



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



universidad
de león

TOURISM AND ENERGY: PROPOSALS AND
ALTERNATIVES FOR A SUSTAINABLE
MODEL

TURISMO Y ENERGÍA: PROPUESTAS Y
ALTERNATIVAS PARA UN MODELO
SOSTENIBLE

TESIS DOCTORAL

Directores:

Dra. Dña. Rocío Muñoz Benito

Dr. D. David Pérez Neira

Doctorando:

Francisco M. Osorio Molina

Recursos Naturales y Gestión Sostenible

Córdoba, marzo 2024

TITULO: *TURISMO Y ENERGÍA: PROPUESTAS Y ALTERNATIVAS PARA UN
MODELO SOSTENIBLE*

AUTOR: *Francisco Manuel Osorio Molina*

© Edita: UCOPress. 2024
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

[https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/
ucopress@uco.es](https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es)

**DOCTORANDA/O**

Francisco Manuel Osorio Molina

TÍTULO DE LA TESIS:

TURISMO Y ENERGÍA: PROPUESTAS Y ALTERNATIVAS PARA UN MODELO SOSTENIBLE

INFORME RAZONADO DE LAS/LOS DIRECTORAS/ES DE LA TESIS**(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma)**

Durante el curso académico 2017-2018 y tras cursar el Máster en Comercio Exterior e internacionalización de empresas, Francisco Manuel Osorio realizó su trabajo final de máster titulado "El papel del libre comercio en el actual modelo dual de desarrollo global: energía y decrecimiento", iniciándose en la problemática del modelo energético actual y el desarrollo sostenible.

Una vez finalizada su etapa de máster y considerando su titulación de Grado en Turismo, el doctorando plantea la elaboración de un trabajo de investigación en el que se analice la viabilidad del modelo turístico actual y la problemática energética así como su impacto en el medio ambiente.

Durante el proceso de elaboración del trabajo el alumno ha demostrado interés, entusiasmo e iniciativa como investigador, mostrándose receptivo a todas las sugerencias y planteamientos de los directores. Ha participado en todas las acciones formativas obligatorias, recomendadas y otras que, a sugerencia del doctorando y con el visto bueno de los directores, han enriquecido su formación en cuestiones clave para su investigación tales como Cambio climático, educación ambiental, transformación social, entre otras. El doctorando ha participado en dos congresos, con sendas ponencias.

- IX Congreso científico de Investigadores en formación, con el título Nuevos desafíos, nuevas oportunidades de la Universidad de Córdoba. Ponencia: "La tasa de retorno energético: un concepto a tener cuenta en las nuevas teorías económicas"
- CIGESTUR, Congreso Internacional Gestión Turística del Patrimonio Cultural y Natural en Destinos de Interior. Ponencia. "Sostenibilidad, energía y turismo: medidas y propuestas regulatorias"

Ha publicado dos artículos:

- "Empirical evidence, methodologies and perspectives on tourism, energy and sustainability: A systematic review". Revista: Ecological Indicators, 155, 110929. De la editorial Elsevier. JCR Q1.
- "Tourism and energy: classical economics and the oximorum of sustainable tourism". Revista: ECORFAN Journal.

Esta tesis presenta dos revisiones sistemáticas para las que se han consultado un total de 1544 artículos científicos, procedentes de dos bases de datos: WoS y Scopus. La primera revisión sistemática de la literatura y tras el análisis de 1189 artículos académicos, ha permitido analizar de forma empírica los nexos de unión y las posibles dependencias de las variables desarrollo turístico, crecimiento económico, consumo de energía y degradación ambiental. Siendo el objeto de la misma el dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las principales metodologías utilizadas para abordar el nexo turismo-energía?; ¿qué indicadores o variables son relevantes?; ¿existe consenso en los resultados?; y ¿cuáles son las principales líneas de discusión sobre el uso de la energía en el turismo?, analizando las principales metodologías, resultados y perspectivas durante el periodo 2001-2021.

Posteriormente, se ha realizado a través del estudio y análisis de una segunda revisión sistemática de la literatura turística conformada por 355 artículos científicos caracterizados por tratar de implementar nuevos modelos turísticos con base decrecentista como apuesta para transitar hacia un modelo turístico más sostenible. Señalando y analizando tanto las problemáticas que lo anterior conlleva, como las posibles herramientas para superar las reseñadas problemáticas.

El resultado es un trabajo sistemático que pone de manifiesto las diferentes visiones de la academia, las propuestas de regulación del sector y los vacíos en la literatura académica turística, que desde una

vertiente de sostenibilidad fuerte, puede servir como base para futuras investigaciones que tengan por objeto el conformar modelos turísticos sustentables.
Tras realizar el análisis en Turnitin el % de similitud de la tesis es del 7% lo que indica que es un trabajo original.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, a ___ de _____ de _____

Las/los directoras/es

PEREZ NEIRA
DAVID -
36130966J

Firmado digitalmente
por PEREZ NEIRA
DAVID - 36130966J
Fecha: 2024.03.06
08:32:14 +01'00'

Firmado por MUÑOZ BENITO ROCIO -
30812064E el día 06/03/2024 con un
certificado emitido por AC FNMT
Usuarios

Fdo.: _____
Nombre y Apellidos

Resumen.

La actividad turística es una de las actividades económicas más significativas en las últimas décadas a nivel global. Siendo catalogada como el motor de desarrollo y crecimiento de una inmensa cantidad de Estados-Nación del planeta. Lo cual no sorprende en demasía si se analizan las cifras macroeconómicas más reseñables que presenta esta actividad turística internacional. Así en el anterior año 2023 se han contabilizado 1286 millones de turistas internacionales (visitantes que pernoctan) en todo el mundo, generando unos ingresos totales referentes al concepto de exportaciones del turismo (incluido el transporte de pasajeros) estimados en 1,6 billones de dólares, y siendo las estimaciones preliminares del producto interno bruto directo turístico de 3,3 millones de dólares, lo que equivale al 3 % del PIB mundial.

No obstante, y unido a la extraordinaria capacidad que presenta la actividad turística globalizada para generar actividad económica, se encuentra la reseñable degradación ambiental (y climática) que genera tanto su propia implementación como el desarrollo del sector turístico globalizado. Siendo esta problemática, una razón de peso para analizar y estudiar en profundidad, las posibles relaciones existentes entre la actividad turística globalizada y el consumo de energía (y materiales), así como las posibles sinergias entre la actividad turística globalizada, el crecimiento económico, el consumo de energía y la degradación ambiental.

En este trabajo se han analizado 1189 artículos científicos que analizan los nexos de unión y dependencias entre las variables desarrollo turístico, crecimiento económico, consumo energético y degradación ambiental. Señalando los resultados, unas relaciones positivas entre todas ellas. Del mismo modo, se han revisado y analizado 355 artículos científicos, cuyos autores y autoras atendiendo al preocupante escenario energético (*peak oil*) y climático actual, proponen una amalgama de medidas y recomendaciones para lograr transitar desde el actual modelo turístico globalizado hacia nuevos modelos de turismo con base decrecentista con objeto de convertir a la actividad turística en una herramienta inclusiva que garantice una alta calidad de vida para las personas, adoptando un nuevo paradigma turístico caracterizado por tiempos de trabajo, producciones y consumos reducidos y decrecientes.

Palabras clave:

Turismo, energía, sostenibilidad fuerte, degradación ambiental, *peak oil*.

A mis padres y hermana: María, Francisco y María Angustias; que me lo han dado todo, y que han soportado y sufrido junto a mí, el arduo proceso de conformación de este proyecto. Y para mi sobrino Arturo, con la esperanza de que este trabajo le ayude a comprender un poco mejor el mundo en el que actualmente vivimos, y a prepararse para el que vendrá.

A Rocío, por haber sido mi soporte durante todo este tiempo que ha durado esta larga travesía. Por su optimismo, por animarme durante el largo viaje, y por no dejarme desfallecer ante las adversidades. Y a David, por haber sido la brújula que necesitaba esta nave para finalmente llegar a buen puerto. Por el trabajo y las horas que os he robado de estar con vuestros seres queridos quedo en deuda con ambos.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a todas aquellas personas que, con su consejo, sus opiniones y su experiencia me han ayudado a conformar este proyecto. En especial, a todas aquellas personas que me animaron a continuar cuando comencé a preguntarme si la conformación de esta propuesta de investigación realmente valía lo que costaba.

Particularmente me gustaría dar las gracias tanto a la Dra. Rocío Muñoz Benito, como al Dr. David Pérez Neira, por sus acertados consejos, revisiones, recomendaciones y horas de trabajo. Por subordinar sus tiempos a los míos, y por trasmitirme su pasión por la investigación y la docencia.

Acerca de la utilización no sexista del lenguaje.

En la redacción de este trabajo se ha tratado de evitar el término masculino para la definición de un conjunto. Por ello, se ha optado por incluir términos neutros en cuanto a género/sexo, así como el uso tanto de las formas masculinas como femeninas para aquellas palabras utilizadas para definir conjuntos y/o grupos de personas.

ÍNDICE DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- AIOC** Anglo-Persian Oil Company (Compañía de Petróleo Anglo-Iraní).
- ACV** Análisis del Ciclo de Vida.
- API** American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo).
- APS** Announced Pledges Scenario (Escenario de Compromisos Anunciados).
- ARDL** Autoregressive Distributed Lag Model (Modelo Autoregresivo Distribuido Rezagado).
- BAU** Business as Usual (Negocios como siempre).
- BCM** Millardos de metros cúbicos al año.
- BM** Banco Mundial.
- CAL/MIN/CM²** Calorías por minuto y centímetro cuadrado.
- DOLS** Dynamic Ordinary Least Squares Estimator (Estimador Dinámico de Mínimos Cuadrados Ordinarios).
- DPD** Dynamic Panel Data Estimators (Modelo de Estimadores de Datos Mediante Panel Dinámico).
- EKC** Environmental Kuznets Curve (Curva Ambiental de Kuznets).
- EROI** Energy Return on Investment (Retorno de la Inversión Energética).
- EC** European Commission (Comisión Europea).
- EEUU** Estados Unidos de América.
- FED** Federal Reserve (Banco Central de los Estados Unidos de América).
- FMI** Fondo Monetario Internacional.
- GEI** Gases de Efecto Invernadero.
- GLP** Gases Licuados de Petróleo.
- GMM** The Generalized Method of Moments (Método de los Momentos Generalizados).

HANPP Human Appropriation of Net Primary Production (Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta).

HVAC Heating, Ventilation, and Air Conditioning System (Sistema de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado).

HZ Hercio: medición de la cantidad de veces por un segundo que se repite una onda.

IDH Índice de Precios Hoteleros.

IEA International Energy Agency (Agencia Internacional de la Energía).

IEF International Energy Forum (Foro Internacional de la Energía).

INE Instituto Nacional de Estadística.

IPE International Petroleum Exchange (Bolsa Internacional del Petróleo)

IPPC Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático).

ISA Índice de Sostenibilidad Ambiental.

ISO International Organization for Standardization (Organización Internacional para la Normalización).

KWH/M² Kilo watios hora por metro cuadrado.

MFA Material Flow Accounting and Analysis (Contabilidad y Análisis del Flujo de Materiales).

MJ/m²/día Mega julios por metro cuadrado y día.

MJ/m²/h Mega julios por metro cuadrado y hora.

MTEC Mega toneladas equivalentes de carbón.

NYMEX New York Mercantile Exchange (Bolsa Mercantil de Nueva York).

NZE Net Zero Emissions by 2050 Scenario (Escenario de Cero Emisiones Netas en 2050).

OCDE Organization for Economic Co-operation and Development (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico).

OMS Organización Mundial de la Salud.

OMT Organización Mundial de Turismo.

OPEP Organización de Países Exportadores de Petróleo.

PIB Producto Interior Bruto.

PRISMA Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (Elementos Esenciales para la Revisión Sistemática y el Metaanálisis).

RAE Real Academia de la Lengua Española.

SDS Sustainable Development Scenario (Escenario de Desarrollo Sostenible).

SIMEX Singapore International Monetary Exchange Exchange (Bolsa de Divisas Internacional de Singapur).

STEPS Stated Policies Scenario (Escenario de Políticas Declaradas).

STIRPAT Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence, and Technology (Impactos Estocásticos de la Regresión en la Población, la Riqueza y la Tecnología).

TARP Troubled Asset Relief Program (Programa de Alivio de Activos Problemáticos).

TEP Tonelada equivalente a petróleo.

TRE Tasa de Retorno Energético.

VECM Vector Error Correction Model (Modelo de Corrección de Errores Vectoriales).

WEO World Energy Outlook (Informe de la Perspectiva Energética Mundial).

W/M² Vatios por metro cuadrado.

WTI West Texas Intermediate (Petróleo denominado West Texas Intermedio).

WTTC World Travel & Tourism Council (Consejo Mundial de Viajes y Turismo).

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción, hipótesis y objetivos	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Hipótesis y objetivos.	16
2. Marco Teórico.....	21
2.1. Introducción.....	21
2.2. Un breve repaso histórico del desarrollo energético y el metabolismo social de las distintas sociedades.	23
2.3. Problemáticas derivadas del acceso por el ser humano al almacén energético del planeta.....	28
2.4. La importancia de la energía en el proceso económico. Economía clásica y economía ecológica: dos visiones encontradas.	32
2.5. Economía (política) ecológica, energía y biosfera.	39
2.6. El subsistema económico como un sistema termodinámico disipativo.....	45
2.7. Sostenibilidad (débil), neoclásicos y turismo: el turismo sostenible como reflejo del desarrollo sostenible.	53
2.8. Sostenibilidad (fuerte) decrecimiento y turismo.	56
3. Principales resultados.....	59
3.1. De la actual crisis energética y la dependencia (directa e indirecta) del sector turístico de la energía fósil.....	59
3.1.1. Resumen.....	59
3.1.2. Introducción.	61
3.1.3. Análisis energético de la cadena de valor de la actividad turística.	67
3.1.4. Mix energético global y Peak oil: una amenaza endémica para el modelo turístico globalizado.	70
3.1.5. El fin del petróleo barato. Un breve análisis de la problemática energética actual.	74
3.1.6. Peak everything, descenso energético y turismo.....	96
3.1.7. Conclusiones.	99
3.2. Energía: el nexo común entre el desarrollo turístico, el crecimiento económico y la degradación ambiental.	101

3.2.1. Resumen.....	101
3.2.2. Introducción.	103
3.2.3. Objetivos, materiales y metodología.....	106
3.2.3.1. Objetivos, metodología de búsqueda y criterios de conformación de la muestra.	106
3.2.3.2. Conjunto de estudio final y procesamiento de datos.....	108
3.2.4. Resultados.	110
3.2.4.1. Análisis de la evolución de los principales artículos sobre el nexo energía-turismo.....	110
3.2.5. Enfoque metodológico, objetivos/hipótesis y áreas de estudio sobre turismo y energía.	115
3.2.6. Principales hallazgos y debates sobre el nexo energía-turismo.	120
3.2.6.1. ¿Existe una disociación entre el crecimiento del turismo y el consumo de energía?	120
3.2.6.2. Consumo y eficiencia energética en alojamientos turísticos.....	121
3.2.6.3. Transporte y otros debates sobre el consumo de energía en el turismo.	123
3.2.7. Discusión.....	124
3.2.7.1. Nexo turismo-energía: entre metodologías, indicadores, interpretación y alcance de la principal evidencia empírica.....	124
3.2.8. Conclusiones.	129
3.3. Energía, turismo y decrecimiento.	131
3.3.1. Resumen.....	131
3.3.2. Introducción.	132
3.3.3. Objetivos, Materiales y Metodología.....	136
3.3.3.1. Objetivos, Metodología de búsqueda y criterios de inclusion/exclusion.	136
3.3.3.2. Conjunto de estudio final y procesamiento de datos.....	139
3.3.4. Resultados	144
3.3.4.1. Problemas en la implementación del decrecimiento en el nivel económico-político.....	144
3.3.4.2. Problemas que presenta el concepto de decrecimiento asociado a la industria turística.	146
3.3.4.3. Herramientas para solventar los posibles problemas de la implementación del concepto de decrecimiento en el turismo.	149

3.3.5. Discusión.....	152
3.3.6. Conclusiones.	155
3.4. Medidas y recomendaciones orientadas hacia la búsqueda de un nuevo modelo turístico sostenible.	157
3.4.1. Resumen.	157
3.4.2. Introducción.	158
3.4.3. Recolección, clasificación y ordenación de las medidas y recomendaciones.	160
3.4.4. Resultados.	162
3.4.4.1. Medidas y recomendaciones para la consecución de la reducción impactos ambientales negativos generados por la implementación y el desarrollo de la actividad turística globalizada (M1).	162
3.4.4.2. Medidas y recomendaciones cuyo objeto sea el de conseguir la redistribución los ingresos y la riqueza generada por la actividad turística globalizada de forma que toda la comunidad se beneficie de ellos.	166
3.4.4.3. Medidas y recomendaciones cuyo objeto es conseguir la autogestión comunal de la actividad turística en el territorio.	168
3.4.4.4. Medidas y recomendaciones cuyo objeto es transformar el objetivo discursivo del turismo desde el actual modelo globalizado crecentista, hacia un modelo turístico decrecentista.	170
3.4.5. Conclusiones.	172
4. Conclusiones y ámbitos de estudio futuros.....	176
4.1. Conclusiones.....	176
4.2. Limitaciones de la investigación y ámbitos de estudios futuros.	187
Anexo I. Analizando el comportamiento y el declive natural de los recursos naturales fósiles: previsiones y perspectivas.....	254
1. Crisis del petróleo y situación actual del suministro global de combustibles líquidos.	254
1.1. Primera crisis del petróleo: 16/10/1973 a 17/03/1974.	254
1.2. Segunda crisis del petróleo: 1979-1988.	255
1.3. 2002-2008. ¿Tercera crisis del petróleo?	256
1.4. Imposibilidad de repercutir los costes de explotación (exponenciales) del petróleo no convencional en los consumidores.....	262
1.5. Contabilidad volumétrica de la IEA. Visionando la realidad energética fósil.	

