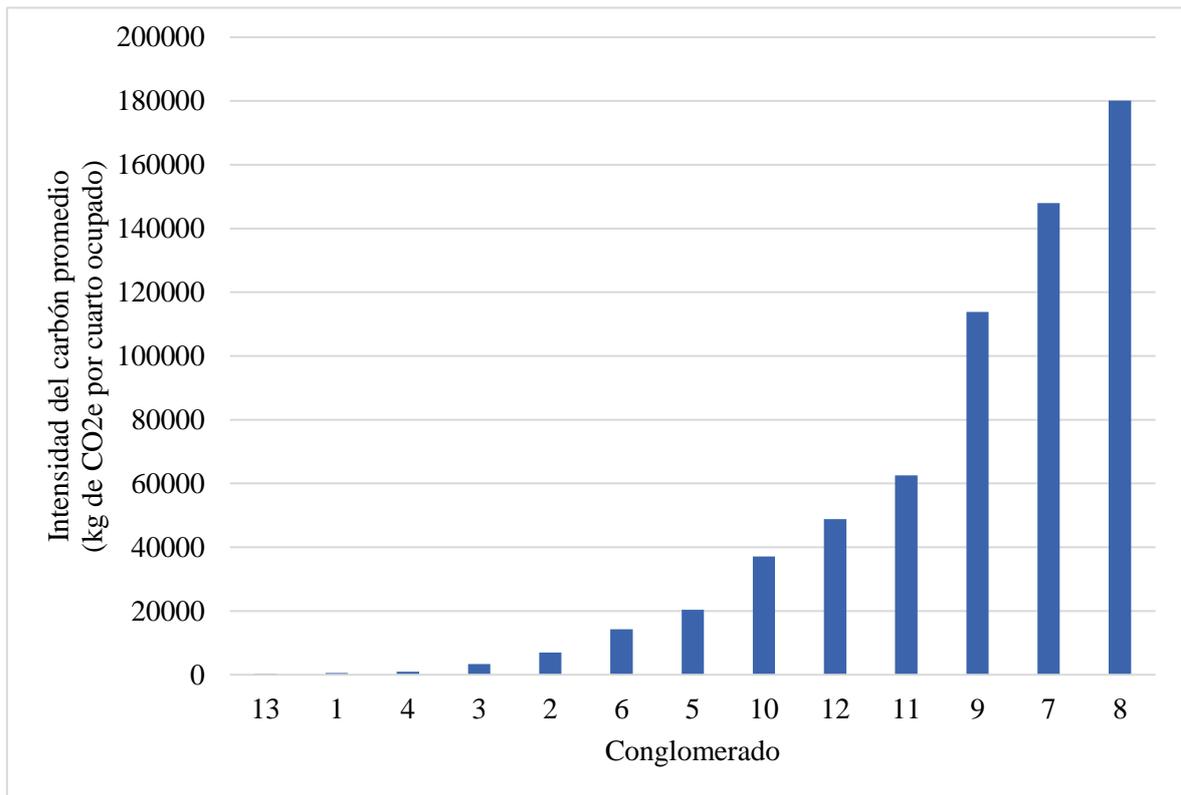
Gráfica 5.7 Índice de carbonización por conglomerado



Fuente: elaboración propia

En lo que respecta a la intensidad energética, el conglomerado ocho indica aproximadamente 180 128.91 MJ/ cuarto ocupado, siendo este el que muestra el mayor consumo por habitación ocupada; mientras que el conglomerado 13 indica la menor tasa en el consumo de energía, siendo esta de 222.76 MJ/ cuarto ocupado (gráfica 5.8).

Gráfica 5.8 Intensidad energética por conglomerado



Fuente: elaboración propia

Sin embargo, de acuerdo con la información presentada, se visualiza que el clúster cuatro y el 13 indican aproximadamente 29 kg de CO₂ por cuarto ocupado (intensidad del carbón); sin embargo, al revisar el índice del carbón, esta indica que el clúster reporta menores emisiones por energía consumida, mientras que el clúster 13 tiene índice de carbonización más alto. Esta información resulta relevante para la presente investigación debido a que denota la importancia de la implementación de fuentes alternativas de energía.

Por otro lado, al hacer una revisión de manera individual de cada uno de los conglomerados, se pueden visualizar otras variables para caracterizar las emisiones derivadas del uso de energía. El conglomerado uno indica una intensidad del carbón promedio de 64.85 kg CO₂e por cuarto ocupado, un índice de carbonización de 120.61 kg CO₂e y de 536.32 MJ por cuarto ocupado. Sin embargo, en este conglomerado se agrupan hoteles construidos entre 1978 y 1997, representando una desviación estándar de 4.94 (cuadro 5.12). Al respecto, se rescata lo indicado por Farrou, *et al.* (2012) quienes indican que los hoteles con mayor antigüedad representan mayores pérdidas de energía.

Por consiguiente, este tipo de hoteles deberán establecer mecanismos para mejorar la intensidad energética a partir de adecuaciones en la construcción, es decir, verificando las diferentes áreas en donde se consume más energía con la intención de evitar pérdidas, así como considerar la sustitución de equipos antiguos a través de tecnologías nuevas que sean más eficientes y hagan uso de fuentes renovables de energía.

Cuadro 5.12 Clúster 1, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO2/cuartos ocupados	39.83	107.26	64.85	19.61	384.62
Índice de carbonización (kg CO2/GJ)	84.27	146.39	120.61	14.16	200.61
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	320.82	839.06	536.32	138.64	19219.75
Habitaciones	120.00	613.00	384.92	167.01	27890.74
Año de construcción	1978.00	1997.00	1987.62	4.94	24.42

Fuente: elaboración propia

En el clúster número 2 se encuentran hoteles entre 207 y 452 habitaciones; que tienen una mayor intensidad energética respecto al clúster 1 (cuadro 5.13). De acuerdo con la información obtenida, este tipo de hoteles deberán sustituir los equipos actuales por equipos más eficientes y que utilicen fuentes de energía renovable, con la intención de reducir su dependencia a combustibles fósiles.

Cuadro 5.13 Clúster 2, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO2/cuartos ocupados	387.11	554.22	470.67	118.17	13964.11
Índice de carbonización (kg CO2/GJ)	65.38	69.49	67.43	2.90	8.42
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	5920.79	7976.11	6948.45	1453.33	2112170.29
Habitaciones	207.00	452.00	329.50	173.24	30012.50
Año de construcción	1996.00	2004.00	2000.00	5.66	32.00

Fuente: elaboración propia

En el clúster 3, se encuentra un hotel con una intensidad energética mayor que los hoteles ubicados en el conglomerado 1; así como un hotel con más de 500 habitaciones y construido en 1990 (cuadro 5.14). En este sentido, las medidas a considerar para reducir la intensidad será la sustitución de equipos a través de equipos más eficientes y con menor generación de emisiones de carbono, así como considerar la remodelación de la construcción para detectar y mejorar las áreas con mayores pérdidas de energía.

Cuadro 5.14 Clúster 3, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO2/cuartos ocupados	227.26	227.26	227.26	-	-
Índice de carbonización (kg CO2/GJ)	67.44	67.44	67.44	-	-
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	3369.85	3369.85	3369.85	-	-
Habitaciones	550.00	550.00	550.00	-	-
Año de construcción	1990.00	1990.00	1990.00	-	-

Fuente: elaboración propia

En el clúster 4, se visualiza un hotel con 274 habitaciones, construido en 2005 y con modalidad mixta (cuadro 5.15). En este sentido, demuestran ser un ejemplo en la reducción de emisiones, especialmente, porque es el clúster que indica la menor cantidad de emisiones por energía consumida; esto último, a pesar de tener una intensidad energética alta respecto a otros conglomerados.