.....	265
Anexo II. Petróleo: proceso de extracción, tipos y características: atendiendo a la importancia de distinguir entre petróleo convencional y no convencional.	254
1. Petróleo: densidad energética, proceso de extracción y tipologías.	254
1.1. El petróleo y su proceso de extracción.....	257
1.2. Tipos de petróleo.....	260
1.2.1. Líquidos del gas natural (GLP).	262
1.2.2. Biocombustibles (Agrocombustibles).....	262
1.2.3. Petróleo offshore.	263
1.2.4. Arenas bituminosas (Tar Sands).	264
1.2.5. Fractura Hidráulica (Fracking).....	267
Anexo III. Gas natural, carbón y uranio. Simultaneidad de los picos máximos de extracción de los recursos naturales fósiles.	269
1. Gas natural: realidades y previsiones.	269
2. Carbón: peak y decline.	272
3. Uranio: peak y decline.....	275
4. Simultaneidad en los picos de máxima producción de los distintos recursos naturales fósiles.	279
Anexo IV. Señalando las limitaciones de los sistemas de captación de energía renovable para sustituir a los recursos naturales fósiles.....	281
1. Introducción.....	281
2. Cantidad máxima de energía que los sistemas de captación de energía renovable pueden aportar a las sociedades termodinámicas disipativas industriales.....	282
3. Dependencia de los sistemas de captación de energía renovable de la energía fósil para conformar su ciclo de vida.....	285
4. La limitación de los materiales disponibles para la creación de un Sistema Energético 100 % renovable.....	286
5. Máximo de energía renovable que las redes eléctricas son capaces de gestionar.	288
6. Tasa de Retorno Energético (densidad energética) muy inferior a los recursos naturales energéticos fósiles.	293
Anexo V. Material adicional punto 3.2. Energía: el nexo común entre el desarrollo turístico, el crecimiento económico y la degradación ambiental.....	297
Anexo VI. Material adicional punto 3.3. Energía, turismo y decrecimiento.....	336

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Consumo de energía primaria 1800-2022.....	26
Gráfico 2. Histórico PIB real (en base 100 año 2015); variación PIB real global en porcentaje y consumo global de combustibles líquidos periodo 1997-2024.	48
Gráfico 3. Histórico PIB y porcentaje entre producción y consumo de energía primaria global 1980-2022.....	50
Gráfico 4. Mix energético de energía primaria global año 2022 en toneladas equivalentes a petróleo (tep).	71
Gráfico 5. Constatación de la llegada del <i>peak</i> del petróleo convencional. Producción global de petróleo según categoría en el escenario de Nuevas Políticas.	75
Gráfico 6. Nivel necesario de descubrimiento y puesta en explotación de nuevos pozos de petróleo para satisfacer la demanda año 2025.	76
Gráfico 7. Operaciones en efectivo de las 117 principales empresas de energía y usos del efectivo en miles de millones de dólares de 2014, valores anualizados de informes trimestrales.	78
Gráfico 8. Fuentes de efectivo del primer trimestre para las principales empresas energéticas (2009-2014).....	79
Gráfico 9. Histórico precio del petróleo Brent 2007-2023.	80
Gráfico 10. Datos contrastados hasta 2018 y previsiones del comportamiento del petróleo, hasta el año 2025.....	81
Gráfico 11. Inversión Global en el segmento <i>Upstream</i> de Petróleo y Gas (2010-2022).	83
Gráfico 12. Demanda mundial de petróleo por escenario y caídas de la oferta a partir de 2019, en millones de barriles por día.	84
Gráfico 13. Demanda y oferta global de petróleo y de gas natural y su declinación natural por escenario (2010-2050).	85
Gráfico 14. Requerimientos de minerales críticos para los sistemas de captación de energía renovable según escenario.....	87
Gráfico 15. Crecimiento de la demanda de minerales críticos para el escenario NZE	

2050.....	88
Gráfico 16. Comportamiento del petróleo, gas natural y el carbón para el escenario Zero Neto 2050.	89
Gráfico 17. Gasto de capital global en el segmento <i>Upstream</i> de petróleo y gas, y objetivos de inversión en billones de dólares americanos (nominales).	90
Gráfico 18. Disminuciones proyectadas en la producción fuera de la OPEP suponiendo que no se realicen perforaciones adicionales debido a la falta de inversión, en millones de barriles/día.	91
Gráfico 19. Nueva capacidad global aprobada y puesta en explotación de líquidos de petróleo en millones de barriles por día.	92
Gráfico 20. Excedente de la capacidad de producción de petróleo global periodo 2000-2022. En millones de barriles/día y en porcentaje de la demanda global.	93
Gráfico 21. Consumo y producción de petróleo global dividida en países productores de la OPEC y No-OPEC, periodo 2010-2050 para los escenarios STEPS, APS y NZE.	94
Gráfico 22. Previsión de llegada al pico máximo de producción del gas natural, petróleo y carbón en el escenario de referencia (STEPS).	96
Gráfico 23. Revistas y años de publicación de los artículos que componen la muestra.	110
Gráfico 24. Número de artículos de la muestra publicados según año.	141
Gráfico 25. Precio máximo mensual de cotización del WTI en dólares americanos constantes para el periodo comprendido entre los años 2002 y 2008.	257
Gráfico 26. Histórico de la ventana de liquidez de la Reserva Federal, periodo 2003-2023. En miles de millones de dólares.	258
Gráfico 27. Gráfico FED Federal Funds Rate periodo julio 1990, noviembre 2023.	259
Gráfico 28. Producción y consumo global de petróleo periodo 2002-2008.	260
Gráfico 30. Producción global de petróleo crudo y condensados (2018-2025).	268
Gráfico 31. Histórico de producción de petróleo (incluido el GLP) canadiense para el periodo comprendido entre los años 1965-2022 en miles de barriles/día.	265
Gráfico 32. Histórico de producción de petróleo venezolano entre los años 1965-2022 en miles de barriles/día.	267
Gráfico 33. Suministro global de gas natural (2019-2023) en millardos de metros cúbicos al año (bcm).	271
Gráfico 34. Producción global de gas natural por región 2019-2023.	271

Gráfico 35. Producción de carbón atendiendo al escenario Nuevas Políticas medido en mega toneladas equivalentes de carbón (Mtec).	272
Gráfico 36. Producción global de carbón en el escenario STEPS (2023).....	273
Gráfico 37. Producción y demanda de uranio para los diferentes escenarios nucleares por región, periodo 2012-2040, medido en miles de toneladas.	275
Gráfico 38. Demanda de uranio en el escenario de Nuevas Políticas comparada con la producción existente y planificada, en miles de toneladas.	276
Gráfico 39. Producción y requerimientos de consumo global de uranio medida en toneladas.	277
Gráfico 40. Producción global de uranio periodo 2013-2022 en toneladas.....	278
Gráfico 41. Consumo de energía eléctrica en el Europa para el periodo comprendido entre los años 2007-2022.	288
Gráfico 42. Generación de electricidad a nivel global atendiendo a las distintas fuentes energéticas (en porcentajes).	290
Gráfico 43. Porcentaje de producción de energía eléctrica renovable en Europa 2004-2022 en porcentajes.....	290
Gráfico 44. Frecuencia en Europa Continental durante el evento producido el 8 de enero del año 2021.	292

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Comparativa del Estado de los límites de las barreras ambientales años 2009, 2015, 2023.....	28
Ilustración 2. Representación del sistema económico clásico (flujo circular de la renta).	35
Ilustración 3. Modelo circular de la renta con entradas y salidas.....	37
Ilustración 4. Subsistema económico incardinado en el suprasistema biosfera.	43
Ilustración 5. Jerarquía social de las necesidades energéticas.....	97
Ilustración 6. Árbol de decisión de la conformación de la muestra.	108
Ilustración 7. Evolución en el tiempo de los artículos publicados según los cuatro grupos (G1, G2, G3 y G4) (número acumulado).	114
Ilustración 8. Árbol de decisión de la conformación de la muestra y motivos de exclusión	137
Ilustración 9. Términos más utilizados en las palabras clave de los artículos que componen la muestra.	143
Ilustración 10. Diferenciación entre la extracción del petróleo convencional y el petróleo no convencional.	258
Ilustración 11. Cadenas de suministro indicativas de petróleo, gas y tecnologías de energías limpias seleccionadas.	287
Ilustración 12. Mapa de Europa Continental que muestra las dos áreas eléctricas separadas durante el evento sistémico del día 8 de enero del año 2021.	291

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de revistas y su contribución a la muestra en número de artículos y porcentaje total.....	111
Tabla 2. Síntesis de los principales indicadores/variables utilizados en el análisis del nexo energía-turismo agregados por categorías.....	113
Tabla 3. Principales grupos metodológicos, hipótesis y objetivos de los artículos que analizan la relación entre turismo y energía.	115
Tabla 4. Principales hipótesis, variables y áreas geográficas analizadas mediante técnicas y modelos estadísticos (G1).	116
Tabla 5. Principales áreas de estudio, objetivos y países en materia de evaluación energética mediante encuestas, cuestionarios y auditorías energéticas (G2).....	118
Tabla 6. Principales objetivos, impactos ambientales y pasos de la cadena de suministro turístico evaluados a través del ACV en diferentes países/destinos turísticos (G3).	119
Tabla 7. Artículos de la muestra según sus temáticas de estudio.	138
Tabla 8. Número de artículos y porcentaje de la muestra por revista.	140
Tabla 9. Medidas agrupadas atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la primera meta (M1).	164
Tabla 10. Artículos agrupados atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la primera meta (M1).	165
Tabla 11. Medidas agrupadas atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la segunda meta (M2).	166
Tabla 12. Artículos agrupados atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la segunda meta (M2).	167
Tabla 13. Medidas agrupadas atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la tercera meta (M3).....	169
Tabla 14. Artículos agrupados atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la tercera meta (M3).....	169
Tabla 15. Medidas agrupadas atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la cuarta meta (M4).	171
Tabla 16. Artículos agrupados atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la cuarta meta (M4).	171

Gráfico 29. Histórico de producción de petróleo de Estados Unidos de América (1970-2022).....	263
Tabla 17. Demanda global de los líquidos del petróleo y suministro según los distintos escenarios en mb/d.	265
Tabla 18. Denominación de los crudos atendiendo a sus zonas geográficas de extracción.	261
Tabla 19. Tasas de disminución promedio anual ponderadas por la producción estimadas después del pico para todos los campos, en todo el mundo por región. ..	268
Tabla 20. TRE primaria y TRE final de los distintos recursos naturales fósiles y sistemas de captación de energía renovable.....	294
Tabla A1. Numeración de artículos revisados y grupos de trabajo (G1 = Modelos econométricos, regresiones y otras metodologías estadísticas; G2 = Encuestas, cuestionarios y auditoría energética; G3 = Evaluación del ciclo de vida; G4 = Otros enfoques e indicadores de impacto ambiental).	297
Tabla A2. Resumen de las principales metodologías, destinos, períodos, indicadores, categorías agregadas y resultados por número de identificación, grupos (G1 = Modelos econométricos, regresiones y otras metodologías estadísticas; G2 = Encuestas, cuestionarios y auditorías energéticas; G3 = Evaluación del ciclo de vida; G4 = Otros enfoques e indicadores de impacto ambiental) y fuente.	305
Tabla A3. Lista de comprobación de la metodología PRISMA desarrollo turístico, crecimiento económico, energía y degradación ambiental.	334
Tabla B1. Numeración de artículos revisados y grupos de trabajo (G1 = Buen vivir, Turismo sostenible y movimientos sociales; G2 = Turismo y Covid-19, decrecimiento y medio ambiente; G3 = Turismo y capitalismo, turismo como derecho fundamental y estudios de turismo; G4 = Overtourism, turismo estacionario, peak oil y transporte).	336
Tabla B2. Indicador de calidad de los artículos seleccionados para la muestra turismo y decrecimiento.	341
Tabla B3. Lista de comprobación de la metodología PRISMA turismo y decrecimiento.	345

1. Introducción, hipótesis y objetivos.

1.1. Introducción.

La actividad turística es una de las actividades económicas más significativas en las últimas décadas a nivel global. Tanto es así, que incluso ha sido catalogada como el motor de desarrollo y crecimiento de una inmensa cantidad de Estados-Nación del planeta (OMT, 2016). Lo cual no sorprende en demasía si se analizan las estratosféricas cifras macroeconómicas más reseñables que presenta esta actividad turística internacional. Así en el anterior año 2023 se han contabilizado 1.286 millones de turistas internacionales (visitantes que pernoctan) en todo el mundo, lo que supone un aumento con respecto al año previo (2022) del 34 %, presentándose un incremento de 325 millones de turistas internacionales más (OMT, 2023). Generando unos ingresos totales referentes al concepto de exportaciones del turismo (incluido el transporte de pasajeros) estimados en 1,6 billones de dólares y, siendo las estimaciones preliminares del producto interno bruto directo turístico de 3,3 millones de dólares, lo que equivale al 3 % del PIB mundial.

A nivel global, la actividad turística en 2023, representó el 9,5 % del PIB global o, expresado de otra manera, aportando la estratosférica cantidad de 5,44 billones de euros al importe total de la producción globalizada. Siendo, además, la responsable del 10 % de los empleos a nivel global (WTTC, 2023), llegando a los 317 millones (OIT, 2023).

No obstante, y aunque estas cifras macroeconómicas presentadas por la actividad turística en el año 2023 no sean para nada despreciables, aún se encuentran lejanas de alcanzar aquellos registros macroeconómicos que presentaba el turismo prepandémico, donde la actividad turística internacional presentaba 1.500 millones de llegadas de turistas internacionales, mientras que los ingresos totales derivados de las exportaciones de turismo alcanzaban los 1,7 billones de dólares, y los puestos de trabajo generados por la actividad a nivel global alcanzaban los 333 millones (OMT, 2019a).

Y es que, como es sabido, en el periodo comprendido entre los años 2020-2021 el sector turístico globalizado ha sufrido un revés sin precedentes en su historia, como consecuencia de la pandemia de COVID-19 declarada como tal por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el ya pasado 11 de marzo de 2020. Durante ese año 2020 el turismo internacional decreció un 72 % con respecto al año 2019, pasando de una cifra

de 1,500 millones de llegadas de turistas internacionales a 406 millones (OMT, 2020b), lo que se tradujo en un descenso 1,1 billones de dólares únicamente atendiendo a los ingresos generados por el turismo internacional (-63 % al respecto del año 2019) y de 1,8 billones de dólares en relación con el PIB turístico global (OMT, 2020b). De igual manera, en el año 2021 se observan cifras muy similares en cuanto al decrecimiento de la actividad, con un descenso del turismo internacional del 71 % que supuso una reducción en los ingresos turísticos de 1 billón de dólares (OMT, 2020b). Y es que, sin duda, la pandemia de COVID-19 ha sido una de las mayores crisis a las que se ha tenido que enfrentar el modelo turístico globalizado. Afectando esta enfermedad (globalizada) de manera fundamental a la actividad turística globalizada de forma tangencial, como consecuencia de las diversas medidas impuestas por los entes políticos, nacionales y supranacionales para limitar y prohibir la movilidad de las personas (OIM, 2020). Lo cual explica las alarmantes cifras macroeconómicas que ha presentado la actividad turística globalizada en el truculento periodo reseñado.

No obstante, las amenazas derivadas de la propia COVID-19 no solo hacen referencia a la drástica disminución de demanda de la actividad, sino que además, el sector turístico globalizado al igual que el resto de actividades globalizadas, una vez pasada la parte más cruda de la pandemia, tuvo que enfrentarse a un escenario mundial caracterizado por la ruptura de las cadenas de suministro globales, justo cuando la demanda volvía a incrementarse (Swanson & Suzuki, 2020; Ivanov & Dolgui, 2020; Xu et al., 2020; Meyer et al., 2021). Esta situación ha generado una dificultad añadida para el relanzamiento de la actividad, presentándose esta dificultad añadida, en forma de escasez de materias primas (Mahajan & Tomar, 2020), y de encarecimiento de las mismas (Xu et al., 2021). Propiciándose así un aumento de los costes de los servicios turísticos que al no poder ser soportados por las diversas empresas del sector, se han acabado transformado en aumentos generalizados de precios; lo que trasladado al mercado español y atendiendo a los datos recogidos en el índice de precios hoteleros (IDH), se ha traducido en un aumento de los precios del sector turístico en el año 2023 al respecto del año anterior del 9,87 % (media anualizada) (INE, 2023).

En otro orden de cosas, merece la pena señalar, que esta enfermedad que asoló el mundo en el año 2019 y siguientes, no solo ha supuesto una amenaza del tipo económico para el

normal desarrollo del modelo turístico crecientista¹ globalizado. Si no que, aprovechando la especial coyuntura generada por la propia pandemia, han sido múltiples las voces que desde la academia turística se han alzado para reclamar el aprovechamiento de este periodo forzoso del parón de la actividad turística global, para reflexionar y repensar el criticado modelo turístico globalizado. Críticas, las cuales, aunque ya presentaban un largo recorrido (Rodolphe, 2023), han sido bajo el manto de la COVID-19 que se han podido aglutinar para exponer un discurso que evidencia los múltiples impactos ecológicos, sociales, culturales y económicos inherentemente asociados al actual modelo de turismo globalizado, donde el concepto de sostenibilidad está subordinada a la búsqueda de la mejora económica, y, por ende, del crecimiento perpetuo de la actividad (Hall et al., 2020). Todo ello, con objeto de reconsiderar el actual modelo turístico crecientista globalizado para transitar hacia modelos de turismo más inclusivos, basados en la equidad económica y social (Karst, 2016; Fisher, 2018), el respeto al medio ambiente, la disminución del uso de los recursos naturales fósiles a través de la potenciación de la sobriedad energética como forma de atenuación de los impactos más catastróficos del cambio climático (Leigh, 2011; Prideux, 2013; Renaud, 2020), junto con la necesidad de empoderar a las comunidades en la toma de decisiones turísticas (Adityanandana & Gerber, 2019; Chassagne & Everingham, 2019; Everingham & Chassagne, 2020).

Siendo especialmente beligerantes estas voces críticas con el actual modelo turístico globalizado, ante las formas de constituir los contenidos académicos relacionados con los estudios de turismo, los cuales entienden, presentan un reduccionismo económico que en última instancia, oculta la problemática ambiental sirviéndose de conceptos como el de la sostenibilidad débil, y su segunda derivada, la curva ambiental de Kuznets, los cuales son manejados para encubrir tanto la problemática ambiental, como los diversos problemas socioculturales y las relaciones asimétricas de poder (Norte Global vs Sur Global) que acontecen bajo el mantra del único modelo posible (lógico) de desarrollo (crecientista) (Rostow, 1961). Por lo cual, reclaman y exigen, renovar los contenidos de los estudios académicos de turismo, eliminando el reduccionismo económico que estos presentan, (Edelheim, 2020; Cooper & Alderman, 2020) para dar mayor visibilidad (y

¹ A lo largo de este trabajo, el concepto de turismo crecientista es utilizado para señalar aquél turismo normalizado donde el objeto primigenio del mismo es incrementar el número de turistas para obtener mayores rendimientos económicos sin atender a las problemáticas ambientales, climáticas, sociales y culturales entre otras.

participación en los planes de estudio) al análisis de las múltiples problemáticas que genera la actividad turística globalizada, a destacar: la gentrificación de los centros urbanísticos en las ciudades provocada por los aumentos de precios de la vivienda fomentados por la actividad turística (Hiernaux & Imelda-González, 2014), la lucha de derechos entre residentes y turistas (Gascón, 2019), por el uso y disfrute del espacio (Cabrerizo, 2016; Tomassini & Cavagnaro, 2020), los aumentos de la degradación ambiental (Jovicic, 2012; Chakraborty, 2020) que alimentan de forma positiva al cambio climático (Meana-Acebedo, 2016), el agotamiento de los recursos hídricos (Hernández-Peñaloza et al., 2017), las presiones especulativas que llevan hacia la destrucción del paisaje y el hábitat natural (Pablo-Romero et al., 2023), así como la ocupación del espacio y la creación de actividades que producen conflictos en el uso de la tierra (Torrez-Lezama & Bocangel, 2013), etc. Por lo que para dar visibilidad a las anteriores problemáticas, esta parte crítica de la academia, apuesta por introducir nuevas y necesarias formas de mirar que pueden ser aportadas desde áreas tan dispares, pero tan necesarias para el correcto análisis de la actividad turística, como la física, la geografía turística, la antropología, la biología y la ecología, las cuales ponen el foco de atención en las anteriormente mencionadas problemáticas que suelen esconderse bajo el amparo del reduccionismo económico (neoclásico y clásico), y sus postulados relativos al modelo de crecimiento perpetuo (Solow, 1956, 1991). Poniendo así en valor las gafas de la multidisciplinariedad como herramienta indispensable para atender y comprender las múltiples y variadas interrelaciones entre la actividad turística y el resto de actividades antropológicas que se desarrollan de forma simultánea en los distintos espacios/territorios de destino (Higgins-Desbiolles, 2020; Cooper & Alderman, 2020).

Este tipo de aseveraciones extremadamente críticas con el actual modelo de turismo globalizado crecentista reseñadas por parte de la academia turística han acabado por generar una *guerra abierta* en el interior de la academia turística entre aquellos académicos y académicas más cercanos y cercanas a los postulados crecentistas de la industria turística globalizada, y aquellos académicos y académicas que sostienen la necesidad de superar un modelo turístico globalizado caduco, devorador implacable de energía y recursos naturales, potenciador del cambio climático y la degradación ambiental, e intrínsecamente injusto en sus relaciones de poder (Higgins-Desbiolles, 2020).

En definitiva, sería posible afirmar que la actividad turística globalizada crecentista en el periodo temporal señalado (2020-2022) se ha tenido que enfrentar a una crisis multifacética como ha sido la ocasionada por la enfermedad COVID-19, la cual ha impactado tanto en la demanda turística como en la forma de implementar el turismo globalizado. No obstante, y atendiendo tanto a los datos económicos generados por la actividad turística para el año 2023, como a las estimaciones y previsiones que se han realizado por la OMT para el año en curso (OMT, 2023), parece evidente que de la *guerra ideológica* por hacerse con el control de la valoración y el significado del modelo turístico globalizado ha salido victoriosa aquella parte de la academia más cercana a los objetivos económicos (y políticos) de las empresas del sector que presentan el crecimiento de la actividad turística globalizada como panacea para la cura de todos los males endémicos encerrados en la propia idiosincrasia de la actividad (Butcher, 2021a).

Sin embargo, aquella parte de la academia crítica, sostiene que la simple visibilidad de discursos tan encontrados dentro de la academia turística es un hito histórico nunca acontecido hasta la fecha (a este nivel de visualización), y que, por lo tanto, este hecho puede ser considerado como una victoria en sí misma; esto es, como una prueba más de la caducidad del actual modelo turístico crecentista globalizado y, por lo tanto, de la urgente necesidad de transitar hacia modelos turísticos realmente sostenibles (Hall, 2020; Tallgauer & Schank, 2024).

Sea como fuere, y aunque el modelo turístico globalizado crecentista actual haya podido demostrar su resiliencia y capacidad de adaptación al superar las distintas problemáticas presentadas a consecuencia del surgimiento de la COVID-19, existen otras amenazas más estructurales, como son aquellas derivadas tanto del cambio climático (IPPC, 2022, 2023), como de la degradación ambiental, a las que inevitablemente, y más pronto que tarde, el modelo tendrá que hacer frente.