Cuadro 5.15 Clúster 4, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO2/cuartos ocupados	29.76	29.76	29.76	-	-
Índice de carbonización (kg CO2/GJ)	29.56	29.56	29.56	-	-
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	1006.51	1006.51	1006.51	-	-
Habitaciones	274.00	274.00	274.00	-	-
Año de construcción	2005.00	2005.00	2005.00	-	-

Fuente: elaboración propia

En los conglomerados 5 y 6 (cuadro 5.16 y 5.17) se encuentran hoteles entre cuatro y cinco estrellas. Ambos conglomerados representan mayor intensidad energética en comparación a los conglomerados 1, 2, 3, 4 y 13. Estos conglomerados concentran hoteles construidos en distintos años, siendo el más antiguo el construido en 1976 y el más nuevo en 2012. De acuerdo con los datos obtenidos, se puede decir que se presenta una gran pérdida de energía e ineficiencia en el consumo energético, por lo que las medidas a implementar deberían enfocarse a aumentar la eficiencia energética en todas las instalaciones a través de la sustitución por equipos más eficientes, así como reducir la dependencia a combustibles fósiles por medio de tecnologías con fuentes de energía renovable; siendo importantes para la reducción de emisiones de carbono.

Cuadro 5.16 Clúster 5, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO ₂ /cuartos ocupados	1200.03	1472.93	1315.41	128.71	16565.15
Índice de carbonización (kg CO ₂ /GJ)	64.13	64.71	64.38	0.29	0.08
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	18545.67	22962.08	20434.75	2037.94	4153181.53
Habitaciones	201.00	562.00	373.50	148.44	22033.67
Año de construcción	1976.00	2012.00	1992.00	15.23	232.00

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.17 Clúster 6, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO ₂ /cuartos ocupados	875.25	996.42	920.00	66.51	4423.55
Índice de carbonización (kg CO ₂ /GJ)	64.19	64.63	64.36	0.24	0.06
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	13635.31	15418.00	14293.00	978.92	958287.13
Habitaciones	357.00	793.00	550.00	222.26	49399.00
Año de construcción	1987.00	2006.00	1998.67	10.21	104.33

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, los clústeres 7, 8 y 9 (cuadro 5.18, 5.19 y 5.20, respetivamente) son los que presentan una intensidad energética mayor a 110 mil megajoules por cuarto ocupado, siendo estos hoteles con la mayor intensidad energética en comparación con los anteriores conglomerados.

En los tres conglomerados destacan por ser de categoría cinco estrellas. Esto último coincide con lo indicado por Wang (2012), Priyadarsini *et al.* (2009), Pieri *et al.* (2015) y Wang *et al.* (2017) quienes indican que los hoteles con mayor categoría utilizan más energía que los de menor categoría. Así mismo, también interviene que dos de los tres hoteles ofrecen modalidad todo incluido. Considerando que son hoteles que ofrecen una gran cantidad de servicios a sus turistas, las medidas a considerarse deberían enfocarse a mejorar la intensidad energética en todas las instalaciones y la implementación de tecnologías bajas en carbono.

Cuadro 5.18 Clúster 7, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO2/cuartos ocupados	10805.72	10805.72	10805.72	.	.
Índice de carbonización (kg CO2/GJ)	73.01	73.01	73.01	.	.
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	147995.72	147995.72	147995.72	.	.
Habitaciones	569.00	569.00	569.00		
Año de construcción	2003.00	2003.00	2003.00		

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.19 Clúster 8, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO2/cuartos ocupados	11406.36	11406.36	11406.36	.	.
Índice de carbonización (kg CO2/GJ)	63.32	63.32	63.32	.	.
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	180128.91	180128.91	180128.91	.	.
Habitaciones	371.00	371.00	371.00		
Año de construcción	2007.00	2007.00	2007.00		

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.20 Clúster 9, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO2/cuartos ocupados	7221.29	7221.29	7221.29	.	.
Índice de carbonización (kg CO2/GJ)	63.47	63.47	63.47	.	.
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	113775.59	113775.59	113775.59	.	.
Habitaciones	365.00	365.00	365.00		
Año de construcción	1993.00	1993.00	1993.00		

Fuente: elaboración propia

En los clústeres 10, 11 y 12 (cuadro 5.21, 5.22 y 5.23) se encuentran hoteles todo incluido, en su mayoría de categoría de cuatro estrellas, construidos entre 2006 y 2015 y con más de 330 habitaciones. Así mismo todos son de modalidad todo incluido. En este sentido, la intensidad energética es mayor que los conglomerados 1 y 2. De acuerdo con la información presentada las medidas deberían enfocarse a aumentar la intensidad energética a través de la eficiencia, para ello podrían promoverse tecnologías con mayor eficiencia energética y menor dependencia a combustibles fósiles, por ejemplo: tecnologías de fuentes renovables de energía.

Cuadro 5.21 Clúster 10, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO2/cuartos ocupados	2360.65	2388.19	2374.42	19.47	379.14
Índice de carbonización (kg CO2/GJ)	63.68	64.13	63.90	0.32	0.11
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	36808.36	37505.30	37156.83	492.81	242857.64
Habitaciones	339.00	547.00	443.00	147.08	21632.00
Año de construcción	2006.00	2015.00	2010.50	6.36	40.50

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.22 Clúster 11, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO2/cuartos ocupados	3963.81	3963.81	3963.81	.	.
Índice de carbonización (kg CO2/GJ)	63.42	63.42	63.42	.	.
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	62500.73	62500.73	62500.73	.	.
Habitaciones	477.00	477.00	477.00		
Año de construcción	2015.00	2015.00	2015.00		

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.23 Clúster 12, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO2/cuartos ocupados	3119.2921	3119.2921	3119.29214	.	.
Índice de carbonización (kg CO2/GJ)	63.8262	63.8262	63.826185	.	.
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	48871.668	48871.668	48871.668	.	.
Habitaciones	426	426	426		
Año de construcción	2011	2011	2011		

Fuente: elaboración propia

Para finalizar, el clúster 13 (cuadro 5.24) destaca que los hoteles tienen entre 380 y 800 habitaciones, sin embargo, a comparación que los anteriores clústeres, estos tienen una menor intensidad energética y menor cantidad de emisiones de carbono. En este sentido, se ha mejorado la eficiencia energética a pesar de ser hoteles con modalidad todo incluido y de categorías entre cuatro y cinco estrellas. Sin embargo, a pesar de haber demostrado menor intensidad energética se continúan produciendo emisiones de carbono, por lo que las medidas a considerar deberían enfocarse a promover tecnologías con fuentes renovables de energía con la intención de reducir las emisiones de carbono.

Cuadro 5.24 Clúster 13, estadísticos descriptivos

Indicadores	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Varianza
Intensidad del carbón kg CO2/cuartos ocupados	26.37	33.55	29.93	3.25	10.55
Índice de carbonización (kg CO2/GJ)	126.12	142.44	134.54	6.68	44.67
Intensidad energética (MJ/ cuarto ocupado)	194.80	250.71	222.76	25.09	629.70
Habitaciones	388.00	815.00	536.50	191.42	36641.67
Año de construcción	1981.00	2011.00	2001.75	14.22	202.25

Fuente: elaboración propia

El análisis por conglomerados permitió asociar las características de los hoteles respecto a su intensidad de uso energético. Como puede visualizarse en la información presentada, existen características en común de los hoteles como el año de construcción, la modalidad con las que operan y la cantidad de habitaciones que focalizan y enfatizan en la promoción de tecnologías de fuentes renovables de energía, así como en la mejora de la eficiencia energética. Denota, además, en considerar en la sustitución de equipos con tres objetivos: reducir la dependencia hacia los combustibles fósiles, reducir las emisiones de carbono que se derivan del uso de energía fósiles y mejorar la eficiencia energética.

Conclusiones

La actividad turística en Cancún ha presentado un crecimiento constante de sus emisiones, en donde se hace notorio la dependencia hacia el uso de combustibles fósiles para satisfacer las necesidades de los turistas que se hospedan en los hoteles de Cancún, siendo estas asociadas a la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera y que contribuyen al cambio climático; por lo que reducir la dependencia hacia este tipo de fuentes de energía permitirán reducir las emisiones de GEI derivadas del uso de energía fósil.

Aunque es imposible evitar el impacto ambiental y las emisiones de carbono, el análisis de desacoplamiento indicó la posibilidad de una economía turística baja en carbono, la cual únicamente, se presentó en uno de los periodos de análisis. Sin embargo, para alcanzar un

desarrollo sostenible las emisiones tendrán que reducirse de manera absoluta a través de la mejora de la eficiencia energética y la introducción de tecnologías bajas en carbono. Estas últimas no han tenido relevancia en la producción de energía de los hoteles que, como puede verse, los combustibles fósiles continúan siendo la principal fuente de producción de energía.