Puesto que asociada a la extraordinaria capacidad que presenta la actividad turística globalizada para generar actividad económica, se encuentra la reseñable degradación ambiental que genera tanto su propia implementación como el desarrollo del sector turístico globalizado (Gössling et al., 2022, 2023; Gössling & Humpe, 2023). Siendo esta problemática, una razón de peso para analizar y estudiar en profundidad, las posibles relaciones existentes entre la actividad turística globalizada y el consumo de energía (y materiales), así como las posibles sinergias entre la actividad turística globalizada, el crecimiento económico y la degradación ambiental. Puesto que de las distintas

interrelaciones y sinergias que acontecen entre las variables anteriormente señaladas, y como se señala desde la literatura académica, en buena medida van a depender los múltiples impactos medioambientales derivados de la propia implementación y desarrollo de la actividad turística globalizada (Sempere y Tello, 2007, Lenzen et al., 2018). Sin embargo, no existen estudios que analicen las anteriores variables comparando múltiples y variadas metodologías y enfoques, así como los resultados de los mismos. Por lo que para ayudar a llenar ese vacío, las interrelaciones (y dependencias) entre el desarrollo turístico, el crecimiento económico, el consumo de energía y la degradación ambiental serán abordadas en el actual trabajo de investigación.

Por otro lado, hay que atender al hecho de que es posible tanto cuantificar la degradación ambiental resultante de la implementación global de la actividad turística, a través de la variable emisiones de Co^2 , como señalar la degradación ambiental resultante de la actividad turística de forma aislada, atendiendo a los distintos territorios de destino turísticos mediante índices que analizan variables físicas de impacto ambiental, como puede ser el caso de la huella ecológica (indicador relacionado con la sostenibilidad fuerte) (Rees, 1992).

Si se atiende al grado de degradación ambiental relativo a la emisión de Co^2 , la propia OMT presenta en sus estimaciones (más optimistas) unos resultados donde las emisiones del turismo internacional correspondientes al transporte crecerán un 45 % en el periodo comprendido entre los años 2016 y 2030 (pasando de 458 Mt Co^2 a 665 Mt Co^2), y donde las emisiones del turismo interno correspondientes al transporte aumentarán un 21 % entre 2016 y 2030 (de 913 Mt Co^2 a 1.103 Mt Co^2). Atendiendo al escenario actual, para el año 2030 las emisiones de Co^2 del turismo correspondientes al transporte (totales), aumentarán un 25 % con respecto a los niveles de 2016 (de 1.597 Mt de Co^2 a 1.998 Mt de Co^2). Representando esta cifra de emisiones el 5,3 % del total de las emisiones antropogénicas en 2030 (OMT, 2019b). No obstante, merece la pena señalar que existen estudios donde la cantidad de emisiones relacionadas con la actividad turística internacional presentan cantidades de emisiones superiores a las reseñadas por la OMT. Así, Lenzen et al., (2018), estimaron que la industria del turismo globalizado era la causante del 8 % de los GEI a nivel mundial, basándose en los datos de la industria del año 2013.

Independientemente de la cantidad de emisiones que puedan ser imputables a la actividad turística globalizada, lo que es evidente, es que estas ayudan a incrementar la temperatura

del planeta y aceleran las consecuencias más funestas del cambio climático (IPPC, 2023). Paradójicamente, la aceleración del cambio climático a consecuencia del aumento de las emisiones globales de Co^2 generados por la propia actividad turística pueden afectar de manera sustancial al normal desarrollo de la misma, manifestándose a través de aumentos de la temperatura en gran parte de los destinos de litoral maduros, los cuales presentan un claro monoproducto turístico basado en turismo de sol y playa (Cirer-Costa, 2023), generando en los mismos, grandes periodos de sequía (OMT, 2007), limitando de forma extraordinaria el consumo de agua (Verdon-Kidd et al., 2023; Ndehedehe, et al., 2023) tanto para el consumo directo y habitual del resto de sectores económicos, como para los consumos de agua relativos al turismo y al ocio (piscinas, jacuzzis, duchas de las playas, parques acuáticos, hoteles y piscinas etc.). Generándose así un coste de oportunidad hídrico creciente donde ante la escasez hídrica, el legislador, o la legisladora, tiene que dirimir (distribuir/racionar) la disponibilidad de agua atendiendo a los distintos tipos de sectores económicos y poblacionales del territorio, priorizando unos sobre otros y generando conflictos tanto económicos como sociales entre ellos (Sattraburut et al, 2024).

Por otro lado, los aumentos de temperaturas extremas generan un malestar térmico reseñable que dificulta sobremanera la realización de actividades turísticas (Cetin, 2020; Cetin & Alrabiti, 2022). Lo que se espera (y teme), que acabe conllevando en el corto plazo a cambios drásticos en las elecciones de destinos turísticos por parte de la demanda internacional, transitando hacia destinos turísticos que presenten unas infraestructuras y servicios similares a los destinos maduros de sol y playa por excelencia (generalmente en el sur), pero con un confort térmico más benévolo con el turista, donde las temperaturas sean más suaves en los periodos estivales (costas destinos del norte) (Cevik & Cetin, 2022; Çetin, et al., 2022).

Otro aspecto señalado de la degradación ambiental está relacionado con los múltiples y negativos impactos que tiene en los distintos ecosistemas, generando (o agravando) la pérdida de biodiversidad, la cual, además de ser uno de los límites planetarios que actualmente se encuentran en peor estado (Otero et al., 2020), impacta en la cadena trófica, afectando y modificando ecosistemas completos. Siendo esta una problemática que afecta de manera especial a aquellos destinos turísticos cuyo reclamo turístico se basa en el mantenimiento y la protección de la naturaleza y de la biodiversidad propia del territorio de destino (Dasgupta, 2021).

No obstante, el análisis de esta problemática ambiental atiende a debates más amplios englobados en los discursos de sostenibilidad débil y sostenibilidad fuerte, los cuales presentan características antagónicas entre ellos, a la par que diferencias reseñables en cuanto a la conceptualización del propio concepto de sostenibilidad. Y donde la primera de ellas (sostenibilidad débil), nacida del postulado económico neoclásico (Hartwick, 1997), defiende la perfecta sustituibilidad del denominado capital natural con respecto al capital manufacturado, en lo referente al mantenimiento del capital total, poniendo el foco en este concepto de sostenibilidad débil más en el mantenimiento del capital total del sistema para conseguir (y mantener) el bienestar económico, que en las problemáticas derivadas del consumo de los recursos naturales y los aumentos en la degradación ambiental (Solow, 1991, 1992). Del mismo modo, y como segunda derivada sobre la que se sostiene el modelo de sostenibilidad neoclásico, se tiene que señalar a la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets, la cual presenta al crecimiento económico como causa y a la vez solución de la degradación ambiental (Kuznets, 1955). Señalando una teórica tendencia natural en el proceso de desarrollo económico de las distintas economías nacionales consistente en alcanzar un punto de desarrollo donde gracias a la implementación de nuevas tecnologías más eficientes en cuanto al consumo de materiales y de tecnología, así como a una mayor concienciación medioambiental de las empresas y consumidores y consumidoras, la degradación ambiental generada a consecuencia del crecimiento económico deja de aumentar y comienza a decrecer (Grossman & Krueger, 1991).

No obstante, desde la economía ecológica, la cual atiende a un concepto fuerte del término sostenibilidad, se señala en primer lugar la imposibilidad de sustituir los recursos naturales energéticos por el capital manufacturado, puesto que este capital es incapaz de conformar capitales energéticos que presenten unas características biofísicas similares a las que tienen los recursos energéticos naturales fósiles, siendo estos, por lo tanto, el soporte de cualquier tipo de proceso económico (Georgescu-Roegen, 1971, 1975; Daly, 1997; Martínez-Alier 2008; Naredo, 2015). Mientras que, en segundo lugar, y dando respuesta a los postulados relativos a la EKC hipótesis, desde la versión fuerte de la sostenibilidad se atiende al hecho de que esos posibles descensos que se observan en cuanto a la degradación ambiental en aquellos países que han conseguido alcanzar un alto desarrollo económico y tecnológico, (Katircioglu, 2014; De Vita et al., 2015; Bella, 2018; Mikayilov et al., 2019; Ghosh, 2020), más tienen que ver con la externalización de los procesos productivos más contaminantes a países que presentan un desarrollo económico

menor que los primeros. Externalizando así junto a los señalados procesos productivos, tanto los costes ambientales como la degradación ambiental que estos generan (Zilio, 2012; Hsieh & Kung, 2013), y propiciando, la ilusión momentánea de la posible existencia de un desacoplamiento entre los procesos productivos y sus raíces biofísicas (Haberl, 2001; Haberl et al., 2020; Semieniuk, 2024), así como de sus ineludibles impactos medioambientales (Otero et al., 2020).

Sin embargo, desde el sector turístico globalizado se desoyen los postulados biofísicos y económicos argumentados por la economía ecológica en contra de la concepción neoclásica de sostenibilidad (débil), puesto que el concepto de sostenibilidad turística (débil), es el resultado de implementar los postulados inherentes al concepto de desarrollo sostenible presentado por el BAU (*business as usual*), y nacido como resultado convenido por los participantes del Informe Brundtland (2007) donde la sostenibilidad fuerte no tiene cabida so pena de limitar el crecimiento económico (Daly, 1997).

Por otro lado, y para atender a la relación existente entre la sostenibilidad débil y la actividad turística crecientista globalizada se hace necesario reseñar que el concepto de turismo sostenible no se originó como una definición aislada, pues su concepción comenzó a gestarse como una idea a partir de 1983, y cuyo concepto está basado en otro concepto relativamente novedoso (desarrollo sostenible), alumbrado bajo la necesidad de dar una respuesta por parte del ámbito económico, a las manifestaciones más evidentes relacionadas con la crisis ecológica generada a consecuencia del desarrollismo impulsado en la década de los años sesenta (Salinas-Chávez & La O-Osorio, 2006). Siendo a partir de 1983 y con la constitución de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo conformada por la Organización Mundial de las Naciones Unidas, cuando el concepto de turismo sostenible, aunque tímidamente, hace su aparición (Salinas-Chávez & La O-Osorio, 2006).

A lo largo de la siguiente década, y tras una intensa lucha por apropiarse del significado y la valoración de tales términos (Riechmann, 1995; Naredo, 1996), llegarían la realización de distintas actividades para la potenciación de estos *nuevos* conceptos (desarrollo sostenible y turismo sostenible) donde finalmente en 1992 y bajo el manto de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, fue donde a través de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y la Agenda 2021, se especifican y amplían por primera vez, conceptos como los de sostenibilidad, desarrollo ecológico, social y económico, introduciéndose por primera vez la necesidad de ejecutar planes para

lograr la sostenibilidad del turismo (M.O.P.T, 1993). Posteriormente, y tras dos años de espera, se llevaría a cabo la Conferencia Mundial de Turismo Sostenible en España (Lanzarote), donde se conformó y proclamó la Carta Mundial del Turismo Sostenible que asentaría las bases con las que el sector turístico reconvertir la actividad turística global (Cardozo-Jiménez, 2006) hacia un modelo turístico sostenible globalizado basado en tres ejes de actuación, la vertiente económica, la vertiente ambiental y la vertiente social (Pardavila & Navarro, 2014). Estando tanto la segunda como la tercera vertiente, subordinadas a la consecución de la primera (Flecher, 2011; Cañada & Murray, 2019; Flecher et al., 2019).

No obstante, la aceptación de un modelo de sostenibilidad débil por parte de una actividad que es sostenida gracias al consumo de recursos naturales finitos no renovables, primando la variable económica en detrimento a la propia sostenibilidad del modelo, presenta una incongruencia de base, difícilmente justificable. Así, la Organización Mundial del Turismo (OMT) define en su glosario de definiciones al turismo sostenible de la siguiente manera:

“Un turismo que tiene plenamente en cuenta los impactos económicos, sociales y ambientales actuales y futuros para satisfacer las necesidades de los visitantes, la industria, el medio ambiente y las comunidades anfitrionas”.

Esta definición un tanto abstracta y genérica es acotada por la OMT al señalar los requisitos imprescindibles para que la actividad turística sea entendida como una actividad turística sostenible, todo turismo sostenible debe:

- 1) Dar un uso óptimo a los recursos ambientales, que son un elemento fundamental para el desarrollo turístico, manteniendo los procesos ecológicos esenciales y ayudando a conservar los recursos naturales y la diversidad biológica.
- 2) Respetar la autenticidad sociocultural de las comunidades de acogida, preservar sus bienes culturales y arquitectónicos y sus valores tradicionales, y contribuir al entendimiento y la tolerancia interculturales.
- 3) Garantizar actividades económicas viables a largo plazo que proporcionen beneficios socioeconómicos bien distribuidos a todos los agentes, incluido el empleo estable y las oportunidades de obtención de ingresos y los servicios sociales para comunidades de acogida, y que contribuyan a la reducción de la pobreza.

Sin embargo, al traspasar el primer principio de la sostenibilidad (débil) a la realidad biofísica habitual de la actividad turística globalizada (realidad biofísica), se presentan una contradicción difícil de solventar. Puesto que este primer principio atiende a la necesidad de:

... realizar un uso óptimo de los recursos ambientales con objeto de mantener los procesos ecológicos, conservar los recursos naturales y la diversidad biológica.

Y atendiendo a la previa necesidad de disponibilidad de recursos naturales fósiles (finitos y no renovables) para soportar la actividad turística (sea denominada como sostenible o no), se hace extremadamente complejo el entender cómo es posible conservar los recursos naturales fósiles si previamente se tienen que gastar para poder desarrollar la actividad turística (sostenible). Del mismo modo, también se hace extremadamente complejo el comprender cómo se puede obviar la problemática ecológica derivada del uso de los combustibles fósiles en relación con la conservación de los servicios sistémicos, los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático (Gössling et al., 2022, 2023; Gössling & Humpe, 2023).

No obstante, esta visión débil del concepto de sostenibilidad, consistente en desarrollar el actual modelo turístico globalizado crecentista, hasta el punto donde las posibles mejoras ambientales puedan realizarse (pagarse), implica que primeramente se hace necesario el crecimiento económico de la actividad turística globalizada para generar los beneficios necesarios con los que poder realizar dichas mejoras y medidas de corrección medioambientales, con objeto de tratar de paliar los impactos ambientales negativos (previos) generados por el propio crecimiento de la actividad *necesario* para la generación de las rentas señaladas. O expresado de otra manera, primero hay que contaminar, para poder pagar el precio de la descontaminación (Naredo, 2015).

Esta visión de la naturaleza como parte apropiable del proceso económico ocasiona la problemática recurrente derivada de la visión neoclásica, la cual se traduce en aumentos constantes de degradación ambiental, y potenciación del cambio climático, como consecuencia de la necesidad creciente de consumo de materiales y energía para mantener el crecimiento de la actividad, afectando e incidiendo a su vez esta degradación ambiental, de forma positiva (potenciándola) en el normalizado comportamiento turístico globalizado (sequías, temperaturas extremas, pérdidas de biodiversidad etc.), (Leigh, 2011; Prideux, 2013; Renaud, 2020; Dasgupta, 2021).

Atendiendo a esta problemática, y para tratar de salir del círculo de crecimiento y degradación ambiental exponencial propuesto por la economía neoclásica, desde una parte (crítica) de la academia turística se señala la necesidad de introducir en los análisis, modelos y previsiones de la industria turística, índices biofísicos, cercanos a la economía ecológica, que recojan y señalen variables biofísicas como la Huella Ecológica (Rees, 1992), el MFA (Material Flow Accounting and Analysis) (Fischer-Kowalski et al., 2011), el HANPP (Human Appropriation of Net Primary Production) (Haberl, 1997), el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), (AENOR, 2018) o el Análisis Exergético (Odum 1971, 1983; Valero et al., 2021), con objeto de contabilizar tanto las entradas como las salidas de energía y materiales utilizados en el proceso de producción, así como los impactos y los residuos generados a consecuencia de este en el medio ambiente (mochilas ecológicas), (Carpintero, 2005), en detrimento del uso de las variables econométricas (o que puedan ser utilizadas e intercambiadas en un mercado irreal como el mercado de las emisiones de CO_2). Conformando así, y ateniéndose a esos datos biofísicos recogidos, modelos económicos que incluyen entre sus postulados, las limitaciones biofísicas al crecimiento, derivadas de la cantidad disponible de energía y recursos disponibles para cada momento dado, así como de la propia capacidad de absorción del medio natural de los residuos generados en el proceso económico, haciéndose eco de los costes ambientales tanto internos (procesos de producción), como externos (externalidades) generados por el proceso económico (Naredo, 1996, 2006).

De la mano de la anterior problemática, el sector turístico globalizado se tiene que enfrentar a distintas amenazas que tienen su origen en el comportamiento natural de los recursos naturales fósiles (Fahim et al., 2010), los cuales presentan una problemática compartida con el resto de recursos naturales no renovables; esto es, son finitos y, por lo tanto, presentan una naturaleza decreciente en cuanto a su extracción, o si se prefiere, un proceso de extracción caracterizado por presentar unos costes (económicos y energéticos) crecientes (ver anexo I). No obstante, para analizar correctamente la relación que existe entre el desarrollo turístico y los recursos naturales fósiles (petróleo, gas natural y carbón), muy posiblemente sea adecuado comenzar señalando la naturaleza más básica de la actividad turística (globalizada).

La actividad turística no es una actividad económica al uso, sino que es una actividad antropológica y espacial (Pereiro, 2020). Esto se traduce en el hecho de que la actividad turística es una actividad únicamente realizada por los seres humanos, que presenta la

peculiaridad de necesitar, debido a su propia idiosincrasia, un desplazamiento desde un punto A (territorio emisor), hasta un punto B (territorio receptor). Esto es, para que el turista o la turista (y sus pertenencias) puedan realizar turismo, se hace necesario que (al menos), previamente exista la cantidad energética disponible para que ambos, puedan viajar desde el punto A al B y luego realizar el trayecto inverso. Siendo la necesidad de energía mayor o menor, atendiendo a diversos factores como son la distancia entre el territorio emisor y el receptor, el medio de transporte que se emplee, y el tipo de turismo que se realice (actividades en destino) (Becken, 2008, 2011).

De lo anteriormente expuesto se puede reseñar que, para que pueda desarrollarse la actividad turística, previamente se tiene que tener (como mínimo) acceso a la cantidad de energía necesaria para que el o la turista transite entre los señalados puntos A y B (ver anexo I). No obstante, no toda la energía puede soportar las altas necesidades (densidad energética) que demandan las distintas tecnologías que impulsan y soporta los millones de desplazamientos que son realizados a diario en el sector turístico globalizado (OMT, 2023). Si no que, para poder desplazar a cargas tan pesadas a altas velocidades (en límites de tiempo estrechos), como se realiza por parte de la actividad turística globalizada (aviones de pasajeros, cruceros, trenes, autobuses, vehículos particulares etc.), se hace necesario el uso de combustibles que presenten una alta densidad energética por unidad de combustible (Dubois, 2006).

Dentro del ámbito biofísico energético, únicamente los recursos naturales fósiles en general, y el petróleo y sus derivados líquidos en particular, son capaces de suministrar constantemente la ingente cantidad de energía que necesitan las tecnologías necesarias tanto para el desplazamiento internacional de personas (y mercancías) (Sempere & Tello, 2007), como para la construcción y mantenimiento de todo el sistema de infraestructuras que son necesarias para poder llevar a cabo, cada uno de los nodos de la cadena de valor de la actividad turística; a saber: las tecnologías e infraestructuras de transporte masivo, aquellas relativas al alojamiento y la restauración de los y las turistas, además de la amalgama de infraestructuras relacionadas con las distintas actividades de ocio y compras. (Hall, 2015, 2018). En definitiva, la dificultad para sustituir los recursos naturales fósiles en general, y el petróleo (y sus derivados) en particular, por otras fuentes de energía, puede acarrear unas problemáticas y riesgos a la actividad turística globalizada, por lo que se hace necesario (si no indispensable) el introducir la variable energética en los posibles discursos relacionados con la sostenibilidad turística, con

objeto de analizar las relaciones existentes entre la actividad turística y su dependencia de la energía (fósil) de alta densidad. Sin embargo, esta dependencia de la economía (en general), y de la actividad turística (en particular) de la energía (fósil) es un tema residual en el mundo académico del turismo. Impidiendo este vacío académico comprender el alcance del problema y la magnitud de los retos a los que el turismo globalizado crecientista se enfrenta en un contexto caracterizado por el agotamiento del petróleo y el cambio climático.

Así pues, y atendiendo a la naturaleza finita y no renovable de los recursos naturales fósiles, se debe señalar, que existen factores naturales (geológicos) insalvables que se traducen en un declive natural de la producción de petróleo a nivel global que oscila entre el 6-9 % (ver anexo I). Lo que en el medio plazo puede traducirse en un riesgo en cuanto al abastecimiento de los combustibles fósiles necesarios para el mantenimiento y/o desarrollo de la actividad turística globalizada; tanto por una posible escasez de recursos, como por la imposibilidad de poder repercutir en los consumidores y las consumidoras de turismo, los aumentos de costes crecientes en el proceso de extracción y refinado de los combustibles fósiles (Hamilton, 2009) (ver anexo I). Del mismo modo, actualmente y como consecuencia de haber alcanzado el *peak* del petróleo convencional ya en el año 2005-2006 (IEA, 2010), sumado al intenso proceso de desinversión llevado a cabo por las diferentes empresas del sector energético desde el año 2014 hasta la fecha, para su segmento de *upstream*, se está generando un *gap* entre la demanda y la oferta de destilados medios de petróleo (IEA, 2023b), aquellos que presentan una densidad energética mayor (diésel, queroseno, gasoil) que muy posiblemente, y atendiendo a la evolución de los futuros escenarios energéticos, pueda resultar una dificultad añadida para aquellas actividades económicas que presentan una necesidad constante de energía de alta densidad para su implementación y desarrollo, como es el caso de la actividad turística globalizada (Hall et al., 2014) (ver anexo I).

Las múltiples problemáticas anteriormente expuestas, señalan la necesidad de conformar modelos turísticos realmente sostenibles (sostenibilidad fuerte) donde la sostenibilidad no esté subordinada al crecimiento económico, y en los que el decrecimiento turístico tiene un papel predominante como herramienta intermedia para lograr confluir hacia modelos locales y estacionarios de turismo. Modelos estos, que inevitablemente deben sustentarse sobre los distintos indicadores y herramientas basados en una visión de sostenibilidad fuerte, donde la capacidad de carga del territorio de destino, determine la

demanda (D'alisa et al., 2015; Kallis 2011, 2018; Latouche, 2023). Y donde las comunidades locales tengan voz y voto tanto en la gestión, como en la legislación y en la implementación de la actividad turística que se realice en su territorio geográfico.

No obstante, y aunque la literatura haya esbozado una tenue línea seguir para la consecución de modelos turísticos realmente sostenibles (Andriotis, 2018) apoyándose a su vez en modelos económicos (y políticos) alternativos como es el caso de la economía circular (Weetman, 2020) y la economía feminista (Gago, 2019), lo cierto es que se puede señalar como a otro de los vacíos encontrados en la literatura analizada, la inexistencia de una hoja de ruta clara que permita transitar desde el actual modelo turístico crecientista globalizado, hacia un modelo turístico decrecentista (Weiss & Cattaneo, 2017), el cual atienda tanto a las posibles problemáticas a la hora de su posible implementación, como a las distintas herramientas que pueden ser utilizadas para tratar de solventar dichas problemáticas.

Atendiendo a las cada vez más evidentes y complejas problemáticas derivadas tanto de los impactos ambientales (Gössling et al., 2022, 2023) como de los impactos socioculturales (Fletcher, 2011) generados por la actividad turística globalizada, se hace urgente y necesario el transitar ese camino inexplorado y no exento de peligros (Andriotis, 2018), para sobrepasar el presente modelo turístico crecientista globalizado, con objeto de convertir a la actividad turística en una herramienta inclusiva, que bajo un más que probable escenario decrecentista a nivel energético, garantice una alta calidad de vida para las personas, adoptando un nuevo paradigma turístico que se caracterice por tiempos de trabajo, producciones y consumos reducidos y decrecientes; todo ello, sin renunciar a emplear a la propia actividad turística como un vector troncal para el cambio y la equidad social (Higgins-Desbiolles & Everingham, 2022).

1.2. Hipótesis y objetivos.

Tras la visualización de los vacíos encontrados en la literatura turística acerca de las relaciones entre la energía y el desarrollo turístico, son tres las hipótesis de partida de esta tesis con las que se pretende contribuir a rellenar estos huecos encontrados en la literatura turística. Para ello, en este trabajo se señala, en primer lugar, la estrecha relación que acontece entre el desarrollo turístico y el consumo de energía proporcionada por los distintos recursos naturales fósiles. Actuando esta disponibilidad de acceso a la energía fósil como un prerequisite indispensable para el desarrollo de la actividad turística (y económica) globalizada.

Del mismo modo, también se aspira a justificar el papel del desarrollo turístico como potenciador de la actividad económica, señalando el impacto ambiental que el aumento del consumo de energía fósil generado como respuesta al desarrollo turístico ocasiona en el medioambiente. Posteriormente, se presentan modelos turísticos alternativos basados en los conceptos relativos al decrecimiento turístico y el turismo estacionario, señalando sus retos y limitaciones a la hora de su implementación, así como distintas herramientas que puede ayudar a confrontar y/o superar las posibles resistencias y problemáticas a la hora de llevarlos a cabo. Finalmente, y con objeto de ayudar a conformar esa hoja de ruta tan necesaria para la transición hacia modelos turísticos más sostenibles, se señalarán y analizarán, un catálogo de medidas reseñadas por la academia turística, orientadas a la consecución de nuevos modelos de turismo con base decrecentista, más inclusivos y sostenibles basados en la equidad, la justicia social, la recuperación de la biodiversidad y la lucha contra al cambio climático a través de la reducción de la degradación ambiental.

Hipótesis 1: La actividad turística, como el resto de actividades económicas globalizadas, presenta una relación de dependencia al respecto de la energía fósil como fuente de energía primaria de alta densidad, la cual soporta tanto la propia implementación de la actividad, como el desarrollo del sector turístico globalizado.

Hipótesis 2: El desarrollo turístico potencia el crecimiento económico, la demanda energética y el impacto ambiental.

Hipótesis 3: Existen modelos alternativos al turismo globalizado fuera de la lógica del crecimiento.

Para la validación de las hipótesis se detallan los siguientes objetivos:

1. Señalar la relación de dependencia existente entre el desarrollo turístico y consumo de energía fósil.
2. Analizar la perspectiva de la academia respecto a la relación turismo-energía, crecimiento económico, consumo de energía y degradación ambiental.
3. Reseñar la perspectiva académica de los modelos basados en el decrecimiento y en el turismo estacionario.
4. Mostrar la problemática y las herramientas económico/políticas para implementar nuevos modelos turísticos sostenibles basados en el decrecimiento.

Para poder abordar los anteriores objetivos esta investigación emplea como técnicas científicas el método analítico sintético, la metodología PRISMA para las revisiones sistemáticas y el método histórico comparativo; los cuales convergen en los distintos apartados de este trabajo, y como se señala en los mismos.

Así pues, se entiende por método analítico sintético aquel que combina la parte analítica, esto es, la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos más básicos para poder determinar tanto la naturaleza de los mismos, como sus causas y efectos con objeto de comprender su comportamiento y esencia, pudiendo establecer nuevas teorías (Sutton & Staw, 1995). Con el método sintético, el cual permite reconstruir un todo, a partir de los elementos distinguidos por el anterior análisis, aumentando así el entendimiento esencial de los elementos analizados (Rodríguez-Jiménez & Pérez-Jacinto, 2017).

En este trabajo, la concordancia entre los métodos analíticos y sintéticos se van a aplicar al nexo de unión existente entre las variables energía, desarrollo turístico, crecimiento económico y degradación ambiental, con objeto de profundizar en la amalgama de distintas aristas relacionales que existen entre ellas, así como para señalar un posible grado de dependencia entre ellas.

Para señalar el análisis de esta problemática, se ha optado por emplear la figura de la revisión sistemática sobre las temáticas de estudio, ya que esta presenta la particularidad de suministrar datos originales primarios. Constituyéndose así, en una herramienta esencial para sintetizar la información científica disponible, además de incrementar la validez de las conclusiones de estudios individuales, e identificar áreas de incertidumbre donde sea necesario realizar investigación (Moher et al., 2009). Para ello se ha utilizado

la metodología PRISMA, la cual ayuda a los autores y autoras de revisiones sistemáticas a documentar de manera transparente tanto el porqué de la revisión, como los resultados de la misma (Page et al., 2021).

Finalmente, para apreciar las posibles variaciones temporales en cuanto a la capacidad de acceso energético a la energía primaria por parte de distintas sociedades y épocas, se ha utilizado el método histórico comparativo, el cual deja patente los cambios históricos producidos (Morlino, 2010), en cuanto a la cantidad de energía primaria requerida para el mantenimiento del metabolismo social de las distintas sociedades.

En cuanto a la elección de la metodología utilizada para las citas bibliográficas, y tras revisar diferentes alternativas (Muñoz-Alonso López, 2006), se ha optado por utilizar el sistema APA 7 que utiliza el método de fecha-autor. Por entender que este tipo de metodología, es una metodología reconocida y generalizada, lo cual ayuda al lector o lectora, tanto a alcanzar un mejor entendimiento de las fuentes y de los trabajos de los distintos autores y autoras que han servido de apoyo para conformar esta investigación. Como para proporcionar una mayor autonomía para llegar a obtener ideas, más allá de las conclusiones presentadas por la presente investigación.

La tesis se ha organizado en un epígrafe introductorio, titulado “Introducción, hipótesis y objetivos”, donde se reseñan las hipótesis de partida, así como los objetivos y las metodologías utilizadas para la consecución de los objetivos reseñados. Presentando, además, una breve declaración de intenciones de lo que se estudia y analiza en este trabajo. Seguidamente, y tras el marco teórico, se presenta el apartado tercero que atiende a los principales resultados obtenidos en esta investigación. Estando este apartado tercero, conformado por cuatro puntos, cada uno de los cuales, comienzan con una cita de un autor o autora relevante que ejemplifica la importancia de la energía en el sistema económico, político y social sobre el que se cimientan las distintas sociedades. Citas que sirven para reseñar la capital importancia que tiene la cantidad de energía disponible que cada sociedad puede aprovechar para la implementación y mantenimiento del conjunto de actividades y tareas necesarias para mantener y reproducir su metabolismo social.

Siendo en el punto primero de esta sección de resultados, titulado “*De la dependencia (directa e indirecta) del sector turístico de la energía fósil y la actual crisis energética*”, dónde se señala en primer lugar, la necesidad previa de disponibilidad de energía de alta densidad proporcionada por los combustibles fósiles como requisito previo para la

implementación y desarrollo de la actividad turística. Señalando, en segundo lugar, las distintas problemáticas asociadas de esta necesidad de energía fósil, atendiendo tanto a la limitación que la tecnología genera a la hora de poder sustituir unos recursos energéticos por otros. Como la dificultad a la hora de poder realizar una contabilidad energética que incluya todos los costes energéticos de la actividad turística, a consecuencia de la falta de datos desagregados sobre el particular, y la compleja tarea de atender tanto a los costes energéticos tanto indirectos como ocultos. Para posteriormente, reseñar la dependencia que la actividad turística presenta de la energía fósil, a través del análisis de la cadena de valor de la actividad. Seguidamente, se presenta el consumo energético global (en energía primaria), junto con la problemática energética (fósil) derivada del *peak oil* del petróleo convencional, la masiva desinversión de la industria energética y el cuello de botella de los destilados medios. Atendiendo y señalando, las posibles implicaciones que pueden conllevar para el sector turístico global, los más que probables escenarios energéticos decrecientes que se observan en el horizonte como consecuencia de la confluencia de las anteriores circunstancias.

Mientras que en el segundo punto de este apartado de resultados, titulado “ *Energía: el nexo común entre el desarrollo turístico, el crecimiento económico y la degradación ambiental*”, se analizan a través del uso de la herramienta de investigación denominada revisión sistemática de la literatura, las diferentes evidencias empíricas, metodologías, resultados y perspectivas de aquellos trabajos realizados por la academia turística durante el periodo comprendido entre los años 2001-2021, que tienen como objeto el relacionar la variable energética con variables como el desarrollo turístico, el crecimiento económico y la degradación ambiental.

Posteriormente, en el tercer punto, titulado “ *Energía, turismo y decrecimiento*”, de nuevo, a través del uso de la herramienta de la revisión sistemática de la literatura, se analizan los trabajos científicos que relacionan las variables, energía, turismo y decrecimiento. Señalando tanto las problemáticas, como las resistencias existentes a la hora de implementar a nivel global un modelo turístico no crecentista, apoyado en conceptos como el decrecimiento y el turismo estacionario. Del mismo modo, se reseñan las posibles herramientas y posibilidades para tratar de solventar las problemáticas anteriores. Todo ello durante el anormal contexto de la pandemia de *Covid-19*.

Seguidamente, en el punto número cuatro, denominado “ *Medidas y recomendaciones orientadas a la búsqueda de un nuevo modelo turístico sostenible*”, se recogen, clasifican

y ordenan, las diferentes medidas, acciones y recomendaciones dadas por parte de los trabajos que han conformado la muestra del anterior punto número tres. Atendiendo tanto a las metas por cumplir que presenta cada una de ellas, como a los diferentes tipos de políticas que son necesarias para llevar estas propuestas y medidas a cabo.

Finalmente, se añade un apartado número cuatro, titulado “Conclusiones y ámbitos de estudio futuros”, donde se presenta una síntesis de las conclusiones obtenidas en cada punto donde se han tratado los resultados, así como las posibles limitaciones de esta investigación, para señalar finalmente, unas futuras líneas de estudio e investigación relacionadas con las distintas problemáticas analizadas.

2. Marco Teórico.

2.1. Introducción.

Desde que Thomas Cook, organizó el primer viaje turístico de la historia (1841) y conformó una década después la primera agencia de viajes (Thomas Cook and Son) (Mowatt, 2022), la actividad turística internacional ha presentado un comportamiento de crecimiento exponencial en estos casi doscientos años (Nieto-González et al., 2016). Siendo esto posible gracias a diversos factores sociales, económicos, políticos y tecnológicos (Gordon, 2012), los cuales han podido ser soportados gracias al perfeccionamiento por parte del ser humano, de la capacidad para poder aprovechar de forma eficiente la energía que se encuentra encerrada en el interior de los recursos naturales fósiles (carbón, petróleo, gas natural) (Ayres, 1994, 1996; Abdel-Aal, 2003). Siendo posible, a través de estos nuevos conocimientos, el acceso por primera vez en la historia por parte del ser humano al almacén energético (fósil) del planeta (Smill, 2017, 2021). Lo cual ha permitido cuasiolvidar las anteriores etapas históricas donde la cantidad de energía disponible actuaba como una limitación clara para la complejidad (tanto en número de personas, como en la complejidad de su metabolismo social) que las distintas sociedades históricamente han presentado (Smill, 2010).

Pudiéndose señalar, que esta revolución energética acaecida en el siglo XVIII donde el carbón jugó un papel señalado (Jevons, 1866) ha sido la causa primigenia que ha permitido tanto el comportamiento crecientista exponencial de la actividad turística, hasta alcanzar su forma globalizada y masiva actual (Turiel, 2020), como conformar las actuales sociedades, donde la complejidad es un rasgo definitorio de las mismas (Giampietro et al., 2013; Fernández-Durán & González-Reyes, 2018, Ben-Nain, 2020).

No obstante, la actividad turística no ha sido la única actividad antropológica que se ha multiplicado de forma exponencial gracias a este soporte energético fósil, sino que paralelamente a esta, los propios subsistemas económicos de las diversas sociedades existentes en el planeta se han ido expandiendo durante el señalado periodo temporal, hasta alcanzar la interconexión, el tamaño y la complejidad del actualmente denominado *sistema económico globalizado* (globalización) (Naredo, 2000; Bauman, 2001). Por lo

tanto, si se pretende señalar el papel que desempeña la energía en la actividad turística, o en cualquier otra actividad económica (globalizada), se hace necesario señalar (aunque sea brevemente), como la disponibilidad de energía *ha sido* (y *es*) una limitación sistémica al crecimiento del metabolismo social de las sociedades (González de Molina & Toledo, 2011; Helmut et al., 2021; Giampietro et al., 2023), se debe analizar tanto el comportamiento limitativo de la variable energética en la complejidad de las sociedades pasadas (el ha sido), junto con (el es), la relación que presenta la variable energética para la implementación y desarrollo del proceso económico, y por ende, de la propia actividad turística (globalizada); ya que esta, en última instancia, y aunque con sus particularidades propias, en última instancia, no deja de ser una actividad económica (globalizada) más.

2.2. Un breve repaso histórico del desarrollo energético y el metabolismo social de las distintas sociedades.

A lo largo de la historia, las distintas civilizaciones atendiendo a factores como su tamaño, sus formas de organización y conocimientos técnicos (Smil, 2017) han ido demandando cantidades de energía para el mantenimiento o el incremento de su metabolismo social (Fernández-Durán & González-Reyes, 2018; Helmut et al., 2021). Para cubrir estas necesidades, las distintas sociedades han utilizado diversas fuentes y cantidades de energía (Smil, 2006). Las sociedades forrajeras o sociedades nómadas presentaban un bajo nivel de consumo energético como consecuencia de una baja especialización y una casi inexistente organización social. Sus necesidades energéticas endosomáticas², eran satisfechas a través de la caza y recolección de frutos (de Angelis & Gross, 2018; Abarca-Arenas et al., 2023), que, a través de su ingesta, proporcionaban a estos grupos nómadas las calorías necesarias para el mantenimiento de los individuos (Bogin, 1998; Arsuaga, 2002; Alt et al., 2022). Mientras que el acceso de estos grupos a la energía exosomática³, quedaba reducido a la quema de biomasa (Smil, 2010). Siendo, la energía exosomática utilizada una parte muy inferior a la primera; conseguida a través de la quema de biomasa. (Smil, 2013). Indicando estas dos variables, el muy limitado aprovechamiento de la energía solar que presentaban estos grupos itinerantes de humanos, lo cual a la postre, actuaba como un claro limitador en cuanto a la complejidad social que el grupo podía alcanzar. Entendiendo esta complejidad, tanto al nivel del numérico máximo de individuos que el grupo podía mantener con vida, como al nivel de especialización y aumento de la complejidad de las tareas y relaciones presentes en estas sociedades humanas primarias (Wu et al., 2022; Valipour et al., 2023).

Sin embargo, estas acuciantes limitaciones energéticas, van a aliviarse gracias a diversos factores, pues atendiendo al cambio del clima en el Neolítico tardío, sumado al mayor dominio de la naturaleza, y el desarrollo tecnológico y social adquirido, en estas primeras sociedades nómadas, arraigó la llegada de la agricultura (Riehl et al., 2013; 2014). Esta llegada de la agricultura va a generar un cambio sustancial en cuanto a las formas de

² Energía utilizada para el funcionamiento y mantenimiento de la biología humana.

³ Energía que puede utilizar por el ser humano, y que no está destinada a los procesos fisiológicos, pudiendo ser utilizada para realizar trabajo. LOTKA, A. J. (1925). Elements of Physical Biology, Williams and Wilkins, Baltimore, conceptos precursores del modelo presa-cazador. Los animales que mejor usan (más capacitados) la energía solar son los que sobreviven.

organización y complejidad de los distintos grupos sociales (Katamadze et al., 2023), pasando el ser humano de una situación energética en la que tenía que conformarse con la energía solar directa encontrada durante sus procesos migratorios constantes (frutos, caza y pesca), a una nueva situación energética en dónde el ser humano va a poder acceder al aprovechamiento de la energía solar directa almacenada en la tierra y que es transferida en forma de kilocalorías (forma asimilable) a los diversos frutos y cereales. Garantizándose así tanto un flujo cuasiconstante de calorías recurrente y suficiente para el funcionamiento interno de las comunidades, como la fuente de un excedente energético; pudiendo este nuevo excedente energético ser invertido para la mejora de la especialización y complejidad de las tareas necesarias para el mantenimiento y desarrollo del metabolismo social (Cadillo-Benalcazar et al., 2022; Giampietro & Kozo, 2023).

Con esta primera revolución energética donde se produce la mejora en el aprovechamiento de la energía endosomática gracias a la agricultura, y junto al apoyo de la energía exosomática basada en la biomasa, estos grupos humanos que llegaron a acceder a la tecnología y a los conocimientos adecuados para la implementación de la agricultura, experimentaron cambios sustanciales; presentando una mayor complejidad en cuanto a su organización y número de individuos así como la posibilidad de invertir el excedente energético calórico, en la implementación de nuevas tareas orientadas a su vez al aumento de la obtención de energía a través del pastoreo, la mejora y desarrollo de herramientas, la especialización en las tareas etc., (Smill, 2021). Históricamente, a medida que el ser humano ha podido aumentar el aprovechamiento de la energía solar, ha podido construir cada vez sistemas sociales más complejos a lo largo de su devenir histórico (Smill, 2021).