De acuerdo con el análisis de descomposición y el análisis clúster, el crecimiento del turismo y las características operativas de los hoteles son las que están determinando la demanda energética de estos establecimientos, en donde se visualiza una alta intensidad energética por cuarto ocupado y, esta última, asociada también a la densidad de ocupación. En este sentido, la mejora de la intensidad y la participación de fuentes renovables para la producción de energía, deberían ser pieza clave para disminuir las emisiones de carbono y la intensidad energética las cuales están demostrando un crecimiento constante.

El análisis clúster permitió identificar y relacionar características similares desde la intensidad energética por cuarto ocupado, en donde se hace notorio que los hoteles con mayor categoría, la modalidad de hospedaje y servicio, así como la antigüedad del establecimiento son factores que intervienen en el consumo energético y, por lo tanto, en la intensidad energética.

Diversos autores como Tsai *et al.* (2014) y Wang, *et al.* (2013) mencionan que la cantidad de servicios es un factor que determina el consumo energético, siendo que los hoteles con mayor categoría los que presentan mayor consumo de energía. Sin embargo, la presente investigación pudo visualizar que los hoteles más grandes y con mayor categoría no están determinando la intensidad energética, sino son las medidas implementadas por cada uno de los hoteles para reducir su intensidad y las emisiones de carbono, a través de la reducción de la dependencia de combustibles fósiles.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El desarrollo del turismo en Cancún, se ha suscrito en un modelo de sol y playa y dirigido a captar la ola masiva del turismo en el Caribe. Esta fue una de las respuestas a la crisis del modelo económico basado en la sustitución de importaciones del siglo XX. Este desarrollo se inscribió en un contexto de políticas turísticas nacionales que fueron apoyadas de la inversión de instituciones internacionales para la conformación de Centros Integralmente Planeados (CIP) con la intención de crear fuentes de empleo, impulsar el desarrollo regional, diversificar los centros turísticos del país y con ello aumentar los ingresos de divisas aportando a la balanza de pagos. Dentro de este contexto, este destino turístico se ha apoyado de la inversión pública y privada y por ello se ha posicionado como de uno de los más importantes CIP y destinos de playa mexicanos, así como uno de los destinos favoritos en el contexto nacional e internacional.

El crecimiento del turismo en Cancún se ve reflejado, en primer lugar, en el incremento de la densidad hotelera en los más de 25 kilómetros con los que cuenta la Zona Hotelera; en segundo lugar, en el volumen de llegada de turistas y, por último, en la derrama económica que genera. En este sentido, predominan las cadenas españolas dirigidas a captar un mercado norteamericano y europeo, en donde destacan hoteles de lujo con categoría de tres (41%), cuatro (18%) y cinco estrellas (37%) (Sedetur, 2018). Así mismo, la presencia de diferentes modalidades de servicio en la que destaca la modalidad todo incluido (56%), plan europeo (28%) y el plan mixto (16%). Debido a que estos hoteles ofrecen servicios de lujo, así como gran cantidad y diversidad de actividades dentro de una misma instalación, se les ha caracterizado por un alto impacto ambiental.

Bajo el contexto anterior, la presente investigación condujo a analizar el crecimiento de las emisiones de carbono derivados del uso de fuentes fósiles de energía en relación al crecimiento económico del sector hotelero en un periodo de cinco años. Se visualiza claramente una tendencia de crecimiento en la llegada de turistas y la ocupación hotelera, haciéndose visible el incremento de las emisiones de carbono producto del uso de fuentes fósiles de energía para la prestación de servicios que oferta y demanda el turismo.

En este sentido, esta investigación estimó el cambio de las emisiones de CO₂ del turismo en Cancún sobre la base temporal de 2014-2018. Se utilizaron dos tipos de análisis para analizar la relación que guarda la economía turística y las emisiones de carbono. El análisis de desacoplamiento, tanto relativo como absoluto, permitieron conocer el estado actual de la economía turística en relación a sus emisiones. Por último, el análisis de descomposición contribuyó a conocer e identificar la interacción que guardan distintos factores respecto al crecimiento de las emisiones. Con la intención de indagar qué otros factores intervienen en el incremento de las emisiones, se utilizó un análisis clúster para asociar características operativas y de construcción de los hoteles.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las conclusiones se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Las emisiones de carbono en 2018 fueron de 6230683 toneladas de bióxido de carbono equivalente. Se hace notoria la participación del consumo de combustibles fósiles y electricidad para satisfacer las necesidades que demandan los turistas, en donde el el gas L.P. contribuyó con 74.1% de las emisiones totales de carbono y el diésel con más del 23%.
2. La intensidad energética analizada por turista noche es de 9338.6 MJ por turista hospedado. Este valor es 71.8 veces mayor que el factor utilizado por la Organización Mundial del Turismo (130 MJ por turista noche).
3. La intensidad del carbón por turista noche responde a 620 kg de CO₂e por turista noche el cual es 30.09 veces mayor que lo informado por la Organización Mundial del Turismo para el caso de los hoteles (20.6 kg de CO₂).
4. La tasa de crecimiento promedio anual de las emisiones es de 27.47%, lo cual indica que las emisiones seguirán creciendo conforme incrementa la actividad turística, por lo que se hace importante tomar medidas para reducir las emisiones de carbono.
5. El análisis de desacoplamiento relativo indicó al principio del periodo (2014-2015) un desacoplamiento fuerte, siendo esta la relación óptima para una economía baja en carbono e indicando que es posible crecer económicamente a una tasa menor de emisiones; posteriormente, se descuidaron las emisiones por lo que la economía atravesó por un desacoplamiento negativo y fuerte desacoplamiento negativo, las cuales presentaron un estado desfavorable para el ambiente.
6. El análisis del desacoplamiento absoluto indica que las emisiones están en aumento; por lo que para reducir las emisiones se deberá enfocar en disminuir la dependencia

de los combustibles fósiles, aumentando la intensidad energética y promover tecnologías más eficientes y con bajas emisiones de carbono.

7. La descomposición de emisiones permitió visualizar que la intensidad energética, desde tres indicadores turísticos (cuartos ocupados, turistas noche y llegada de turistas), es el principal efecto que está determinando el crecimiento de las emisiones de carbono. Por lo que mejorar este indicador será importante para disminuir las emisiones de carbono.
8. Se visualiza que la intensidad energética depende también de la densidad de ocupación y la estadía promedio de los turistas. En donde, el consumo energético aumenta a mayor cantidad de personas, pero la intensidad de uso (consumo per cápita) es menor, debido a que se divide la demanda energética entre el total de usuarios de la misma. Por último, se visualiza que, a menor estadía de los turistas, aumenta el consumo energético y a mayor estadía, disminuye la demanda energética, por consiguiente, resulta importante incidir en el comportamiento de los turistas para mejorar el uso de energéticos durante sus viajes.
9. Para finalizar, la intensidad energética también dependerá de la categoría de los hoteles, la modalidad de hospedaje y servicio, así como la antigüedad de los establecimientos. Esto brinda la oportunidad para la mejora a través de la innovación y la remodelación de los establecimientos, así como en la mejora de la eficiencia energética a través de la sustitución por tecnologías más eficientes, así como la introducción de fuentes renovables de energía. Estas medidas ayudarán en dos sentidos: la primera en reducir la dependencia hacia combustibles fósiles y la segunda a reducir las emisiones de carbono.

Los hallazgos encontrados muestran una comprensión de la relación existente entre el crecimiento de la economía turística y emisiones de carbono. Como estudio exploratorio, los resultados indican cambios dinámicos entre ambas cuestiones, siendo importante las fuerzas impulsoras que generan estas últimas, en donde destaca la contribución de la intensidad energética, apoyada del uso de fuentes de energía fósil y la baja penetración de tecnologías de fuentes renovables de energía dentro la actividad turística-hotelera; por consiguiente, la mejora de la eficiencia energética y implementación de energías renovables conducirán a modificar los procesos actuales de las instalaciones hoteleras reduciendo su contribución al cambio climático.