No obstante, aunque el progreso en cuanto a la captación de energía solar directa ha sido en las sociedades agrícolas un claro factor diferencial al respecto a las sociedades forrajeras, permitiendo incrementos sustanciales de aprovechamiento relativos a la energía exosomática gracias a las mejoras tecnológicas y al descubrimiento de nuevos usos de la energía solar a través del uso del agua⁴ y del viento⁵ generando energía cinética, para su posterior transformación en trabajo útil, mediante tecnologías rudimentarias como molinos y telares (Smill, 2022) a lo largo de la historia energética de las sociedades, y

⁴ El ciclo del agua es posible porque la energía solar hace que el agua se evapore y viaje a la atmósfera desde los océanos, para volver a caer a la tierra.

⁵ El viento lo genera el Sol a través del calentamiento diferencial de las diferentes capas de la atmósfera.

hasta la llegada de las sociedades industrializadas, precursoras de las actuales sociedades disipativas industriales actuales, las mejoras en el aprovechamiento energético exosomático ha sido un *hándicap* claramente reseñable (Sánchez-Ron, 2012). No obstante, una amalgama de avances científicos, que encontraron aplicaciones prácticas, transformándose aceleradamente en inventos como la máquina de vapor de doble efecto inventada por James Watt en 1769 (Dickenson, 1935; Deepak & Ananthasuresh, 2009), cuyo nacimiento, además de ser útil para estudiar y acrecentar, las partes del saber humano, en especial, aquel relacionado con la física de la termodinámica, a través de los postulados del ciclo de Carnot y la relación de equivalencia entre calor y la energía mecánica (Joule, 1850), los cuales a su vez, permitieron incrementar notablemente la eficiencia de la máquina de vapor; lo que unido a la postulación de la primera y segunda ley de la termodinámica, al nacimiento del concepto de entropía (Clausius, 1850, 1865), y el postulado que conforma la tercera ley de la termodinámica (Nernst, 1893), junto con los demás avances fundamentales en distintas ciencias como la química y geología (Rogers, 1863) en el análisis de materias fósiles como el carbón (Hutton, 1859; Jevons, 1866), acabarían siendo los pilares fundamentales sobre los que se basaría la revolución industrial. Segunda de las revoluciones energéticas relacionadas con la capacidad del ser humano para acceder a la energía solar (Sánchez-Ron, 2016).

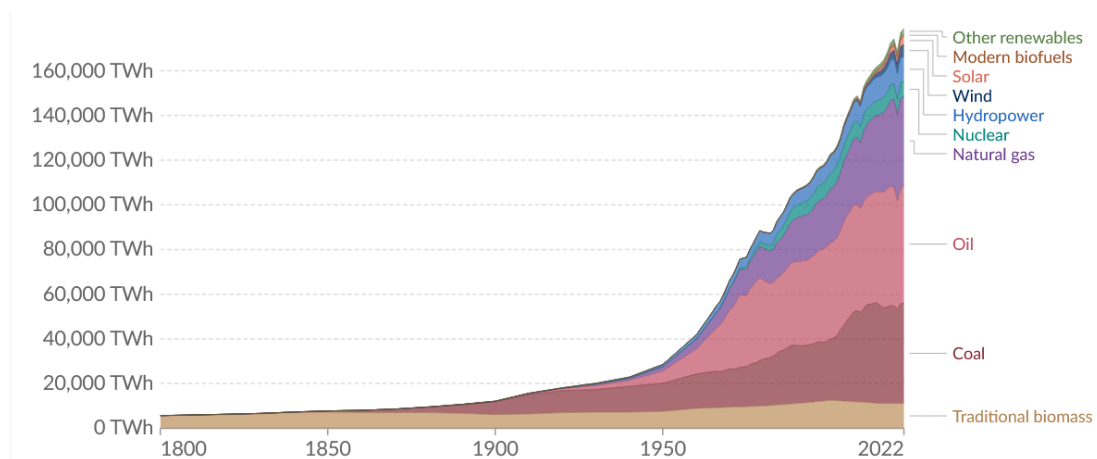
Durante esta segunda revolución energética, el ser humano se percató por vez primera que encerrado en la tierra se encontraba el almacén energético histórico del planeta, donde se había almacenado la energía solar durante millones de años a través de procesos biológicos y geológicos que, junto con el paso del tiempo, han dado lugar a la conformación de los recursos naturales fósiles (Erij et al., 1985; Engler, 1909; Bacon & Harmor (1916), los cuales, a través de procesos físicos y químicos, prestan al ser humano, su inmensa energía almacenada (BP, 2023), para la producción y aprovechamiento de trabajo útil aprovechable para la realización de las múltiples y variadas tareas y actividades necesarias para el mantenimiento del metabolismo social (González de Molina & Toledo, 2011).

El carbón fue la primera materia prima energética fósil explotada por el ser humano de forma industrializada durante esta segunda revolución energética; para posteriormente, comenzarse a sustituir y reemplazar en las tecnologías de la época las fuentes de energía anteriores (agua, viento, sol) por hidrocarburos fósiles (Asimov & Drescher, 1980),

multiplicándose así el uso mundial de hidrocarburos como combustible por casi 800 desde 1750 hasta finales del siglo XIX, y unas 12 veces más en el siglo XX. (Smil, 2017).

Desde un punto de vista termodinámico, el acceso al almacén planetario histórico de energía exosomática del planeta, no es un hecho baladí, ya que, a partir de entonces, las restricciones (biofísicas) impuestas por las limitaciones al aprovechamiento de la energía solar que han conformado a lo largo de la historia el tipo de sociedades y sus estructuras, van a cuasidesaparecer como consecuencia a este nuevo acceso exponencial a la energía exosomática almacenada en el planeta en forma de recursos naturales fósiles. Permitiendo al ser humano construir unas nuevas sociedades donde los límites biofísicos derivados del aprovechamiento energético de la energía solar se han olvidado (Greenberg, 1990), tal y como puede apreciarse a través de la visualización del gráfico número uno.

Gráfico 1. Consumo de energía primaria 1800-2022.



Nota: Las cifras se basan en la generación bruta y no tienen en cuenta el suministro de electricidad transfronterizo. La energía "equivalente de entrada" es la cantidad de combustible que necesitarían las centrales térmicas para generar la producción de electricidad declarada. Revisión estadística del Instituto de Energía sobre la energía mundial (2023); Transiciones energéticas: perspectivas globales y nacionales, segunda edición, Apéndice A, Smil (2017).

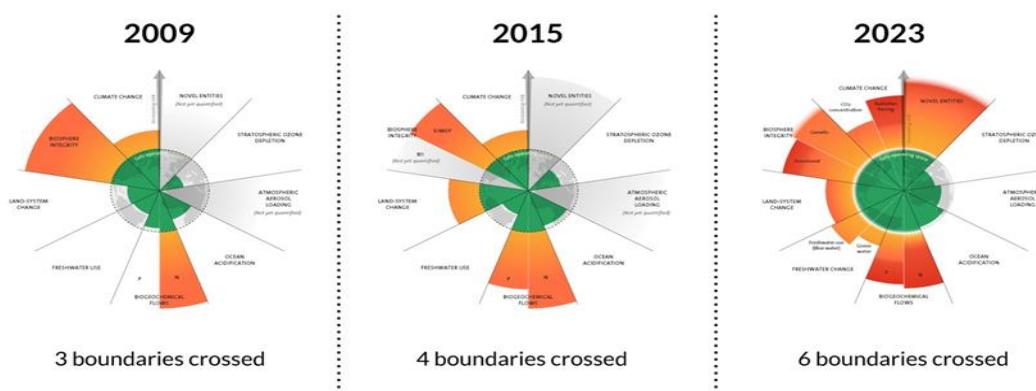
En el anterior gráfico número uno, se puede observar la cantidad de energía necesaria para generar la energía anual consumida a nivel global (en forma de electricidad) para el periodo comprendido entre los años 1800-2022. Durante este periodo, se aprecia el claro comportamiento exponencial que señala un consumo energético mundial, lo cual acontece en los sistemas termodinámicos disipativos alejados del equilibrio, y su lucha por alcanzar nuevos puntos de equilibrio que den soporte al aumento de la complejidad

inherente que las actuales sociedades disipativas industriales, necesitan para el mantenimiento de su metabolismo social (Giampietro et al., 2013; Prigogine, 2017); para lo cual se hace necesario, un mayor consumo energético para mantener los múltiples sistemas y subsistemas necesarios para el mantenimiento y reproducción de la vida (Hall, 2022). Como se puede observar en el gráfico, existe una clara diferencia en cuanto a los consumos energéticos entre las sociedades preindustriales (menos complejas) y las actuales sociedades disipativas industrializadas donde la complejidad es una característica definitoria de las mismas (Johnson & Earle, 2003; Gowdy, 2021).

2.3. Problemáticas derivadas del acceso por el ser humano al almacén energético del planeta.

El acceso por parte del ser humano a esta ingente cantidad de energía almacenada en forma de materia energética fósil a partir de la revolución industrial, presenta dos problemáticas bien diferenciadas. La primera de ellas, hace referencia a la cantidad de impactos medioambientales generados por la explotación y quema de los recursos energéticos naturales fósiles, junto, con los demás problemas asociados al crecimiento exponencial de las sociedades disipativas industriales; reseñando los siguientes: el cambio climático (IPCC, 2023); la integridad de la biosfera; los cambios en el sistema y uso de tierras (Liao et al., 2023; Huang et al., 2020); el uso del agua dulce (Verdon-Kidd et al., 2023; Ndehedehe, et al., 2023); el ciclo del nitrógeno (Li et al., 2022); Wowra et al., 2022) y del fósforo; (Ragnarsdottir, et al., 2011; Le Noë et al., 2020); la acidificación de los océanos (Kim et al., 2023; Sani et al., 2023); la carga de aerosoles (Chiang et al., 2023; Ma et al., 2023); el agotamiento del ozono estratosférico (Li et al., 2023; Gonçalves et al., 2023) y la creación de entidades nuevas nocivas para la vida, como es el caso de los microplásticos (Bachmann et al., 2020; Arp et al., 2021).

Ilustración 1. Comparativa del Estado de los límites de las barreras ambientales años 2009, 2015, 2023.



Fuente: CIDOB.

En los últimos dos siglos, el consumo de energía, se ha multiplicado exponencialmente, incrementando las distintas problemáticas ambientales también de la misma forma exponencial (Bourtsalas, 2023; Scott et al., 2023). En la ilustración número uno, se puede observar el resultado de estos impactos ambientales en forma de superación de las barreras ambientales básicas, resultado de la implementación de modelos económicos y políticos, que no tienen en cuenta las limitaciones del planeta, tanto en su posibilidad de facilitar recursos naturales (Haas et al., 2020; Valero et al., 2021b), como en su capacidad para eliminar los residuos consecuencia de los procesos productivos (Gössling & Higham, 2021; Roy et al., 2023).

Atendiendo a estas dinámicas, en 2009 ya se había superado los umbrales de seguridad límites para tres de estas barreras ecológicas fundamentales: el ciclo del nitrógeno (fundamental para la producción de alimentos); el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. A estos tres límites, hay que sumarles la superación de una nueva barrera ecológica, como es el cambio producido en el uso de la tierra, habiéndose producido esta superación de este límite ambiental, en un período comprendido entre el año 2009 y 2015. Finalmente, en el año 2023, dos nuevos umbrales límite ambientales de seguridad han sido superados; en este caso, aquellos que hacen referencia a los cambios del uso del agua, y la constatación de la creación de nuevas entidades que están colonizando todo el planeta como es el caso de los microplásticos (Barleta et al., 2019; Gruber et al., 2023; Zhao et al., 2023). La superación de cada una de estas barreras ambientales, supone un peligro para la habitabilidad del planeta (Rockström et al., 2009). El haber traspasado múltiples de ellas, en un periodo temporal tan estrecho, simplemente nos pone ante una situación inédita y desconocida en cuanto a las posibles repercusiones para la vida en la biosfera (Steffen et al., 2020).

En segundo lugar, el acceso a una cantidad de energía tan ingente gracias a la densidad energética de los recursos naturales fósiles, ha generado teorías económicas y políticas que debido al anormal momento histórico energético en el que estas nacieron, no tienen en cuenta ningún tipo de límite biofísico para los modelos de crecimiento perpetuo, basados en una supuesta disponibilidad energía ilimitada (Hall, 2018), y por ende, tampoco presentan ningún tipo de limitación estos modelos de crecimiento exponencial, relativos a la capacidad de absorción de los sumideros del planeta. Lo cual, como se ha señalado anteriormente, se traduce tanto en las múltiples problemáticas asociadas a la contaminación ambiental que desde el nacimiento de estos modelos han ido empeorando,

así como en el desarrollo de modelos económicos y políticos irracionalmente contrarios a la física y la termodinámica, basados en el irreal concepto de que nuestras sociedades disipativas industrializadas, van a poder acceder eternamente, al constante y creciente excedente energético procedente de los recursos naturales fósiles. Siendo la irracionalidad de este pensamiento señalado repetidamente desde hace casi siete décadas (Cottrel, 1958; Meadows et al., 1972; Giampietro et al., 2012).

No obstante, estos modelos económicos y políticos que se basan en un acceso energético creciente e ilimitado, continúan siendo presentados como las herramientas que van a permitir la expansión de las distintas economías de los países que conforman el globo (Rostow, 1961). Señalando así, al crecimiento económico perpetuo, como causa y solución de las múltiples problemáticas relacionadas con él (problemas ambientales, acaparamiento de recursos, sobre-explotación del planeta, pérdida de biodiversidad, cambio climático etc. (Kuznets, 1955; Grossman & Krueger, 1991, 1995; John & Pecchenino, 1994; Holtz-Eaking & Selden, 1995).

Pero como parece evidente, y se señala desde las ciencias fuertes (Pérez-Soto, 2008; Peels, 2019), como es el caso de la física, y en especial, desde la termodinámica como parte de esta primera, ningún sistema termodinámico puede crecer exponencialmente con un espacio y recursos finitos (Odum, 1971, 2007; Prigogine, 2017; Poliseli, 2020), sino que, con los aumentos de complejidad y de entropía que se producen en estos sistemas para el simple mantenimiento (que no ya crecimiento) de un punto de equilibrio para un momento dado, se hacen necesarios incrementos exponenciales de energía y materiales (Prigogine & George, 1983a; Arrighi & Silver, 2001; Prigogine & Stengers, 2018), los cuales son imposibles de mantener *ad eternum* en un sistema semiabierto como es nuestro planeta; esto es, un sistema semiabierto en cuanto a la captación constante de energía solar (sin posibilidad de incremento) (ASTM, 2020). Siendo esta constante solar recibida en forma de radiación extraterrestre por la superficie terrestre de $1.3608 \pm \text{kW/m}^2$ o $4,898 \text{ MJ/m}^2/\text{h}$ o $117,6 \text{ MJ/m/día}$ o $1,951 \text{ cal/min/cm}^2$ (Duffie & Beckmann, 1991). Y un sistema cerrado, en cuanto a la cantidad de materiales disponibles en nuestro planeta (Odum, 1983). Provocando esta imposibilidad, constantes reajustes sistémicos en nuestras sociedades termodinámicas disipativas, desde puntos de equilibrio anteriores, hacia nuevos puntos de equilibrio, siendo estos superiores o inferiores en cuanto al nivel de complejidad, atendiendo a la disponibilidad energética y de recursos para cada momento dado (Odum, 1994, 1996). Afectando este comportamiento sistémico del

subsistema económico, a todas las actividades económicas de manera general, y en especial, a aquellas actividades económicas que necesitan de grandes insumos energéticos para su implementación y desarrollo, como es el caso de la actividad turística globalizada.

2.4. *La importancia de la energía en el proceso económico. Economía clásica y economía ecológica: dos visiones encontradas.*

Se puede definir a la economía ecológica, como aquella parte del pensamiento económico y político, que tiene por objeto de estudio, tanto el flujo de energía, como los fondos de materiales además de los impactos derivados de los procesos productivos en los diferentes ecosistemas (Boulding, 1966; Georgescu-Roegen, 1971, 1974, 1975, 1979; Martínez-Alier & Schlüpmann, 1992; Jacobs, 1996; Martínez-Alier & Roca Jusmet, 2000; Cleveland et al., 2001; Daly & Farley, 2004, Naredo, 2006; Pengue, 2009). Mientras que, una de las definiciones más utilizadas para determinar a la económica clásica, fue señalada por Robbins (1932), reseñando que esta economía clásica es aquella economía que se ocupa del estudio de la conducta humana como una relación entre fines y medios que son escasos y susceptibles de usos alternativos.

Atendiendo a ambas definiciones dadas, no sería extraño afirmar, que la diferencia sustancial entre la economía ecológica o bioeconomía, y la economía clásica, se manifiesta, en el hecho de que la primera, se preocupa del análisis y estudio de lo material (en un sentido fuerte), de las interacciones de energía y materiales en los ecosistemas en donde vive el ser humano, y que permiten y soportan los procesos vitales (incluyendo el proceso económico), y de las consecuencias que estos procesos vitales (y productivos) conllevan para los mencionados ecosistemas (Mayumi, 2002); a señalar: la transformación de la materia y los consecuentes aumentos de entropía, y sus resultados para el medio ambiente: residuos, contaminación, pérdida de biodiversidad, cambio climático, agotamiento de los recursos no renovables, entre otros (Georgescu-Roegen, 1975). Mientras que la economía clásica, tiene como campo de estudio, la contabilización monetaria de las transacciones que se realizan en los diferentes mercados que conforman la economía global. Siendo la cuantificación del valor monetario de los flujos y fondos de energía y materiales y no el estudio del comportamiento de estos, el objeto primigenio de sus análisis (Friedman, 1996). Presentándose esta diferencia, como la responsable de que autores y autoras más cercanos a la heterodoxia económica, hayan asociado a la teoría económica clásica con la crematística aristotélica, atendiendo a su tendencia compartida, para contabilizar *las sombras de lo real* (Soddy, 1926).

Esta clara diferenciación entre ambas partes de la economía, aunque pueda parecer un tanto provocadora en el momento histórico actual, no es novedosa. Ya el propio Aristóteles en su *Política*, diferenciaba entre los términos *oikonomía* y *crematística*. Donde el primer término, antecesor del actual término economía, aunque no así en su significado (Mirón-Pérez, 2004), se ocupaba del abastecimiento y la observación de los materiales necesarios para *oikos* o *la polis*, es decir, de la casa familiar y/o de la ciudad. Y cuya actividad y objeto debía atender al cuidado de los hombres y sus virtudes, más que a la posesión de cosas inanimadas (Aristóteles, 1256b 23-26). Mientras que el segundo término, hacía referencia a las actividades que buscan el beneficio material mediante el intercambio de productos o dinero, a la que se consideraba ocupación parasitaria y poco recomendable (Aristóteles, 1256^a-1259^a).

Si se obvia el juicio de valor que realiza el autor, de ambas definiciones, se puede extraer la sustancial diferencia entre los conceptos anteriormente mencionados, que viene dada a través del punto en el que cada una de las dos teorías económicas, se posicionan con respecto a la biosfera que compone nuestro planeta, y los recursos naturales que en ella se encuentran, a la hora de llevar a cabo sus procesos de investigación en cada uno de sus ámbitos (Martínez-Alier & Schlüpmann, 1992; Odum, 1996).

Así, la economía clásica que, como ciencia social, alcanzaría su madurez en los siglos XVIII y XIX, quedaría notablemente influida por los avances científicos de la época histórica señalada; los cuales, presentaban una visión mecanicista y lineal de la realidad cuyos cambios mecánicos (y no biofísicos) eran perfectamente reversibles, y cuyos postulados, en buena medida, se han mantenido a lo largo del tiempo, hasta nuestros días (Naredo, 2015). Postulados, que defienden que las actividades económicas, se desarrollan en el marco del sistema económico, siendo este, el sistema primigenio, cerrado, autónomo y autorregulado denominado de libre mercado y competencia perfecta, cuyas interacciones, debido a esa exogeneidad inherente a su propia idiosincrasia, o bien no afectan al ámbito social y/o al ámbito biofísico-ambiental y viceversa (Solow, 1956), o en el peor de los casos, las posibles afectaciones y problemáticas causadas por este, se pueden solventar atendiendo a la tasa de descuento y a la masa monetaria adecuada en cada momento dado (Friedman, 1966).

Siendo este mercado libre, el encargado de generar el mayor bienestar humano posible al generar el mayor número factible de bienes y servicios deseables para cada miembro de la sociedad, a través de los procesos de producción. Actuando como el mecanismo de

activación de dicha máquina perpetua, el propio interés de cada individuo; en palabras del propio Adam Smith (1776):

*“... no es por la benevolencia del carnicero, el cervecero o el panadero que esperamos nuestra cena, sino por su consideración a su propio interés”*⁶.

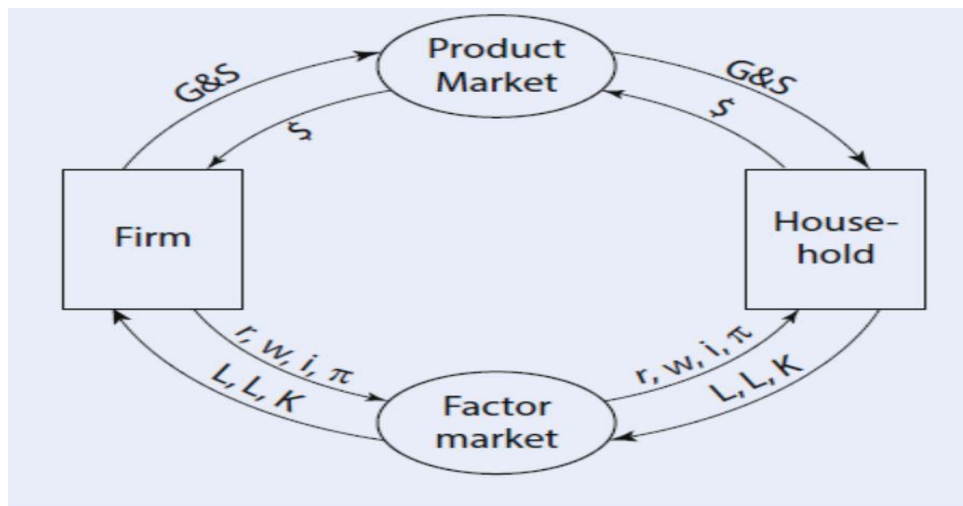
Es interesante analizar qué implicaciones se derivan de esta nueva realidad, paradigmática del libre mercado autónomo y autorregulado nacido a finales del siglo XVIII en la Inglaterra de Adam Smith. Las implicaciones de estas dos nuevas características recién adquiridas por el sistema económico, no son despreciables. Provocando, en primer lugar, el entender este sistema de libre mercado como un sistema autónomo, que sea este sistema económico, el sistema primigenio de estudio y del cual depende todo lo demás. Entendiendo la economía, no ya como un subsistema de algo más grande, como la sociedad y en última instancia la naturaleza (Kubiszewski et al., 2017). Al contrario, en esta visión antropocéntrica postulada en esta novedosa cosmovisión general económico, todas las interacciones humanas son convertidas y relegadas a meras transacciones económicas (Hinkelammert & Mora, 2008). Lo cual es un cambio trascendental en la historia económica del ser humano. En todas las épocas históricas, cada sociedad ha conformado una parte económica que le ha sido útil para el desarrollo económico-social de la misma, pero esta parte económica, siempre ha estado ligada a la naturaleza, la y la sociedad. Solamente a partir del siglo XVIII, se promociona una economía desligada de la sociedad, la política y, en definitiva, de la propia vida (Polanyi, 1944).

En segundo lugar, la autorregulación, siempre ha sido una idea muy atractiva para los economistas ortodoxos. Este concepto implica que el sistema económico, dejado a su suerte, producirá resultados que serán eficientes y equitativos. Entendiendo por eficientes, que los recursos fluirán hacia los mejores usos, y por equitativos, que los resultados del mercado son justos. Puesto que, en última instancia, los individuos son recompensados según su productividad y contribución a la sociedad (orden espontáneo) (von Hayek, 1940). Postulando así que si las fuerzas del mercado de la competencia perfecta y los precios flexibles, pueden desplegarse sin ningún tipo de inferencia externa, el resultado será aquel en el que se satisfarán las necesidades de las personas, utilizando los recursos económicos disponibles de la mejor manera posible (von Mises, 1949). Siguiendo estas

⁶ Smith, Adam. 1923. An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations, 14. New York: Modern Library.

premisas, se llega al modelo básico que estructura el sistema económico clásico y que se pueden encontrar en cuasi cualquier libro de texto sobre economía (Samuelson & Nordhaus 2006).

Ilustración 2. Representación del sistema económico clásico (flujo circular de la renta).



Fuente: Economics.

Nota: Modelo de flujo circular de la renta. En este modelo, los factores de producción son: tierra (L), trabajo (L) y capital (k). Los pagos de factores se indican mediante: renta (r), salarios (w), intereses (i) y ganancias (pi). El flujo máximo de las empresas a los hogares representa los Bienes y Servicios (G&S), mientras que el flujo superior de los hogares a las empresas toma la forma de dinero (\$).

En este modelo ideado desde la perspectiva del individuo, se plantean dos sectores, dos mercados y cuatro flujos. Así el individuo tiene solo dos posibles identidades en esta visión de la sociedad. O las personas son consumidores, y, por lo tanto, son asignadas a las familias, o son productores y son asignados a las empresas. Aunque por lo general las personas tendemos a vivir en hogares y trabajar en empresas, en este modelo únicamente somos una cosa o la otra.

El primer mercado que conforma este modelo es el mercado de los productos en donde el dinero se intercambia por bienes y servicios. Y el segundo, es el mercado de los factores (tierra, trabajo y capital) en donde estos se intercambian por los pagos de factores, donde, la tierra recibe un alquiler, el trabajo obtiene salarios y el capital es recompensado por ganancias y/o intereses. Por lo que los bienes materiales y los servicios (inmateriales) fluyen de una manera y el dinero fluye de otra. Siendo lo importante el flujo del valor de cambio que los humanos percibimos como valiosos y que pueden intercambiarse por

dinero. En este modelo, el valor se iguala al precio, y las relaciones que no están inmersas en la compra-venta, como por ejemplo los cuidados, no son tenidas en cuenta (Carrasco-Bengo, 2011; D'Alessandro, 2018). Del mismo modo que tampoco es recogida la necesidad de la interacción humana con la naturaleza, sino que esta, está meramente relegada al papel de suministradora de *input* (energía y materia de baja entropía⁷) y acogedora del *output* (energía y materia de alta entropía) en el proceso de producción (Daly, 1997). A destacar, que la teoría económica clásica, no atiende al concepto de escasez real, biofísica y limitativa, sino a una escasez relativa, caracterizada una relatividad absoluta, resultado de la suposición basada en la idea de que los seres humanos poseemos necesidades ilimitadas, lo que a la postre provocaría, que cualquier recurso natural o creado por el capital (antropológico), sería escaso en relación con estas ilimitadas necesidades; confundiendo así, los conceptos necesidades y deseos (Max-Neef, 1993).

En definitiva, la economía convencional reduce la escasez real (biofísica) a un mero coste de oportunidad (Hartwick, 1977), que puede ser solventado mediante la infinita sustitución de recursos naturales por recursos conformados por el capital (Solow, 1991, 1992), a través del concepto de sostenibilidad débil; esto es: la capacidad del capital generado por el ser humano para suplir a los recursos naturales en el proceso productivo (Pearce & Kerry, 1995) y del crecimiento exponencial del cambio tecnológico (Moore, 1965), a través de la creación de nuevas tecnologías que conseguirían soslayar los límites biofísicos, a través de desacoplar el consumo de energía y materiales del proceso productivo, y de los impactos que este genera (Haberl, 2001; Haberl et al., 2020; Semieniuk, 2024).

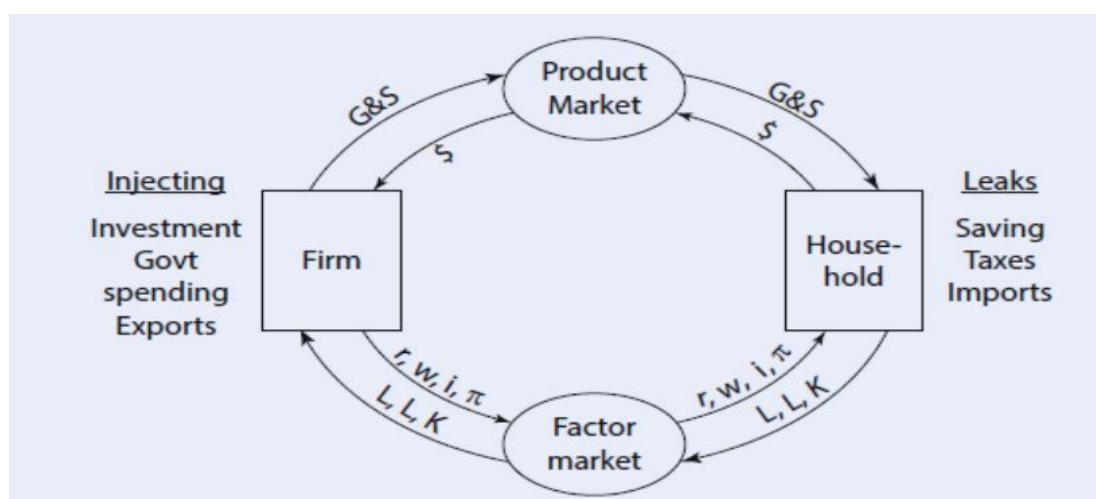
En el modelo observable en la anterior ilustración número dos, la autorregulación se conseguiría gracias a que el flujo de renta no tiene fugas, ni existen inyecciones externas al modelo. Pero las consecuencias de esto se traduce en un primer lugar, en el hecho de que no existe un mecanismo para conocer la producción, el consumo y el gasto en forma de ingresos. Y en segundo lugar, el modelo requiere que todos los actores gasten sus ingresos en la producción actual, lo que, a su vez, se traduce en que los miembros de las

⁷ Se entiende por entropía a la magnitud termodinámica que mide la parte de la energía no utilizable para realizar trabajo, y que se expresa como el cociente entre el calor cedido por un cuerpo y su temperatura absoluta. Del mismo modo, el término entropía, también es utilizado para medir el desorden de un sistema termodinámico disipativo.

familias no ahorran y las empresas no invierten. Nadie compra importaciones y las empresas no exportan. Ningún individuo paga impuestos y el gobierno no gasta dinero.

Así pues, para atender a estas problemáticas, este modelo circular de la renta, base conceptual del modelo neoclásico, conocido también por el sobrenombre de *Ley de mercados de Say*⁸, fue ampliado tras la Gran Depresión por Keynes para incorporar las entradas y salidas, con objeto de resolver las problemáticas económicas anteriormente señaladas por las simplificaciones neoclásicas (Keynes, 1936, p. 15).

Ilustración 3. Modelo circular de la renta con entradas y salidas.



Fuente: Economics.

Con la reforma del anterior modelo, se pretenden solucionar las carencias económicas anteriormente expuestas, pero esta reforma continúa obviando tanto la problemática de la reducción de las interacciones humanas al ámbito económico, como la ruptura con la parte biofísica que soporta dicho modelo. Pretendiendo superar las limitaciones biofísicas presentadas por el proceso productivo, a través del mencionado concepto de escasez relativa; en donde todos los bienes pueden ser relativamente escasos, lo que, en sí mismo, implica una visión no limitativa (biofísica) de la naturaleza. Entendiendo que, en última instancia, esta no impone barreras absolutas que no puedan ser superadas por los conceptos anteriormente señalados referentes tanto a la sustitución de los recursos naturales por capital humano y por el crecimiento exponencial de la tecnología. Un

⁸ Say, J. B. (1803). *Traité D'Économie Politique*, Guillaumin Et Cie.

ejemplo de este pensamiento cuasimágico se puede encontrar en el trabajo de Ordway (1953, p. 281):

La realidad parece ser que el primer [recurso] almacén en que el hombre encontró, era sólo el primero de una serie. Cuando agotó lo que estaba apilado en la primera estancia, encontró que podía fabricar una llave para abrir una puerta que daba a una estancia mucho más grande. Y, cuando agotó los recursos de esta habitación más grande, descubrió que había otra estancia más allá aún mayor. La estancia donde estamos en el siglo XX, es tan grande que las paredes están más allá del alcance de la vista. Sin embargo, es probable que nos encontremos al principio de toda una serie de almacenes. No es inconcebible que la totalidad del globo, tierra, océanos y aire, representen materia prima para la humanidad para utilizar con mayor ingenio y, habilidad.

Este pensamiento inductivo, cuasimágico, ha servido de sostén intelectual e ideológico del modelo neoliberal globalizado, basado en el crecimiento exponencial y en la falta de límites biofísicos provenientes de la realidad física del medio natural (Daly, 1990). Cabe señalar, debido a su repercusión en el mundo de la economía los trabajos de Solow y Swan (1956); quienes presentaron una función de producción⁹ conformada únicamente por las variables capital y trabajo; no teniendo cabida en ella los recursos naturales, siendo esta función de producción huérfana (Daly, 1997), una forma matemáticamente transparente de justificar que “el mundo puede, realmente, continuar sin recursos naturales”¹⁰.

⁹ Función que refleja los procesos de producción económica.

¹⁰ Richard T. Ely. “Lecture” para la American Economic Association, Robert Solow (1974, p.11).

2.5. Economía ecológica, energía y biosfera.

Los primigenios trabajos que posteriormente dieron soporte a la economía ecológica, presentan dos características que, durante ese proceso de nacimiento y gestación, muy posiblemente hayan marcado su devenir histórico. La primera de ellas, hace referencia al rasgo multidisciplinario de los trabajos anteriormente señalados; Podolinsky (1880), médico ucraniano a finales del siglo XVIII, ya reseñaba la importancia de comprender el trabajo humano y su relación con la distribución de la energía. Poco después, Geddes (1885), desde la biología y la sociología, y previo análisis de los principios económicos, señalaba el papel fundamental de la energía en el desarrollo de las ciudades (Geddes, 1904) y criticaba a los economistas clásicos por no tener en cuenta los flujos de energía, los materiales y la producción de residuos en la economía. Mientras que paralelamente, los físicos y químicos, con Pfaundler (1902, 1906) y posteriormente Soddy (1933, 1934), ya señalaban la necesidad de abstraerse del monetarismo para centrarse en la energía y recursos necesarios para satisfacer las necesidades biológicas humanas. Del mismo modo, el sociólogo/historiador Popper (1934) señalaba la importancia de la energía en el proceso económico y social, apostando por la realización de una contabilidad energética como única moneda fuerte para el desarrollo de las sociedades, mientras que el químico y filósofo W. Ostwald (1902) sostenía la necesidad de sustituir la interpretación mecanicista de los fenómenos naturales por una interpretación energética de los mismos. Atendiendo a las distintas procedencias dentro del ámbito académico de estos padres de la bioeconomía, se puede comprender, la relativa facilidad que posee la ciencia económica ecológica, para incluir parámetros biológicos y biofísicos en sus postulados (Martínez-Alier et al., 1998; Martínez-Alier, 2002).

La segunda de estas particulares características se pone de manifiesto al señalar por los diversos autores y autoras, la necesidad de dar explicación a las diferentes actuaciones que se producen entre el ser humano y su entorno, las cuales conforman el metabolismo socioeconómico de las distintas sociedades (Cleveland, 1987; Fischer-Kowalski, 1998; Haberl, 2001). Llegando a calificar la respuesta a esta cuestión, como el propio objeto que debería tener toda ciencia social, económica y política. Entendiéndose así desde la economía ecológica que el objeto de todo postulado económico debe estar orientado al análisis y explicación de cómo vive el ser humano.

Ahora bien, si ser este ser humano puede ser definido como una máquina bioquímica térmica (Soody, 1933), cuya supervivencia se basa en los intercambios de energía y materia con el medio ambiente que lo rodea (Podolinsky, 1880; Cipolla, 1974; Debeir et al., 1986; McNeill, 2000), no parece muy razonable el dejar fuera del análisis económico las leyes que regulan el comportamiento de la termodinámica como se postula desde la economía clásica y se reclama desde la economía ecológica (Gedes, 1885; Georgescu-Roegen 1971, 1975; Hornborg, 1998; Ayres & Ayres, 2002; Ayres, 2023).

Por otro lado, parece aconsejable, reseñar un par de conceptos básicos al respecto de cualquier teoría, postulado o visión sistémica que pueda presentarse desde la economía. En primer lugar, es recomendable reseñar que la economía, independiente de sus tendencias, disposiciones o requerimientos históricos en cada época, es una ciencia social o si se quiere, un constructo humano soportado tanto por las herramientas científicas disponibles para cada momento histórico, como por los sistemas culturales acaecidos para cada momento dado (Valenzuela-Feijoó, 2013). Atendiendo a lo anterior, se puede comprender los porqués en cuanto a los modelos de crecimiento ilimitado de las teorías económicas nacidas al final del siglo XVIII cuando el ser humano tuvo acceso a los ingentes aumentos de excedentes de energía primaria a consecuencia del acceso a los recursos naturales fósiles del planeta a nivel global (en especial el carbón). Así como a los postulados económicos defensores del sistema mecánico newtoniano (Newton) que presentaba una supuesta posibilidad de revertir los procesos (productivos en el caso de la economía/política) para alcanzar su punto de equilibrio *natural* (Smith, 1776; Mill, 1848; Walras, 1874).

Sin embargo, a la hora de acercarse a cualquier postulado económico, y aunque pueda parecer algo básico, y posiblemente por ello, se hace mucho más necesario el recordarlo. Así pues, para que un individuo sea partícipe de cualquier tipo de postulado económico, este individuo necesita estar biológicamente vivo (Margulis & Schwartz, 1987). Entendiendo por vida, la capacidad para realizar aquellos procesos de interacción con el medio ambiente, que permite a los seres vivos, mantener, reproducir y prolongar en el tiempo, estos procesos vitales. En el caso del ser humano, para mantenerse vivo, así como para prolongar y reproducir su vida, se hace necesario de una forma constante, obtener del medio que lo rodea, una cantidad de energía igual o mayor a la que el propio ser humano necesita para mantener sus sistemas biofísicos en funcionamiento para el mantenimiento de la propia existencia (sistema respiratorio, locomotor, digestivo,

nervioso, reproductivo, cognitivo etc.), denominando a esta cantidad de energía mínima necesaria para la supervivencia, como la tasa de energía basal (Bottá et al., 2020).

Cuando el ser humano puede captar un excedente energético calórico, este, puede convertir el excedente energético, en energía mecánica, la cual a través de su musculatura podrá convertirla en trabajo útil. (Pololinsky, 1880; Boyden, et al., 1981; Norton, 1990; Rabinbach, 1992). Presentándose durante este proceso, al igual que ocurre con cualquier máquina térmica y/o estructura térmica disipativa, la circunstancia de que parte de este excedente energético destinado a realizar trabajo mecánico, se pierde al ser transformado en calor, provocando que este calor se disipe en el medio ambiente, y cuyo destino final, al no poder ser aprovechado nuevamente por el ser humano para futuros procesos mecánicos como se señala a través de la segunda ley de la termodinámica¹¹ (Prigogine & George 1983, Daly 1999) es el de aumentar la complejidad (entropía) del sistema (Prigogine, 1978, 1983; Ben-Naim, 2020).

Atendiendo a estos hechos biofísicos básicos, para dar solución a la pregunta primigenia y troncal de la economía política consistente en dar explicación a cómo vive el ser humano, se puede reseñar que el ser humano vive gracias y por la energía solar, cuya radiación solar es la encargada de generar los procesos que regulan la biosfera y que, en última instancia, permite la vida biológica, y entre ella, la vida humana (Soddy, 1933). Siendo esta constante solar recibida en forma de radiación extraterrestre por la superficie terrestre de $1.3608 \pm \text{kW/m}^2$ o $4,89 \text{ MJ/m}^2/\text{h}$ o $117,6 \text{ MJ/m}^2/\text{día}$ o $1,95 \text{ cal/min/cm}^2$ (Duffie y Beckmann, 1991).

No obstante, de esta cantidad ingente de energía, solo el 0,02 % de la radiación solar extraterrestre se convierte en biomasa a través de la fotosíntesis; el resto de la energía es el 1 % del viento y las olas, el 23 % de la evaporación del agua, el 42 % del calentamiento de la atmósfera y la superficie de la Tierra, mientras que el 34 % de la radiación entrante se refleja directamente en las nubes, el polvo y la superficie de la Tierra (Miller, 1990). Atendiendo a los $117,6 \text{ MJ/m}^2/\text{día}$ de la constante solar, la productividad primaria media

¹¹ La segunda ley de la termodinámica es un principio general que impone restricciones a la dirección de la transferencia de calor, y a la eficiencia posible en los motores térmicos. No es posible que el calor fluya desde un cuerpo frío hacia un cuerpo mas caliente, sin necesidad de producir ningún trabajo que genere este flujo. La energía no fluye espontáneamente desde un objeto a baja temperatura, hacia otro objeto a mas alta temperatura.

de la biosfera es de 8,4 MJ/m²/año o 0,023 MJ/m²/día, lo que demuestra la bajísima eficiencia energética de la fotosíntesis (Odum 1971).