Como se revisó anteriormente, los estudios realizados se han enfocado en analizar la eficiencia energética del turismo a través de distintos indicadores turísticos. Sin embargo, este no resulta como un indicador clave para entender la situación actual de la economía turística respecto a sus impactos ambientales, por lo que esta investigación contribuye y fortalece el estudio de otras variables y métodos para analizar esta relación; siendo el desacoplamiento relativo y absoluto métodos prácticos y útiles para conocer y replantear el desarrollo turístico actual. De la misma manera, la importancia del análisis clúster, para segmentar y clasificar los hoteles y sus diversas características para conducir estrategias adecuadas para cada tipo de establecimientos.

La información obtenida conduce a reflexionar sobre el turismo desde un punto de vista de los impactos que genera su crecimiento; además, para establecer propuestas de metodologías y enfatizar en cómo medir el turismo desde un punto de vista de la eficiencia energética y la implementación de nuevos tipos de tecnologías que ayuden a aminorar el impacto generado por la transformación y uso de energía proveniente de combustibles fósiles.

Siendo Cancún uno de los destinos de playa mexicanos posicionado internacionalmente, así como de los más importantes por la derrama económica que genera en el país, esta investigación contribuye en la generación de conocimiento para el estado actual del turismo en México y para el mismo destino. Esto resulta fundamental debido a la carencia de información respecto al entendimiento del uso de recursos energéticos para la oferta de servicios que ofrece el turismo, en especial del sector hotelero, siendo importante y pieza fundamental para alcanzar una economía turística baja en carbono.

Como se revisó anteriormente, la política turística de los últimos años, se ha centrado en promover el desarrollo de un turismo sostenible. Se ha hecho hincapié en la mejora de la competitividad y la diversificación de la oferta turística nacional, así como en un ordenamiento territorial integral a través de la coordinación de distintos sectores en donde tendrían que intervenir las instituciones que gestionan públicamente el turismo y los recursos ambientales y energéticos. De la misma manera, se ha remarcado la importancia de la ampliación de los beneficios económicos y sociales y en considerar la sostenibilidad ambiental como pieza clave del turismo en México. Por lo que la presente investigación ayuda a comprender cómo podría planificarse y operarse el turismo, especialmente en los Centros Integralmente Planeados que están destinados en la captación del turismo masivo, con la intención de disminuir las emisiones energéticas que generan, así como visualizando

nuevos mecanismos, estrategias y tecnologías que permitan conducir a la sostenibilidad de esta actividad en los destinos de sol y playa mexicanos. Por consiguiente, se debería de pensar en los beneficios que traería consigo la modificación del actual modelo turístico de los CIP, entre ellos: reducir la dependencia de los combustibles fósiles para la obtención de energía y disminuir el impacto ambiental generado por el turismo.

En cuestiones particulares, el PACMUN de Benito Juárez, indaga en disminuir el consumo de aparatos electrónicos que demanden mucha energía y considerar acciones en la separación de residuos para mitigar los GEI que genera el sector comercial. Sin embargo, para reducir en tasas considerables las emisiones se tendría que pensar en estrategias más ambiciosas y replantear el modo de operación de las empresas hoteleras, siendo fundamental la inversión en innovación y desarrollo enfatizando en la promoción de tecnologías de energías renovables y sistemas de cogeneración. Se hace relevante la implementación de iluminación con sistemas LEDS, sistemas de control de encendido y apagado de energía en las habitaciones, sensores de movimiento en las áreas comunes, sistemas de climatización eficientes, así como el uso de tecnologías solares (calderas solares) y fotovoltaicas (paneles solares), por mencionar algunas, siendo éstas fundamentales para mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de carbono.

Por otra parte, también podrían considerarse los beneficios económicos que trae consigo la implementación de fuentes renovables de energía y sistemas de cogeneración, así como estrategias para aumentar la eficiencia energética de los hoteles. De acuerdo con la Revista TecnoHotel el Hotel Cimbel ubicado en Alicante, España optó por modificar su sistema de calentamiento de sus piscinas a través de energía solar y sistemas de cogeneración, por lo cual han declarado un 100 por ciento de ahorro energético que se ve reflejado en el costo de la compra de combustibles fósiles. Así mismo el Complejo Dorado, el Hotel Meliá Avda y el hotel Green Beach, también ubicados en España, han instalado paneles solares termodinámicos e indican el autoabastecimiento de energía en un 100 por ciento, y un ahorro energético del 80 por ciento respecto a instalaciones que utilizan combustibles fósiles (Nuñez, 2010).

Así mismo, la cadena Sol Meliá considera la implementación de medidas que apuntan a la eficiencia energética, así como a medidas de concienciación de productos y sistemas tecnológicos para los servicios de iluminación, climatización, rendimiento y control en habitaciones, calentamiento de agua, etc. Además de los beneficios económicos que se

obtienen por estos sistemas, indican que han podido reducir las emisiones de carbono por cliente de alrededor del 2.5 por ciento anualmente (Tejerina, 2010).

Por otra parte, la cadena Riu Hotels & Resorts han trabajado para que sus instalaciones sean más responsables con el ambiente. Entre las acciones que realizan se encuentran: gestión de la energía a través de tecnologías más eficientes y aprovechamiento de fuentes renovables de energía. Los beneficios que han obtenido son el ahorro económico y la reducción de emisiones de carbono a la atmósfera, siendo fundamentales para establecer mecanismos de competitividad entre la diversa oferta hotelera (Alonso, 2015).

Es por ello que, replantear el modelo turístico implicará en pensar que no es suficiente diseñar y promover la inversión de nuevos proyectos de desarrollo turístico sin considerar los impactos ambientales que provocaría su promoción; sino establecer diversas condiciones a fin de promover destinos que, desde su conformación y desarrollo, busquen un crecimiento con bajo impacto ambiental o de emisiones de carbono; incluso, replanteando el tipo de tecnologías a implementar y considerar en un futuro la modificación o transformación de la infraestructura prevista, así como actividades de mantenimiento y remodelación para evitar y reducir la pérdida de recursos energéticos que incrementan las emisiones de carbono a la atmósfera. Para ello, será importante la participación de las instituciones públicas que gestionan el turismo para la creación de mecanismos de inversión y para la formulación de políticas públicas que motiven a los prestadores de servicios a invertir en nuevos sistemas de operación y tecnologías necesarias para la oferta de las diversas actividades que demandan los turistas.

6.2 Recomendaciones

La presente investigación muestra una tendencia de crecimiento en la llegada de turistas y en la ocupación de las habitaciones de los hoteles en Cancún, sin embargo, este factor está influyendo directamente en la cantidad de emisiones totales de carbono. Así también, estas emisiones son originadas por la alta dependencia de energía proveniente de combustibles fósiles, las cuales están relacionadas con el cambio climático.

El rápido crecimiento de la actividad turística tendrá implicaciones sobre las emisiones de CO₂ por lo que las políticas energéticas y turísticas deberían alentar a promover su

reducción. Por lo general, el desarrollo del turismo se alienta mediante políticas turísticas internacionales y nacionales, que influyen en la mejora de los viajes, por lo que resulta importante conciliar las mismas y equilibrar el crecimiento del turismo con el ambiente.

El sector hotelero, en el caso de Cancún, de acuerdo con las estadísticas del municipio de Benito Juárez, indica también un crecimiento, por lo que este sector deberá implementar diversas medidas para reducir la dependencia de combustibles fósiles para la obtención de energía y más importante, reducir las emisiones de carbono causantes del cambio climático. En consecuencia, existen diversas medidas que podrían implementarse tanto en la construcción y la implementación de tecnologías, siendo importante la remodelación para detectar y evitar pérdidas de energía, y el aumento de la eficiencia energética a través de tecnologías más eficientes, energías renovables y sistemas de cogeneración para reducir las emisiones de carbono.