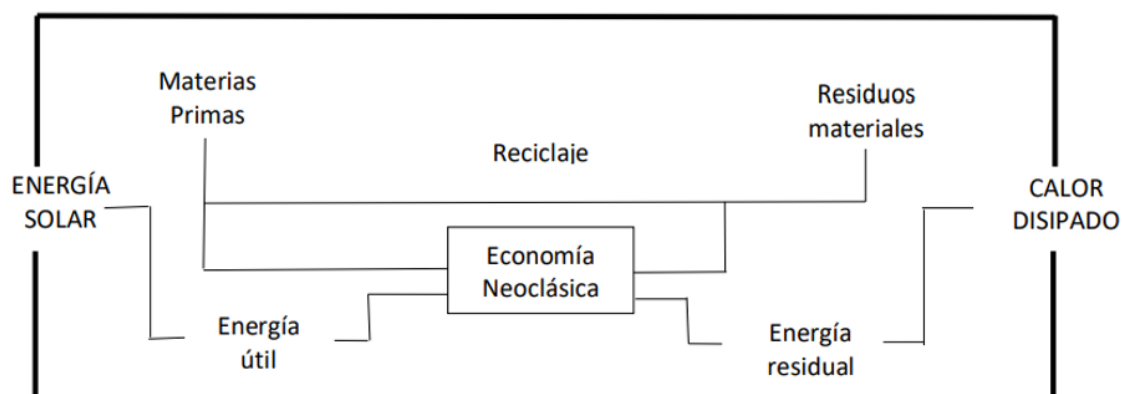
Números aparte, y aunque esta energía solar presente un aprovechamiento primario sumamente bajo para según que procesos bióticos, es esta constante energía solar la que conforma y mantiene los subsistemas que conforman el suprasistema biosfera señalando en especial: la fotosíntesis, precursora de la cadena trófica¹² a la que el ser humano se incardina y que permite a través de este aprovechamiento de energía solar directa, a través de la ingesta de alimentos, tanto satisfacer sus necesidades energéticas basales, como generar los excedentes energéticos necesarios para la prolongación y reproducción de la vida humana. Siendo parte de este excedente energético recibido por el ser humano el empleado para realizar tareas y/o trabajos mecánicos orientados a la adaptación del medio ambiente, con objeto de poder mejorar la cantidad de energía solar captada (Prigogine & Stengers, 1990).

Del mismo modo y gracias a esta constante solar, posibilita la generación del ciclo del agua o ciclo hidrológico, que permite el proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos que conforman la hidrosfera, y que a través de sus diversas fases y etapas, soporta la vida biológica del planeta (Kaisheng-Luo & Maiwo, 2023), así como, la creación del viento y las olas a través del calentamiento diferencial de las diferentes capas de la atmósfera (Wang & Dong, 2023), siendo en definitiva, la energía solar, la encargada de dar forma a la biosfera y permitir la vida en ella (Cottrell, 1958; Crutzen & Stoermer, 2000; Craig et al., 2001).

Observando los anteriores puntos de partida, se hace comprensible que desde la economía ecológica se atienda a un modelo que presenta las interacciones económicas, como a un subsistema dependiente de un subsistema más amplio como es el subsistema social, ambos dependientes del sistema primigenio o biosfera (Hornborg & Crumley, 2006); presentándose este subsistema económico como un modelo abierto en interacción continua con el sistema ambiental y englobado en el subsistema social; ambos integrados y dependientes de la biosfera (suprasistema) que conforma nuestro planeta (Kapp, 1994; Krausmann & Haberl, 2002).

¹² La cadena trófica describe el proceso de transferencia de sustancias nutritivas a través de las diferentes especies de una comunidad biológica, en la que cada una se alimenta de la precedente y es alimento de la siguiente. (Miller, 2004). Biología, Massachusetts: Prentice Hall.

Ilustración 4. *Subsistema económico incardinado en el suprasistema biosfera.*



Fuente: Martínez-Alier, 2008.

Al contrario de la economía clásica cuyo postulado es el de representar a la economía como el sistema primigenio o suprasistema, del cual dependen los demás subsistemas, siendo en este caso, la sociedad y el medio natural, dependientes del suprasistema económico (Samuelson & Nordhaus 2006).

Esto se traduce en un posicionamiento conceptual de la economía ecológica que se ha caracterizado por tres rasgos distintivos reseñables. El primero de ellos, hace referencia a la necesidad de someter los postulados de la economía ecológica, al igual que el resto de actividades antropológicas, a las limitaciones biofísicas que rigen nuestro planeta; en especial: a la biología y la física representada por las leyes de la termodinámica (Georgescu-Roegen, 1971; Cengel et al., 2019). Distinguiéndose este modelo económico/político ecológico, por ser un modelo abierto en cuanto a energía (von Bertalanffy, 1949; Vernadsky, 1997), pues el planeta recibe constantemente el montante de la energía solar en forma de flujo constante (y no ampliable) de 1367 W/m^2 , como se señaló anteriormente, (Duffie & Beckmann, 1991). Mientras que, al mismo tiempo, es un sistema cerrado en cuanto a la cantidad de materiales disponibles, puesto que la cantidad existente de estos, no se puede incrementar. O expresado de otra manera, la cantidad de toneladas de oro o de petróleo que existen en el planeta independientemente de su número, son inalterables y, por lo tanto, esta circunstancia presenta una segunda y clara limitación a cualquier tipo de sistema de producción económico y político (Duncan, 2001). Según

el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, 2007) la masa de recursos minerales industriales no combustibles a nivel mundial es del orden de 10^{15} kg. Si se considera el resto de los minerales, la cantidad total de minerales concentrados aumenta en uno o dos órdenes de magnitud, hasta unos 10^{17} kg. Mientras tanto, la cantidad de posibles combustibles fósiles convencionales y no convencionales disponibles es de unos 10^{16} kg según el Consejo Mundial de la Energía (WEC, 2010). Esto significa que todos los recursos minerales concentrados de origen combustible y no combustible representan solo el 0.001 % de la masa total de la corteza continental superior de la Tierra (unos 10^{22} kg), según Yoder (1995).

En segundo lugar, la economía ecológica, señala la necesidad de analizar las capacidades de los sumideros como lugares de almacenamiento de los residuos generados en los diferentes procesos de producción. Siendo estos sumideros los encargados de recoger los residuos en formato de alta entropía, y cuyas capacidades de asimilación de los distintos residuos supone otra de las limitaciones al sistema de producción económico y político (Acot, 1990; Dasgupta, 1996; Costanza, 1999).

Finalmente, y yendo de la mano del primer rango distintivo que caracteriza el sistema de producción económico ecológico, este presenta como soporte y limitación de la producción, a la base biofísica del sistema natural. Siendo esta base en forma de recursos naturales y disponibilidad de energía, los prerrequisitos previos para la implementación de cualquier sistema económico (productivo), (Wallenborn & Gillis, 2007; Hickel, 2019; Vivien et al., 2019).

2.6. El subsistema económico como un sistema termodinámico disipativo.

Desde una visión termodinámica, para la realización de cualquier actividad económica relacionada con cualquier tipo de proceso productivo (incluyendo el proceso productivo turístico), previamente se hace necesario contar con un excedente energético, además de los recursos que se van a necesitar en dicho proceso productivo. Siendo estos recursos suministrados por la naturaleza en forma de baja entropía, es decir; en forma en la que el ser humano es capaz de utilizar, para a través de los procesos productivos necesarios, conformar y/o mejorar bienes y servicios (Ayres & Simonis, 1994). Sufriendo los anteriores recursos durante el proceso productivo, un cambio desde la baja entropía, hacia la alta entropía. De tal modo, que, al finalizar el proceso productivo, la energía utilizada en el mismo ya no se puede mantener en un estado compatible con su utilización por el ser humano (Daggett, 2019). Mientras que los residuos y desechos que se generan durante el proceso, deben ser almacenados en los sumideros del sistema natural. Entendiéndose por residuos y desechos, aquella cantidad de materia que ya no se puede recuperar para el uso humano, puesto que su posible recuperación (parcial) a través del reciclado, sería extremadamente costosa desde un punto de vista energético y económico (Ayres, 1999). Por lo que se puede señalar que la diferencia entre las entradas de energía y materiales durante el proceso productivo y la posterior salida de materia, residuos y energía en baja entropía tras su realización no representa una variación cuantitativa de los anteriores sino cualitativa (Georgescu-Roegen, 1971).

Durante este proceso productivo y atendiendo tanto a las distintas interrelaciones entre el medio ambiente (intercambios de materia y energía), así como a la naturaleza de los distintos actores y actrices que intervienen durante el proceso (intercambios de materia consumidores (personas), empresas, instituciones públicas y/o privadas, y asociaciones de todo tipo etc.), queda patente el comportamiento termodinámico disipativo de los distintos subsistemas económicos (Ayres, 2023). Siendo estos miembros, los actores principales de interacción entre el subsistema económico y el sistema ambiental en cuanto a los intercambios en cuestión de materia y energía (Ayres, 1996; Giampietro et al., 2012; Dumbar, 2014) los encargados de transformar tanto la energía como los recursos naturales desde un estado de baja entropía, hacia un estado de alta entropía. Generando residuos y disipación de la energía en el proceso, aumentando la complejidad sistémica tanto del subsistema económico como del subsistema social; todo ello a cambio de obtener una

mayor utilidad de los bienes y servicios producidos, (Georgescu-Roegen, 1983) con objeto de obtener una mejor eficiencia, en la constante lucha contra el desorden (Schneider & Sagan, 2008).

En las actuales y complejas sociedades termodinámicas disipativas industriales, para lograr que se mantenga el orden; es decir, para poder realizar las múltiples y variadas tareas y trabajos que hay que desempeñar diariamente en cada uno de los nodos que a su vez componen y argamasan el subsistema social y económico (el *sistema* sanitario, el *sistema* de transporte, el *sistema* político, el *sistema* de infraestructuras, el *sistema* agropecuario etc.), se hace imprescindible previamente el poder contar con la energía y materiales necesarios para realizar el inicio del proceso productivo. (Ben-Naim, 2016b), Sin embargo, desde los modelos de crecimiento perpetuo, generados por la teoría economía clásica, se entiende la energía, no como un prerequisite para el sistema productivo, sino que es tratada como un mero *input* más a incluir dentro de los procesos producción. Teniendo para ella, el mismo comportamiento que el resto de *inputs*, esto es, llegado el caso de escasez de este *input* energético, el mercado va a suministrar otro *input* con cualidades similares a los anteriores que va a poder sustituir al primero, según se señala a través del concepto de infinita sustituibilidad de los factores de producción, cuya máxima representación es señalada en la función de producción presentada por Solow y Swan (1956), recogiendo esta función de producción únicamente los factores de capital y trabajo y donde los recursos naturales no tienen cabida. Siendo el nacimiento de esta función de producción *huérfana*, una forma matemáticamente transparente de decir que *el mundo puede, realmente, continuar sin recursos naturales*¹³.

Sin embargo, desde la economía ecológica, la no inclusión de los recursos naturales, de los que se obtiene gran parte de la energía, así como los materiales para los procesos de producción, en la propia función de producción de Solow y Swan, era algo sorprendente y a la que se refirió Daly (1997) de la siguiente forma:

“Dado que frecuentemente se explica la función de producción como una receta técnica, podríamos decir que la receta de Solow propone hacer un pastel solamente con el cocinero y su cocina. No necesitamos harina, huevos, azúcar, etc., ni electricidad o gas natural, ni siquiera leña. Si lo que queremos es un pastel más grande, el cocinero simplemente revuelve más rápidamente en una olla mayor y cocina la olla vacía en un horno más grande que de algún

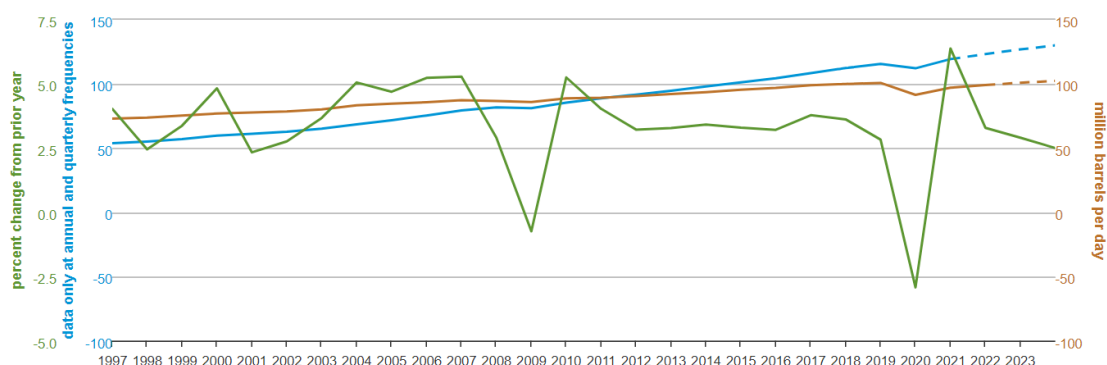
¹³ Robert Solow en la ceremonia de recogida del premio del Banco de Suecia en Ciencias Económicas, 1987.

modo se calienta por sí mismo. El cocinero tampoco tiene que limpiar nada, ya que la receta de producción no ocasiona desecho alguno. No hay pieles, mondaduras, cáscaras, conchas u otros residuos, ni hay cenizas del horno que hayan de ser eliminadas. Además, podemos hacer no solamente un pastel, sino cualquier tipo de comida —sopa, pollo asado, paella, tarta de plátanos, pastel de cerezas—, y todo ello sin preocuparse de la diferente calidad de los ingredientes y ni siquiera de la cantidad de los mismos ingredientes”.

Como se puede inferir del anterior argumento de Daly, para mantener ese nuevo grado de complejidad subsistémica, consecuencia de las interacciones de los distintos agentes económicos con el sistema natural para cumplir las tareas necesarias en cada nodo o sistema, se hace necesario suministrar al subsistema económico de un aumento constante tanto en la cantidad de energía recibida (flujo), como un mayor uso de materiales (fondos), así como que exista capacidad por parte de los sumideros naturales del planeta de absorción de los residuos producidos mediante el proceso productivo (Georgescu-Roegen, 1974). Esto se refleja en cómo el subsistema económico, puede ir expandiéndose a lo largo del tiempo siempre que existan los aumentos energéticos adicionales; el aumento de materiales y la capacidad de los sumideros para absorber los desechos (Daly, 2014; King et al., 2015; Fagnart & Germain, 2016). Sin embargo, cuando estos tres prerrequisitos para el crecimiento económico, no son posibles, bien sea por un cuello de botella en la captación de la energía, o en la puesta en producción de los materiales, o simplemente porque debido a la contaminación de los ecosistemas, no es posible utilizar ese territorio para un uso económico (suelos y agua contaminada por ejemplo), el subsistema económico tiende de forma natural, a desacelerar su crecimiento, en primer lugar, y si esta escasez energética y de recursos se mantiene en el tiempo, (o existen grandes problemas con los sumideros), el subsistema económico, tiende a destruir aquella parte de sí mismo que no es imprescindible, o es menos significativa, para el propio funcionamiento del subsistema, con objeto de adaptarse a esa nueva realidad biofísica (Roddier, 2020). Generándose así a través de estas eliminaciones selectivas de aquellas partes menos necesarias para la propia reproducción del subsistema económico, grandes exclusiones, a través de la expulsión del ámbito económico de personas, empresas y todo tipo de entes y sociedades (Osorio, 2010; Astarita, 2011). Atendiendo a este comportamiento termodinámico del subsector económico, no resulta extraño que el crecimiento económico vaya en paralelo al crecimiento de los excedentes de energía

disponibles y de recursos naturales a los que puede acceder una sociedad para cada momento dado (Bermejo, 2008; Tverberg, 2012).

Gráfico 2. Histórico PIB real en base 100 año 2015 (línea azul), variación del PIB real global en porcentaje (línea verde) y consumo global de combustibles líquidos (línea marrón) periodo 1997-2024.



Fuente: BM, IEA. Elaboración propia.

A modo ilustrativo, en el anterior gráfico segundo se puede observar el comportamiento histórico para el periodo comprendido entre los años 1997 y 2024 (los años 2022, 2023 y 2024 representados por una línea discontinua del mismo color, la cual señala que son estimaciones y no datos comprobados), del PIB real global representado por la línea azul (mediante datos trimestrales y anuales) con índice 100 del primer trimestre del año 2015. Mientras que, para el mismo periodo, la línea marrón señala el comportamiento del consumo total global de combustibles líquidos medidos en millones de barriles por día. Y donde finalmente, la línea verde, representa la variación del PIB real global con respecto al año previo.

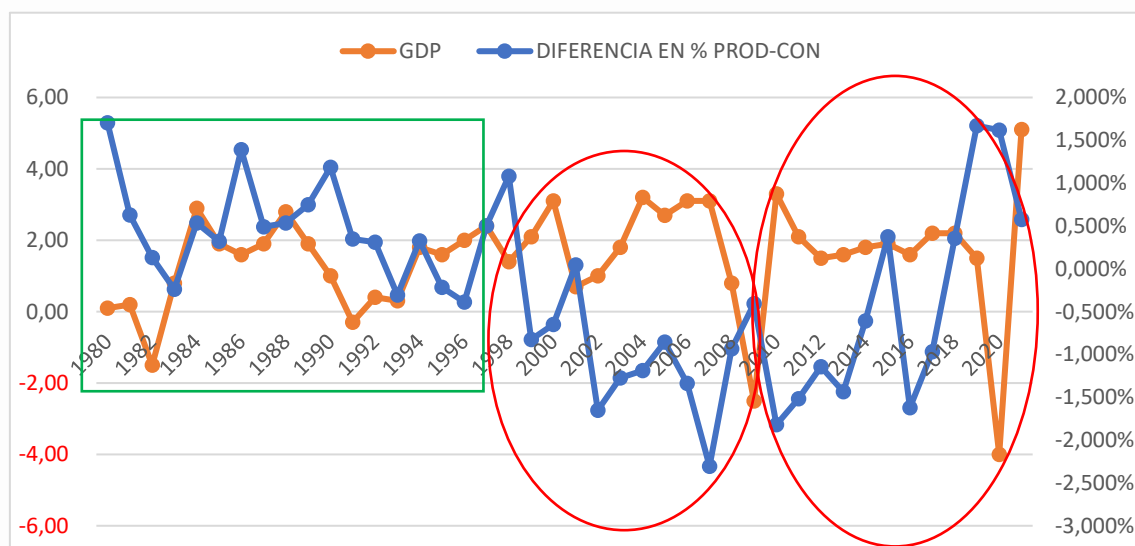
Como se puede comprobar a primera vista, existe una relación muy estrecha entre las variables PIB real global (línea azul) y el consumo global de combustibles líquidos (línea marrón). Relación que también se pone de manifiesto al observar el PIB real atendiendo a las variaciones anuales (línea verde). Siendo esto la consecuencia ya comentada que la energía es un prerrequisito para el proceso productivo y, por lo tanto, para el crecimiento económico. Del mismo modo, en el anterior gráfico también se puede apreciar como durante el periodo comprendido entre los años 1997 y 2007 se han producido aumentos

porcentuales importantes en el PIB real global (línea verde) que, aunque han podido ser mantenidos a través de la existencia una mayor producción (y consumo) global de combustibles líquidos, estos aumentos han sido tan importantes que finalmente han terminado por superar la capacidad de producción global de los combustibles líquidos. Cuando esto ocurre, debido a la naturaleza del comportamiento termodinámico del subsistema económico, este, tiende a corregir esta tendencia de forma abrupta en forma de crisis económicas, si el *gap* entre crecimiento y disponibilidad de energía no ha sido muy señalado; y de depresiones económicas si este *gap* entre el crecimiento económico y la disponibilidad de energía se ha mantenido a lo largo de un periodo temporal importante, como se puede apreciar en las depresiones del 2008 y 2020.

En dicho gráfico también se puede apreciar como en el año 2011 por primera vez y de forma sostenida 2011-2021 (con previsiones 2022-2024), el PIB real global, sobrepasa a la cantidad de producción global de combustibles fósiles. Lo cual indica que más pronto que tarde, el subsistema económico tendrá que realizar un nuevo reajuste termodinámico para ajustarse al nuevo tamaño que le permite la disponibilidad de energía. A señalar que las medidas de eficiencia energética llevadas a cabo por los distintos actores que conforman el subsector económico, pueden maximizar el comportamiento del crecimiento económico a través de un menor consumo de energía, pero también hay que recordar que tanto el desarrollo de estas medidas de eficiencia en los procesos productivos, como su implementación, conllevan costes energéticos reseñables. Mientras que históricamente ha quedado patente como las ganancias obtenidas en un proceso a consecuencia de la implementación de mejoras de eficiencia, a la postre se han traducido en aumentos en la reproducción del proceso como consecuencia de la propia adquisición de la eficiencia adquirida (abaratamiento del precio, menores consumos etc.); como ya puso de manifiesto Jevons (1865) en su obra *la cuestión del carbón*, hace más de 150 años.