De acuerdo con los resultados alcanzados, a continuación, se presentan algunas acciones que se podrían implementar desde el ámbito público y privado:

Ámbito público

1. Las administraciones enfocadas a la planeación turística, así como los órganos encargados de la gestión ambiental y energética en el país, deberían establecer normas y planes de acción de turismo con bajas emisiones de carbono, para promover y garantizar sistemáticamente los fondos y la tecnología adecuada a todos los sectores relacionados al turismo, en particular del sector hotelero, el cual está demostrando una alta intensidad del carbón e intensidad energética;
2. Las políticas energéticas deberían centrarse en promover inversión en investigación y desarrollo, especialmente en tecnologías ahorradoras de energía, así como mecanismos que compensen o neutralicen las emisiones de carbono; tal como sucede con el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) que se centra en promover el uso eficiente de la energía eléctrica; en el caso del sector hotelero en la promoción de tecnologías más eficientes y renovables que, como se revisó anteriormente, dependen en grandes cantidades de combustibles fósiles.
3. Considerando que en México se cuenta con el Sistema de Cuentas Nacionales del Turismo, se podría establecer esta actividad con una identidad propia dentro del Inventario de emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero; por lo que se

podría establecer una línea base para considerar las condiciones iniciales de las emisiones a partir de indicadores turísticos, con la intención de elaborar escenarios y verificar la evolución y las tendencias históricas de las emisiones de carbono del turismo; dando oportunidad para el establecimiento de acciones puntuales en la planeación de destinos turísticos.

4. Fortalecer los esfuerzos de publicidad y comercialización para incidir en el comportamiento de los turistas en todo el proceso de viaje. Haciendo énfasis en la conservación de la energía a partir de la reducción de uso energético dentro las instalaciones hoteleras y los servicios proporcionados en las mismas.
5. Actualmente, el estado de Quintana Roo está promoviendo un Plan de Turismo Sustentable, este debería considerar los diversos aspectos e indicadores ambientales para monitorear el uso eficiente de los recursos energéticos y la disminución de emisiones de carbono. En este sentido, no sólo debería considerarse la eficiencia energética como un indicador, ya que no ha demostrado un papel relevante a la hora de evaluar las emisiones asociadas al crecimiento de la actividad turística, sino también la inclusión del desacoplamiento absoluto que hace más evidente el desempeño ambiental del turismo.
6. Por último, el gobierno estatal a partir de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente, podrían considerar el monitoreo, seguimiento y supervisión de todas las instalaciones en materia de emisiones de carbono en conjunto con la Secretaría de Turismo; elaborando alguna plataforma tal como sucede con la plataforma DATATUR que, hasta el momento, sólo se centra en medir la evolución del turismo a través de indicadores económicos.

Ámbito privado

1. Como tendencia de desarrollo, la innovación tecnológica y las energías renovables que se centran en la mejora de la eficiencia energética y la reducción de la dependencia de fuentes fósiles de energía, resultan piezas clave para reducir el impacto del consumo energético provocado por los combustibles fósiles y las prácticas asociadas a los turistas, tal como se ha demostrado en diversas investigaciones.
2. Las empresas hoteleras podrían suministrar servicios más eficientes y menos dependientes de fuentes de energía fósil. En el primer caso, destacan tecnologías que restringen el consumo energético, como las tarjetas electrónicas, sensores de

presencia que evitan el consumo cuando las habitaciones y las instalaciones en general no están en uso; así también, equipos más eficientes, como televisores, sistema de iluminación fluorescentes y climatización. En el segundo caso, se encuentran toda la gama de tecnologías que hacen uso de fuentes renovables de energía, como paneles y calentadores solares, para la producción de energía eléctrica y térmica. De la misma manera, podría utilizarse la energía proveniente de la biomasa, sistemas de cogeneración y la luz natural.

3. Por último, se debería optimizar la estructura energética y aspectos de la construcción que ayuden a la menor pérdida de energía, por ejemplo, contactos de ventana integrados y aislamiento térmico en techos, paredes y ventanas.

6.3 Limitaciones y futuras investigaciones

En resumen, esta investigación determinó las emisiones de CO₂ relacionadas a la actividad hotelera y el turismo en Cancún. Como una aproximación, proporciona una comprensión inicial del cambio dinámico de las emisiones energéticas del turismo en relación a la variación de esta actividad económica.

El sector hotelero está fuertemente relacionado con otras actividades, por lo que resulta complicado determinar las emisiones totales de carbono debido a las estadísticas incompletas. Se ha demostrado que diversos hoteles en Cancún no cuentan con área de lavandería de blancos o servicio de transporte, por lo que recurren a empresas externas quienes realizan estos servicios; por lo que su consumo energético debería ser la suma del consumo energético en las instalaciones y de los servicios externos. En este sentido, las emisiones de CO₂ se determinaron por el consumo energético de los hoteles, sin embargo, habrá que considerar que algunos de ellos se apoyan de otros sectores como servicios de lavandería y transportación para empleados, por mencionar algunos ejemplos, pero que son fundamentales en la operación de los hoteles.

Para finalizar, los estudios futuros deberían prestar atención en la introducción de las tecnologías eficientes y renovables, así como los sistemas de cogeneración, para revelar el efecto que están teniendo para reducir la dependencia de fuentes fósiles y la reducción de emisiones de carbono.

BIBLIOGRAFÍA

Alam, S. y Paramati, S. (2017). The dynamic role of tourism investment on tourism development and CO2 emissions. *Annals of Tourism Research*, 66, 213-215, doi: 10.1016/j.annals.2017.07.013

Alavez, M. (2017). Migración y violencia en Cancún: estudio de dos asentamientos irregulares. *Revista NuestrAmerica*, 5, 68 – 89.

Alcántara, V. y Padilla, E. (2005). Análisis de las emisiones de CO2 y sus factores explicativos en las diferentes áreas del mundo. *Revista de Economía Crítica*, 4, 17-37.

Alcántara, V. y Padilla, E. (2019). Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del uso de la energía en España y sus efectos explicativos de su variación. *Índice*, 72, 20-24.

Alonso, O. (2015). Solar térmica, la renovable más utilizada por los hoteles. *Energética XXI*, 151, 45 – 55.

Andriotis, K. (2018). *Degrowth in Tourism. Conceptual, Theoretical and Philosophical Issues*. Wallingford, Reino Unido: CABI.

Ang, B. (2004). Decomposition analysis for politymaking in energy: which is the preferred method? *Energy Policy*, 32, 1131-1139, doi:10.1016/S0301-4215(03)00076-4

Ang, B. (2005). The LMDI approach to decomposition análisis: a practical guide. *Energy Policy*, 867-871, doi:10.1016/j.enpol.2003.10.010

Arroyo, F. y Miguel, L. (2019). Análisis de la variación de las emisiones de CO2 y posibles escenarios al 2030 en Ecuador. *Revista Espacios*, 40, 5.

Asumadu, S. y Asantewaa, P. (2017). Carbon dioxide emissions, GDP per cápita, industrialization and population: An evidence from Rwanda. *Environmental Engineering Research*, 22, 116-124, doi: 10.4491/eer.2016.097

Babinger, F. (2012). El turismo ante el reto de peligros naturales recurrentes: una visión desde Cancún. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, 78, 75 – 88.

Balli, E., Sigeze, C., Manga, M., Birdir, S. y Birdir, K. (2018). The relationship between tourism, CO2 emissions and economic growth: a case of Mediterranean countries. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 24, 219-232, doi: 10.1080/10941665.2018.1557717

Balsalobre, D., Álvarez, A., Olaya, A. y Cantos, J. (2016). La curva medioambiental de Kuznets y la innovación energética en países de la OCDE. *XXIII Encuentro de Economía Aplicada*, 2016.

Baños, J. (2012). Ocupación del territorio litoral en ciudades turísticas de México. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 20, 41 – 52.

- Beccali, M., La Gennusa, M., Lo Coco, L. y Rizzo, G. (2009). An empirical approach for ranking environmental and energy saving measures in the hotel sector. *Renewable Energy*, 34, 82 – 90, doi: 10.1016/j.renene.2008.04.029
- Becken, S. y Hay, J. (2007). *Tourism and Climate Change. Risk and Opportunities*. Clevedon: Channel View Publications.
- Becken, S. y Patterson, M. (2006). Measuring National Carbon Dioxide Emissions from Tourism as a Key Step Towards Achieving Sustainable Tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 14, 323-338, doi: 10.2167/jost547.0
- Becken, S., Frampton, C. y Simmons, D. (2001). Energy consumption patterns in the accommodation sector – The New Zealand Case. *Ecological Economics*, 39, 371 – 386, doi: 10.1016/S0921-8009(01)00229-4
- Bermejo, R., Arto, I., Hoyos, D. y Garmendia, E. (2010). Menos es más: del desarrollo sostenible al decrecimiento sostenible. Suiza: HEGOA.
- Bhattacharyya, S. (2011). *Energy Economics. Concepts, Issues, Markets and Governance*, Reino Unido: Springer, doi: 10.1007/978-0-85729-268-1
- Bianco, V. (2020). Analysis of electricity consumption in the tourism sector. A decomposition approach. *Journal of Cleaner Production*, 248, 1-11, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119286
- Bianco, V., Righi, D., Scarpa, F. y Tagliafico, L. (2017). Modeling energy consumption and efficiency measures in the Italian hotel sector. *Energy and Buildings*, 149, 329 – 338, doi: 10.1016/j.enbuild.2017.05.077
- Boggio, J. y Guillén, R. (2018). Etología empresarial en un entorno turístico dinámico. El caso de Cancún. XXIII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática.
- Calderón, J. y Orozco, M. (2009). Planeación y Modelo Urbano: el caso de Cancún, Quintana Roo. *Quivera*, 11, 18 – 34.
- Canel, C., Guris, S., Guris, B., Oktem, B. y Oktem, R. (2017). Convergence of Energy Intensity in OECD Countries. *Modern Economy*, 8, 946–958, doi: 10.4236/me.2017.87066
- Carpintero, O. (2003). Los costes ambientales del sector servicios y la nueva economía: entre la desmaterialización y el “efecto rebote”. *Economía Industrial*, 352, 59-76.
- Castillo, O. y Villar, A. (2011). La conformación del espacio urbano de Cancún: una aproximación al estudio de la segregación socio - espacial. *Quivera*, 13, 83 – 101.
- Catalán, H. (2014). Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. *Economía Informa*, 389, 19-37.
- Cea, M. (1999). *Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*. España: Editorial Síntesis, S.A.

Centro Mario Molina (2015). *Hacia una Estrategia Nacional de Eficiencia Energética para las Edificaciones de Hoteles y Restaurantes*. México: Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente A.C.

CEPAL (2000). *Desarrollo Sostenible: Perspectivas de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

CEPAL (2015). *Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. Estudios del Cambio Climático en América Latina*. Santiago de Chile, CEPAL.

CFE (2014-2018). *Aviso para el reporte del Registro Nacional de Emisiones*. México: CFE.

CFE (2018). *Usuarios y consumo de electricidad por municipio 2010 – 2017*.

Chan, E., Okumus, F. y Chan, W. (2020). What hinders hotel's adoption of environmental technologies: A quantitative study. *International Journal of Hospitality Management*, 84, 1 – 10, doi: 10.1016/j.ijhm.2019.102324

Chen, L., Thapa, B. y Yan, W. (2018). The Relationship between Tourism, Carbon Dioxide Emissions, and Economic Growth in the Yangtze River Delta, China. *Sustainability*, 10, 1-20, doi: 10.3390/su10072118

Chun, J. y Tsang, K. (2013). Energy consumption characteristic of hotel's marketing preference for guests from regions perspective. *Energy*, 52, 173–184, doi: 10.1016/j.energy.2013.01.044

Cleveland, C. y Ruth, M. (1999). Indicators of Dematerialization and the Material Intensity of Use. *Journal of Industrial Ecology*, 2, 15-50.

CMAAD (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo "Nuestro futuro común"*.

Córdova, J. y García, A. (2003). Turismo, globalización y medio ambiente en el Caribe mexicano. *Investigaciones Geográficas*, 52, 117 – 136.

Daltabuit, M., Valenzuela, E. y Cisneros, H. (2007). *Globalización y sustentabilidad en el sur de Quintana Roo*. Cuernavaca, Morelos: Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias/UNAM.

Danish y Wang, Z. (2019). Dynamic relationship between tourism, economic growth, and environmental quality. *Journal of Sustainable Tourism*, 26, 1928-1943, doi: 10.1080/09669582.2018.1526293

Dávila, A. (2014). *Centros Integralmente Planeados (CIPS) en México: las piezas del proyecto turístico de FONATUR*. Seminario Internacional de Investigación en Turismo "VI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, DUOT.

Deng, S. y Burnett, J. (2000). A study of energy performance of hotel buildings in Hong Kong. *Energy and Buildings*, 31, 7–12.

Díaz, M. y Cancelo, M. (2010). Análisis de los factores determinantes de la evolución de las emisiones de CO₂ y de azufre en países OCDE mediante una descomposición econométrica. *Revista de Economía Mundial*, 26, 85-106.

DOF (2014-2018). Lista de combustibles que se considerarán para identificar a los usuarios con un patrón de alto consumo, así como los factores para determinar las equivalencias en términos de barriles equivalentes de petróleo.

Duro, J. y Padilla, E. (2005). Análisis de los factores determinantes de las desigualdades internacionales de las emisiones de CO₂ per cápita aplicando el enfoque distributivo: una metodología de descomposición. *Instituto de Estudios Fiscales*, 1, 1-44.

Espinosa, H. (2013). El origen del proyecto turístico Cancún, México. Una valoración de sus objetivos iniciales a 42 años de su nacimiento. *LiminaR, Estudios Sociales y Humanísticos*, 11, 154 – 167.

Farrou, I., Kolokotroni, M. y Santamouris, M. (2012). A method for energy classification of hotels: A case-study of Greece. *Energy and Buildings*, 55, 553 – 562, doi: 10.1016/j.enbuild.2012.08.010

Fonatur (1982). Cancún, un Desarrollo Turístico en la Costa Turquesa. México: Cartografía y Servicios Editoriales, HFETSA.

Galindo, L. y Samaniego, J. (2010). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: algunos hechos estilizados. *Revista CEPAL* 100, 69-96.

Gallopín, G. (2003). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. Santiago de Chile: CEPAL.

García, A. (1979). Cancún: Turismo y Subdesarrollo Regional. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Gómez, I. y Ortiz, X. (2011). La apuesta por un turismo sostenible en el Salvador: propuestas para un cambio de políticas en Blázquez, M. y Cañada, E. (eds.). *Turismo Placebo. Nueva Colonización turística: del Mediterráneo a Mesoamérica y el Caribe. Lógicas Espaciales del capital turístico*. Nicaragua: Alba Sud y GIST.

González, A., Cañellas, S., Puig, I., Russi, D., Sendra, C. y Sojo, A. (2010). El flujo de materiales y el desarrollo económico en España: un análisis sobre desmaterialización (1980-2004). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 14, 33-51.

Grossman, G. y Krueger, A. (1991). Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper Series*, 3914, 1-57.

Grossman, G. y Krueger, A. (1995). Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110, 353-377, doi: 10.2307/2118443

Guido, P., Ramirez, A., Godínez, L., Cruz, S. y Juárez, A. (2009). Estudio de la erosión costera en Cancún y la Riviera Maya, México. *Avances en Recursos Hidráulicos*, 20, 41 – 56.

Gutiérrez, M., Medellín, P. y Ábrego, C. (2016). Factores determinantes de las emisiones de CO2 asociadas al uso de combustibles en el sector industrial de San Luis Potosí. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 68, 22-28.

Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.

Hiernaux, D. (1999). Cancun Bliss en Judd, D. y Fainstein, S. (eds.). *The Tourist City*. New Haven and London: Yale University Press.

Hudman, L. (1991). Tourism's Role and Response to Environmental Issues and Potential Future Effects. *The Tourist Review*, 48, 17 -21, doi: [org/10.1108/eb058079](https://doi.org/10.1108/eb058079)

Huiyue, L. y Meng, Z. (2019). Estimating the influence of tourism and economic growth on carbon emissions: the case of China. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 314, 601-609.

Ibañez, R. y Cabrera, C. (2011). *Teoría General del Turismo: un enfoque global y nacional*. La Paz, Baja California: Universidad Autónoma de Baja California Sur.

INECC (2018). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*, México: INECC.

INEGI (1970). *Censo de Población y Vivienda, 1970*.

INEGI (1980). *Censo de Población y Vivienda, 1980*.

INEGI (1990). *Censo de Población y Vivienda, 1990*.

INEGI (2000). *Censo de Población y Vivienda, 2000*.

INEGI (2010). *Censo de Población y Vivienda, 2010*.

INEGI (2015). *Encuesta Intercensal, 2015*.

INEGI (2018). *Cuenta satélite del turismo de México, 2017*. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Infante, J. (2014). La desmaterialización de la economía mundial a debate. Consumo de recursos y crecimiento económico (1980-2008). *Revista de Economía Crítica*, 18, 60-81.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2018). *Instrumentos de política pública en materia de cambio climático del estado de Quintana Roo*, consultado en: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/instrumentos-de-politica-publica-en-materia-de-cambio-climatico-por-entidad-federativa-80482>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2019). *Acciones y programas, marco institucional*. Consultado en: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/marco-institucional>

IPCC (2007). *Climate change 2007: mitigation of climate change*. Working Group III Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Nueva York: Cambridge University Press.

IPCC (2007). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Capítulo I, Introducción. Japón: IGES.

IPCC (2014). *Cambio climático 2014. Informe de síntesis*. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Ginebra: IPCC.

Jiménez, A. (2011). De lo global a lo local: las cadenas hoteleras y la región de Cancún – Riviera Maya en Blázquez, M. y Cañada, E. (eds.). *Turismo Placebo. Nueva Colonización turística: del Mediterráneo a Mesoamérica y el Caribe*. Lógicas Espaciales del capital turístico. Nicaragua: Alba Sud y GIST.

Jiménez, A. y Sosa, P. (2011). Del cielo a la tierra y de la tierra al suelo: el turismo residencial en el caribe mexicano en Blázquez, M. y Cañada, E. (eds.). *Turismo Placebo. Nueva Colonización turística: del Mediterráneo a Mesoamérica y el Caribe*. Lógicas Espaciales del capital turístico. Nicaragua: Alba Sud y GIST.

Jones, C. (2013). Scenarios for greenhouse gas emissions reduction from tourism: an extended tourism satellite account approach in a regional setting. *Journal of Sustainable Tourism*, 21, 458-472, doi: 10.1080/09669582.2012.708039

Katircioglu, S. (2014). International tourism, energy consumption, and environmental pollution: The case of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 36, 180-187, doi: 10.1016/j.rser.2014.04.058

Kaya, Y. (1990). Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: interpretation of Proposed Scenarios. IPCC energy and industry subgroup, response strategies working group, París: IPCC.

Labandeira, X., León, C. y Vázquez, M. (2007). *Economía Ambiental*. Madrid: Pearson Educación, S.A.

Lagunas, S., Boggio, J. y Guillén, R. (2016). Turismo en Cancún, México. Consideraciones sobre la derrama económica. *Estudios y perspectivas en Turismo*, 25, 375-393.

Lagunas, S., Ramírez, J. y Sonda, R. (2014). Características para la futura oferta de alojamiento turístico en Cancún, México. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 23, 101-114.

Lastra, X., Coloma, J., Espinosa, D. y Herrera, F. (2015). Las energías renovables en la actividad turística. *Innovaciones hacia la sostenibilidad*. Siembre, 2, 86-94.

Lee, J. y Brahmasrene, T. (2013). Investigating the influence of tourism on economic growth and carbon emissions: Evidence from panel analysis of the European Union. *Tourism Management*, 38, 69-76, doi: 10.1016/j.tourman.2013.02.016

Liang, Y., Cai, W. y Ma, M. (2019). Carbon dioxide intensity and income level in the Chinese megacities' residential building sector: Decomposition and decoupling analyses. *Science of the Total Environment*, 677, 315-327, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.04.289

- Liu, J., Feng, T. y Yang, X. (2011). The energy requirements and carbon dioxide emissions of tourism industry of Western China: A case of Chengdu city. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 2887-2894, doi: 10.1016/j.rser.2011.02.029
- Madrid, F. (2015). La sostenibilidad en la política turística mexicana. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 13, 1301 – 1313.
- Martinho, V. (2016). Energy consumption across European Union farms: Efficiency in terms of farming output and utilized agricultural area. *Energy*, 103, 543-556, doi: 10.1016/j.energy.2016.03.017
- McCoy, C. (2017). *El Espejismo de Cancún. Análisis del desempeño y evolución de un destino turístico*. España: Alba Sud Editorial.
- McCoy, C. y Sosa, P. (2016). Causas y efectos de un destino no sustentable: caso playas públicas de Cancún, Quintana Roo. *El Periplo Sustentable*, 31, 1 – 16.
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. y Behrens, W. (1972). *The Limits to Growth. A report for the Club of Rome's Project on the Predicamento of Mankind*. Nueva York: Universe Books.
- Méndez, M. (2008). Desarrollo económico y calidad de vida en Cancún a partir del sector hotelero. *Teoría y Praxis*, 5, 289 – 304.
- Meng, W., Xu, L., Hu, B., Zhou, J. y Wang, Z. (2016). Quantifying direct and indirect carbon dioxide emissions of the Chinese tourism industry. *Journal of Cleaner Production*, 126, 586-594, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.03.067
- Michopoulos, A., Ziogou, I., Kerimis, M. y Zachariadis, T. (2017). A study on hot-water production of hotel in Cyprus: Energy and environmental considerations. *Energy and Buildings*, 150, 1 – 12, doi: 10.1016/j.enbuild.2017.05.071
- Molina, A., Velarde, H., Borroto, A., Santiesteban, C. y Monteguado, J. (2017). Nuevos índices de consumo energético para hoteles tropicales. *Ingeniería Energética*, 38, 3, 198 – 207.
- Moreno, N. (2018). Dinámica de sistemas y la Curva Medio Ambiental de Kuznets en Perú (1990-2015). *Semestre Económico*, 21, 57-88.
- Municipio de Benito Juárez (2014). *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez (2014 – 2030)*. Cancún, México.
- Municipio de Benito Juárez (2015). *Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN)*. Cancún, México.
- Nepal, R., al Irsyad, M. y Kumar, S. (2019). Tourist arrivals, energy consumption and pollutant emissions in a developing economy-implications for sustainable tourism. *Tourism Management*, 72, 145–154, doi: 10.1016/j.tourman.2018.08.025
- Nepal, R., Irsyad, M. y Nepal, S. (2019). *Tourist Arrivals, Energy Consumption and Pollutant Emissions in a Developing Economy-Implications for Sustainable Tourism*. Centre for Applied Macroeconomic Analysis, 3, 1-24.

- Nuñez, J. (2010). Energías Renovables en hoteles. *Tecnohotel*, 445, 42 – 44.
- Oluseyi, P., Babatunde, O.M. y Babatunde, O.A. (2016). Assessment of energy consumption and carbon footprint from the hotel sector within Lagos, Nigeria. *Energy and Buildings*, 118, 106-113, doi: 10.1016/j.enbuild.2016.02.046
- OMT (2008-2020). *Panorama del Turismo Internacional*. Madrid, España: OMT.
- ONU (2019). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Consultado en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Önut, S. y Soner, S. (2006). Energy Efficiency assessment for the Antalya Region Hotels in Turkey. *Energy and Buildings*, 38, 964 – 971, doi: doi:10.1016/j.enbuild.2005.11.006
- Orgaz, F., Domínguez, J., López, T. y Moral, S. (2016). El Sistema Todo Incluido en Cancún: Análisis del Perfil Sociodemográfico, Valoraciones y Satisfacción del Turista. *Rosa dos Ventos*, 8, 1-16.
- Pérez, G. y Carrascal, E. (2000). El desarrollo turístico en Cancún, Quintana Roo y sus consecuencias sobre la cubierta vegetal. *Investigaciones geográficas*, 43, 145 – 166.
- Pieri, S., Tzouvadakis, I. y Santamouris, M. (2015). Identifying energy consumption patterns in the Attica hotel sector using cluster análisis techniques with the aim of reducing hotels' CO2 footprint. *Energy and Buildings*, 94, 252 – 262, doi: 10.1016/j.enbuild.2015.02.017
- PNUMA (2011). *DESACOPLAR el uso de los recursos naturales y los impactos ambientales del crecimiento económico*. Suiza PNUMA.
- Priyadarsini, R., Xuchao, W. y Eang, L. (2009). A study on energy performance of hotel buildings in Singapore. *Energy and Buildings*, 41, 1319 – 1324, doi: 10.1016/j.enbuild.2009.07.028
- Rioja, L., Benitez, J. y Hernández, R. (2019). Representación social y políticas públicas en materia de turismo: los casos de los Centros Integralmente Planeados de Cancún, Litibú, e Ixtapa-Zihuatanejo, México. *El Periplo Sustentable*, 37, 92 – 121.
- Robaina, M., Moutinho, V. y Costa, R. (2016). Change in energy-related CO2 (carbon dioxide) emissions in Portuguese tourism: a decomposition análisis from 2000 to 2008. *Journal of Cleaner Production*, 111, 520-528, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.03.023
- Rodríguez, H. (2002). El desarrollo sustentable y la economía energética. *Revista Facultad de Ciencias Económicas. Investigación y Reflexión*, 10, 11-17.
- Rosales, A. (2009). Concepciones culturales, género y migración entre mayas yucatecos en Cancún, Quintana Roo. *Estudios de Cultura Maya*, 33, 105 – 120.
- Rosselló, B., Moia, A., Cladera, A. y Martínez, V. (2010). Energy use, CO2 emissions and waste throughout the life cycle of a sample of hotels in the Balearic Islands. *Energy and Buildings*, 42, 547 – 558, doi: 10.1016/j.enbuild.2009.10.024

Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo (2018). Establecimientos de hospedaje registrados por municipio según categoría turística del establecimiento, al 31 de diciembre de 2018. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

Sectur (2001). Programa Sectorial de Turismo, 2001 – 2006.

Sectur (2007). Programa Sectorial de Turismo, 2007 – 2012.

Sectur (2013). Agenda de Competitividad de los Destinos Turísticos de México. Estudio de Competitividad Turística del Destino Cancún. México, D.F.: SECTUR.

Sectur (2013). Programa Sectorial de Turismo, 2013 – 2018.

SECTUR (2018). Compendio Estadístico del Turismo en México, 2018.

Sedetur (2008-2018) Indicadores Turísticos del Estado de Quintana Roo.

SENER (2017). Balance Nacional de Energía: consumo final de energía por sector.

Sherafatian, R., Shahwahid, M., Hook, S. y Wana, N. (2016). Tourism and CO2 emissions nexus Southeast Asia: new evidence from panel estimation. *Environmental Development Sustainable*, 19, 1407-1423, doi: 10.1007/s10668-016-9811-x.

Sicilia, R. (2000). El corredor turístico Loreto – Nopoló - Puerto Escondido, Baja California Sur, en el contexto de los Centros Integralmente Planeados. *Cuadernos de Turismo*, 5, 53 – 68.

Sosa, A. (2017). Cancún en el caribe mexicano. En McCoy (eds.) *El Espejismo de Cancún. Análisis del desempeño y evolución de un destino turístico*. España: Alba Sud Editorial.

Sosa, A. y Casal, A. (2014). El espacio público en la ciudad de Cancún frente al proyecto turístico. *URBS. Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, 5, 65 – 80.

Sosa, A. y Jiménez, A. (2012). La política turística en Cancún (México) como destino turístico maduro, ¿renovar o replicar? En Vera, F. y Rodríguez, I. (eds.). *Renovación y reestructuración de destinos turísticos en áreas costeras*, España: Universitat de València.

Tang, C., Zhong, L. y Ng, P. (2017). Factors that Influence the Tourism Industry's Carbon Emissions: a Tourism Area Life Cycle Model Perspective. *Energy Policy*, 109, 704-718, doi: 10.1016/j.enpol.2017.07.050

Tang, Z., Bai, S., Shi, C., Liu, L. y Li, X. (2018). Tourism-Related CO2 Emission and Its Decoupling Effects in China: A Spatiotemporal Perspective. *Hindawi, Advances in Meteorology*, 2018, 1 – 9, doi: 10.1155/2018/1473184

Tang, Z., Shang, J., Shi, C., Liu, Z. y Bi, K. (2014). Decoupling indicators of CO2 emissions from the tourism industry in China: 1990 – 2012. *Ecological Indicators*, 46, 390-397.

Tapio, P. (2005). Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2011. *Transport Policy*, 12, 137 – 151, doi: 10.1016/j.tranpol.2005.01.001

- Tavakoli, A. (2017). How precisely “Kaya Identity” can estimate GHG Emissions: A global Review. *Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8, 91-96.
- Tejerina, M. (2010). Energías Renovables en hoteles. *Tecnohotel*, 445, 47.
- Tsai, K., Lin, T., Hwang, R. y Huang, Y. (2014). Carbon dioxide emissions generated by energy consumption of hotels and homestay facilities in Taiwan. *Tourism Management*, 42, 13 – 21, doi: 10.1016/j.tourman.2013.08.017
- UNWTO (2019). *World Tourism Barometer*, 17, 1-23.
- UNWTO y UNEP (2007). *Climate Change and Tourism. Responding to Global Challenges*. Madrid: UNWTO y UNEP.
- Velázquez, M. y Jiménez, A. (2018). Una visión exploratoria del futuro comunitario de Cancún: consecuencias sociales del modelo de crecimiento turístico en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. *El Periplo Sustentable*, 35, 38–63.
- Von, H., Von, S. y Westerman, W. (2013). Renewable Energy Production Capacity and Consumption, Economic Growth and Global Warming en Dorsman, A., Simpson, J. y Westerman, W. (eds.). *Energy Economics and Financial Markets*. Nueva York: Springer.
- Wang, F., Lin, H. y Luo, J. (2017). Energy Consumption Analysis with a Weighted Energy Index for a Hotel Building. *Procedia Engineering*, 205, 1952 – 1958, doi: 10.1016/j.proeng.2017.10.057
- Wang, J. (2012). A study on the energy performance of hotel building in Taiwan. *Energy and Buildings*, 49, 268 – 275, doi: 10.1016/j.enbuild.2012.02.016
- Wang, J. y Huang, K. (2013). Energy consumption characteristics of hotel’s marketing preference for guests from regions perspective. *Energy*, 52, 173 – 184, doi: 10.1016/j.energy.2013.01.044
- Xuchao, W., Priyadarsini, R. y Eang, L. (2010). Benchmarking energy use and greenhouse gas emissions in Singapore’s hotel industry. *Energy Policy*, 38, 4520 – 4527, doi: 10.1016/j.enpol.2010.04.006
- Yang, Y., Jia, J., Liu, C. y Mao, D. (2019). Decoupling and decomposition análisis on the CO2 emissions of tourism industry: A case study of Hainan. *E3S Web of Conferences*, 118, 1 – 4 doi: 10.1051/e3sconf/201911804042
- Zaman, K., Shahbaz, M., Loganathan, N. y Raza, S. (2016). Tourism development, energy consumption and Environmental Kuznets Curve: Trivariate análisis in the panel of develop and developing countries. *Tourism Management*, 54, 275-283, doi: 10.1016/j.tourman.2015.12.001
- Zhang, L. y Gao, J. (2016). Exploring the effects of international tourism on China’s economic growth, energy consumption and environmental pollution: Evidence from a regional panel analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 225-234, doi: 10.1016/j.rser.2015.08.040

Zhang, S. y Liu, X. (2019). The roles of international tourism and renewable energy in environment: New Evidence from Asian countries. *Renewable Energy*, 139, 385 – 394, doi: 10.1016/j.renene.2019.02.046

Zilio, M. y Caraballo, M. (2014). ¿El final de la Curva Kuznets de Carbono? Un análisis semiparamétrico para América Latina y el Caribe. *El Trimestre Económico*, 81, 241-270.

El autor es Licenciado en Turismo Sustentable y Gestión Hotelera por la Universidad del Caribe en Cancún, Quintana Roo. Ha colaborado en diversos proyectos de la UNESCO y La Carta de la Tierra Internacional, así como en diferentes iniciativas en México. Es egresado de la Maestría en Administración Integral del Ambiente de El Colegio de la Frontera Norte en Tijuana, Baja California, México.

Correo electrónico: melchor.emd@gmail.com

© Todos los derechos reservados. Se autorizan la reproducción y difusión total y parcial por cualquier medio, indicando la fuente.

Forma de citar:

Muñoz, M.E. (2020). “Emisiones energéticas del turismo y sus factores determinantes: el caso de los hoteles de Cancún, Quintana Roo”. Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte, A.C. México, 117 pp.