Sin embargo, el inusual comportamiento entre el crecimiento económico y el acceso a la energía, puede darse momentáneamente. Puesto que existe la posibilidad momentánea de crecimiento económico sin la necesidad previa de un aumento en los flujos de energía (y en los usos de materiales). No obstante, cuando esta circunstancia ocurre, este crecimiento económico puntual, únicamente es posible trayéndolo del crecimiento económico futuro a través de la conformación de burbujas de deuda (Carpintero, 2009; Naredo, 2015; Graeber, 2021).

Gráfico 3. Histórico Producto Interior Bruto (GDP) y porcentaje entre producción y consumo de energía primaria global 1980-2022.



Fuente: IEA, y BM.

En el siguiente gráfico número tres, es posible observar las interacciones entre las variaciones anuales del producto interior bruto (PIB) global y la diferencia en porcentaje entre la producción y consumo de energía primaria para el histórico comprendido entre los años 1980-2022. Como se puede apreciar en la parte izquierda del gráfico, cuando el crecimiento económico es precedido de aumentos de energía, este crecimiento económico puede mantenerse (con altibajos) a lo largo del tiempo. Sin embargo, cuando el crecimiento del PIB global no se sostiene mediante aumentos de la captación de energía primaria, creándose así una divergencia significativa entre las dos variables (círculos rojos), el subsistema tiende a corregir esa divergencia en forma de recesión económica. A consecuencia de la ruptura de las burbujas creadas para el mantenimiento del crecimiento económico previo sin una base física para ello; como se puede apreciar en los periodos 1980-1982; 1990-1992; 2008-2010; 2019-2021.

Este comportamiento es explicable si se atiende a la propia naturaleza de la energía, puesto que esta, proceda de la fuente que proceda, ya sea esta una fuente fósil (carbón,

petróleo, gas natural) renovable (solar, hídrica, eólica, geotérmica, biomasa) o calorífica (alimentos), el combustible que permite proporcionar la capacidad de generar trabajo e interactuar con el medio ambiente. Por lo que sin la existencia de un excedente energético que se pueda destinar a fuerza de trabajo, es imposible realizar los procesos productivos necesarios para la generación de los bienes y servicios que mantienen el metabolismo social y a las estructuras disipativas de las actuales sociedades (González de Molina & Toledo, 2011; Fischer-Kowalski & Haberl, 2015). Así pues, cuando ocurren descensos en la cantidad de energía captada a consecuencia del comportamiento biofísico y/o económico de los recursos energéticos fósiles que soportan las actividades productivas, se genera un descenso en la cantidad de bienes y servicios que pueden ser realizados bajo estos nuevos parámetros energéticos, lo que a su vez, se traduce en exclusiones del subsistema económico de múltiples estructuras disipativas (personas, empresas, instituciones etc.) las cuales han estado incardinadas a partes del subsistema económico que no son indispensables para el mantenimiento y funcionamiento del propio subsistema económico, generándose así un ajuste del mismo, al respecto de la nueva realidad energética dada (Daly, 1977; Talverg, 2012; Bobulescu, 2015).

No obstante, y como se ha expuesto en el punto anterior, desde la economía clásica se enarbola el concepto de sostenibilidad débil como concepto preferente para salvar las limitaciones biofísicas a la producción. Objetando la posibilidad de una perfecta sustitución entre el capital generado por el ser humano y los recursos materiales (Solow, 1997; Stiglitz, 1997), sin embargo, y aunque los recursos naturales puedan ser tratados y transformados en los recursos materiales que componen el capital humano, debido a las propias limitaciones físicas del universo, que imposibilita la conversión de la energía en materia (Prigogine, 2018), y, siendo la materia de lo que está compuesto el capital hecho por el hombre no es factible que este capital material pueda sustituir al capital energético (Daly, 1997). Así cuando un motor térmico consume 1 litro de combustible liberando energía en el proceso, la cual es aprovechada para realizar trabajo, este combustible (materia) se transforma en calor, y fuerza de trabajo (energía). Siendo imposible volver a recuperar el combustible gastado (energía) en forma de materia (imposibilidad de devolver el litro de combustible al depósito de la máquina para generar nuevos usos); luego, debido a las propias limitaciones biofísicas de los recursos naturales energéticos, estos no pueden ser extrapolados, ni sustituidos por el capital humano, como se defiende desde la economía convencional a través del concepto de sostenibilidad débil (Hartwick,

1997). Representando así la energía atendiendo a sus flujos y fondos, tanto un prerequisite para el proceso económico, como también una limitación en cuanto al tamaño que el propio subsistema económico puede alcanzar para cada momento dado (Georgescu-Roegen, 1971).

2.7. Sostenibilidad (débil), neoclásicos y turismo: el turismo sostenible como reflejo del desarrollo sostenible.

La sostenibilidad débil nace en el seno de la economía neoclásica, a finales del siglo XX, sustentado bajo el paraguas del desarrollo sostenible señalado en el Informe Brundtland (CMMD, 1998). Siendo definido este no tan novedoso concepto de desarrollo sostenible¹⁴ de la siguiente manera:

“Aquel desarrollo cuyo objeto primigenio es el de satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”.

De esta definición se desprende de forma nítida, como el concepto de desarrollo sostenible presenta un importante componente de justicia intergeneracional (Howarth, 1997). Esto es, de la necesidad de dejar un legado o herencia a las generaciones futuras. Siendo esta herencia para la economía neoclásica el mantenimiento del valor monetario del *stock* de capital total de una economía. Entendiendo estos economistas neoclásicos (y clásicos), que, si se invierten las rentas obtenidas en el proceso productivo que ha generado el propio decrecimiento de los recursos naturales no renovables, en la generación de capital manufacturado, este capital conformado por el ser humano puede sustituir en un futuro, los recursos naturales previamente agotados (Hartwick, 1997). O expresado de otra manera, debido a la posibilidad de sustitubilidad entre el denominado capital natural (recursos naturales) y el capital manufacturado (capital conformado por el ser humano), se pueden compensar los descensos del capital natural provocados por los diversos procesos productivos, con los aumentos del capital manufacturado, manteniéndose así constante la valoración monetaria del capital total. Para ello esta corriente de pensamiento económico, presenta la siguiente función de producción:

$$Y = F(L, K_m, K_n)$$

Donde:

Y = la producción total;

¹⁴ El desarrollo sostenible presenta muchas similitudes con el concepto de “ecodesarrollo” introducido por Ignacy Sachs a principios de los años 70.

F = la función de producción;
 L = trabajo;
 KM = capital manufacturado;
 KN = el capital natural y
 KT = el capital total.

Por consiguiente, si se le otorga validez a la presunción anterior en la que se señala una perfecta sustitución entre el capital natural y el capital manufacturado como se defiende desde la economía neoclásica, y señala la función de producción neoclásica, y conociendo que el desarrollo económico es la variable que genera y permite el bienestar económico, se podría argumentar que el bienestar económico puede mantenerse a lo largo del tiempo siempre y cuando, se mantenga constante la variable trabajo (L) (y el desarrollo tecnológico)¹⁵.

Según este enfoque económico clásico, la degradación ambiental generada tanto por la pérdida de capital natural, como por la contaminación de los diversos procesos productivos, va a ser compensadas a futuro, una vez que se obtengan los suficientes beneficios económicos para poder invertir en ellas. Para ello, se necesita valorar monetariamente los servicios ambientales, fijando un precio en términos monetarios a los ecosistemas ambientales (arrecifes de corales, manglares, bosque tropical), pudiendo así ser estos servicios ambientales ser incluidos como pérdidas económicas virtuales, y a la vez compensadas por el beneficio previo y/o ahorro neto del país. De esta manera, atendiendo a los postulados económicos neoclásicos, se puede mantener el capital total constante en un contexto *sostenible* (Martínez-Alier, 2011). En definitiva, para poder implementar el sistema económico neoclásico, se hace necesario un sistema preciso y fiable del *stock* de capital de natural, que permita asegurar que el valor de la inversión cubra al menos la valoración de la depreciación anual del capital natural (Martínez-Alier, 2008; Naredo, 2015).

Dentro del discurso de sostenibilidad débil, la sustituibilidad perfecta de los distintos capitales es una de las tres líneas argumentales más señaladas. Siendo las otras dos, aquellas basadas en el discurso de la Ecoeficiencia y el discurso de la desmaterialización de la economía. Presentando estas tres visiones, ciertas características similares (eficiencia y tecno optimismo), que dan lugar a retroalimentaciones entre ellas y a la

¹⁵ Estas presunciones neoclásicas no distinguen entre trabajo humano y mecánico, pues no tienen en cuenta las problemáticas asociadas a la disminución de la fuerza de trabajo humana en detrimento del trabajo mecánico (composición orgánica del capital).

conformación de un discurso unificado caracterizado por una visión economicista de las sociedades, donde la tecnología se presenta como una herramienta todopoderosa y cuasimágica, con la sorprendente capacidad de soslayar las propias leyes (termodinámicas) que limitan y controlan el funcionamiento de la vida (Prigogine 2017, 2018).

2.8. Sostenibilidad (fuerte) decrecimiento y turismo.

El concepto de sostenibilidad débil es *fuertemente* criticado y (contestado) desde la economía ecológica, por variadas y diversas razones. Siendo la más señalada entre ellas, el reduccionismo económico sobre el que se basa. Teniendo únicamente sus postulados como objeto el ámbito interno de los valores de cambio en el interior del sistema económico convencional, cerrado y autosuficiente (Naredo, 2015), lo cual presenta una incorporación subordinada de la naturaleza como un simple objeto de estudio monetario (Martínez-Alier, 2008). Intentado así, una mera capitalización de los procesos ecosistémicos, y renunciando a introducir la variable ecológica en los procesos económicos (Pérez-Neira, 2010).

En segundo lugar, desde la economía ecológica, se señala que el modelo de crecimiento neoclásico amparado en la anteriormente comentada función de producción neoclásica, básicamente representa un modelo de dos factores de producción, donde el bienestar económico depende del mantenimiento del trabajo y del capital manufacturado, elimina tácitamente de la ecuación tanto el factor tierra, como los demás factores productivos naturales no renovables. No obstante, si esto fuera posible, si de verdad, existiese una perfecta sustitución entre ambos capitales, sería posible igualmente, dejar fuera de la ecuación al capital manufacturado y sustituirlo por una mayor cantidad de capital natural (Moss, 1973). Pero, sin embargo, nadie sugiere hacer eso, ya que esto último, iría en contra el espíritu de la teoría económica neoclásica, caracterizado en negar cualquier papel importante de la naturaleza (Victor, 1991, 2010, 2019).

En tercer lugar, el enfoque neoclásico no tiene en cuenta ni la realidad física que sostiene la producción (Georgescu-Roegen, 1971, 1975), ni la social (Pérez-Neira, 2010). Puesto que este modelo económico fue el resultado de postulados deductivos tendentes al reduccionismo económico, obviando tanto los soportes físicos, como los sociales de la producción. En definitiva, el reducir la economía a meros valores de cambio lleva a la desacertada conclusión de poder sostener modelos crecientistas ilimitados (pues el valor monetario agregado puede ser constante debido a la sustitución de capitales), lo cual no es posible en el ámbito natural, donde la naturaleza se presenta como finita y agotable. (Victor, 2019; Ayres, 2023). Presentando este pensamiento económico una ruptura entre lo físico y lo monetario, que es trasladada a la serie de valores y conceptos desplegados por este modelo neoclásico, empapando todos ellos de una visión subjetiva y utilitarista

(Martínez-Alier y Schlüpman, 1991; Naredo, 2005), condicionada por el contexto social y cultural histórico donde vieron la luz estas teorías económicas (Hall, 2018).

En cuarto lugar, desde la economía ecológica se señala el problema de la inconmensurabilidad. Esto es, de la imposibilidad por parte de los indicadores económicos tanto de medir las características únicas y sobresalientes de la naturaleza de forma que se pueda realizar una valoración monetaria de la misma, si no que además, las posibles valoraciones monetarias subjetivas que puedan estimarse de la riqueza natural, no son expresables en una misma escala, impidiendo así las posibles comparaciones (Trainor, 2006; Christmas, 2017) de los servicios ambientales que permiten y soportan la vida en este planeta (Wienhues, 2022; Shea, 2023).

Otra de las claras limitaciones que presenta la sostenibilidad débil neoclásica, es la forma de tratar las distintas externalidades que se van produciendo a medida que una economía crece y se expande a consecuencia del aumento de la población y del aumento del consumo de energía y materiales. Para tratar de acomodar la economía a las limitaciones biofísicas que señala la naturaleza, (ajuste ecológico) desde la economía neoclásica se apuesta por un enfoque economicista que intenta ampliar ecológicamente al mercado, dando precios a los bienes ambientales destruidos a través de la adjudicación de derechos de propiedad, y/o con la conformación de mercados ficticios (mercado de emisiones de CO_2), con objeto de introducir las externalidades generadas en los procesos productivos dentro del sistema económico (Hartwick, 1997). No obstante, desde la economía ecológica se señala la imposibilidad de dar valores actualizados plausibles a todas las externalidades generadas, ya que muchas de las cuales, en el momento adecuado para su hipotética valoración, son inciertas, desconocidas o simplemente irreversibles. Argumentando que tanto la depredación de los recursos naturales como las externalidades ambientales pueden valorarse fácilmente por el costo de restauración, solamente es posible si se obvia u olvida la irreversibilidad de los procesos biofísicos (Martínez-Alier et al, 1998; Martínez-Alier, 2002, 2011).

Por lo que tras analizar el concepto de sostenibilidad débil, es aconsejable señalar que, debido a su abstracción de las vertientes físicas y sociales de la economía, este concepto no es apto para analizar la relación entre la naturaleza y el proceso económico. Siendo, además, razonable el concebir que los indicadores monetarios no son las herramientas más adecuadas para poder comprender y valorar la relación y el papel de la naturaleza en los distintos procesos de producción. Resultando este el motivo primigenio por el que

desde la economía ecológica se apuesta por una idea sustancialmente distinta de sostenibilidad (fuerte) y, por lo tanto, por la utilización de otros tipos de indicadores que vuelvan a conectar los procesos productivos a sus bases físicas. Así, la Huella Ecológica (Rees, 1992), el MFA (Material Flow Accounting and Analysis) (Fischer-Kowalski et al., 2011), el HANPP (Human Appropriation of Net Primary Production) (Haberl, 1997), el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), (AENOR, 2018) o el Análisis Exergético (Odum 1971, 1983; Valero et al., 2021), son todos ellos, indicadores que miden múltiples variables que contabilizan tanto las entradas como las salidas de energía y materiales utilizados en el proceso de producción, así como los impactos y los residuos generados a consecuencia de este en el medio ambiente. Únicamente atendiendo a estas variables biofísicas se pueden conformar modelos económicos que incluyen entre sus postulados, las limitaciones biofísicas al crecimiento, derivadas de la cantidad disponible de energía y recursos disponibles para cada momento dado, así como las limitaciones derivadas de la propia capacidad de absorción del medio natural de los residuos generados en el proceso económico; y, por lo tanto, haciéndose eco de los costes ambientales tanto internos (procesos de producción), como externos (externalidades) generados durante los procesos productivos (Daly, 1997; Martínez-Alier, 2011; Naredo, 2015).

3. Principales resultados.

3.1. De la dependencia (directa e indirecta) del sector turístico de la energía fósil y la actual crisis energética.

Una máquina sin energía es una escultura, y un ser humano sin energía es un cadáver.

Steve Keen.

3.1.1. Resumen.

En este primer punto de la sección de resultados, y a través de la utilización del método analítico sintético, se analiza la naturaleza energética de la actividad turística. Para posteriormente, y a través del método histórico comparativo, analizar y presentar el comportamiento que los distintos recursos naturales han presentado en los últimos cincuenta años. Todo ello, con objeto de señalar la problemática energética en la que están inmersas las actuales sociedades disipativas industriales. Para ello, se hace necesario indicar que la actividad turística no es una actividad económica al uso, sino que es una actividad que necesita de un desplazamiento para llevarse a cabo. Por lo que se hace necesario el disponer de la cantidad de energía necesaria para realizar dichos desplazamientos. Siendo caracterizada esta energía por necesitar contar con una densidad energética alta, lo cual limita las fuentes energéticas disponibles en el ámbito biofísico únicamente a los recursos naturales fósiles (Hall et al., 2011, 2014, Becken, 2016). No obstante, estos recursos presentan diversas problemáticas atendiendo a sus propias características biofísicas como puede ser la propia limitación en el uso de las posibles tecnologías, o como el uso (y abuso) de estos recursos naturales fósiles favorecen los impactos más negativos en relación con el cambio climático y la degradación ambiental (Göösling et al., 2022, 2023), sin olvidar el riesgo asociado a un posible desabastecimiento de los productos energéticos necesarios para el normal funcionamiento de la actividad turística globalizada (Turiel, 2020). Problemáticas y amenazas a las que el sector turístico globalizado antes o después tendrá que atender.

3.1.2. Introducción.

La actividad turística no es una actividad económica al uso si no que es una actividad antropológica y espacial que conlleva necesariamente un desplazamiento desde los puntos de origen y destino (Becken, 2016). Implicando lo anterior que, para poder realizar turismo, primeramente, se debe contar con una cantidad de energía adecuada (tipo) y suficiente (cantidad) para que como mínimo el turista o la turista transite entre destinos en un trayecto de ida y otro de vuelta. Siendo la necesidad de energía mayor o menor, atendiendo a diversos factores como son la distancia entre el territorio emisor y el receptor, el medio de transporte que se emplee, y el tipo de turismo que se realice (actividades en destino) (Becken, 2001, 2011, 2015).

Así pues, salvo en casos no habituales donde se realiza un turismo de (extrema) proximidad, en donde coinciden los puntos A y B (territorio emisor y receptor) y, por lo tanto, se pueden utilizar medios de transporte que no estén basados en el consumo de energía fósil, o en su defecto, cuando la actividad turística desarrollada no necesita realizar un desplazamiento desde el territorio de origen, hasta el territorio de destino, como es el caso del turismo basado en la realidad virtual (Wang et al., 2024; Yersüren & Hale, 2024), el cual desde hace una década ya era presentado como una futura opción turística en escenarios energéticos decrecientes post *peak oil* (Watcharasukarn, et al., 2011), en el resto de situaciones donde se desarrolla la actividad turística se hace necesario tanto para el desplazamiento hasta el destino y la posterior vuelta al territorio de origen, como para la realización de las múltiples actividades e interacciones que los y las turistas realizan en destino, el consumo de recursos naturales fósiles (Hall, 2018; Lou et al., 2021). Sin embargo, estos recursos naturales fósiles no presentan una naturaleza infinita, sino que atrás quedaron las épocas doradas de la extracción del petróleo (los años 60-70) donde este recurso natural energético presentaba tasas de retorno energético cercanas a 1:100; esto es, por la cantidad de energía que atesoraba un barril de petróleo se podían obtener 100 (Hall et al., 2014). Hoy en día, con una tasa de retorno energético cercana al 1:8,5 (Dupont 2021), y debido a múltiples problemáticas derivadas tanto del declive natural del petróleo convencional, como de la acuciante falta de inversión por parte de las empresas del sector energético en su segmento de *upstream* (mantenimiento de los pozos actuales y búsqueda de nuevos yacimientos), se está produciendo un preocupante descenso en la cantidad de energía primaria suministrada por los

combustibles fósiles, así como un importante cuello de botella en el suministro energético de destilados medios (Turiel, 2020), lo cual muy posiblemente termine ocasionando un escenario energético futuro decrecentista que tendrá graves impactos en todas aquellas actividades económicas globalizadas, como es el caso de la actividad turística, que necesitan de un reseñable y constante suministro de energía de alta densidad (aquella proporcionada por los combustibles fósiles) para su proceso de implementación y desarrollo (Smill, 2017; Hall, 2018).

Del mismo modo, y asociada a la anterior problemática, son varias las dificultades añadidas a las que hay que atender para analizar el papel preponderante de la energía en la actividad turística globalizada. La primera dificultad añadida hace referencia a cómo la tecnología limita la posible sustituibilidad entre las distintas fuentes de energía. Esto se hace visible, si se atiende a la necesidad imperante en el actual modelo turístico crecentista globalizado de mantener en constante movimiento (desplazar), a millones de personas y sus pertenencias desde su territorio de partida hasta los lejanos territorios que se pretenden conocer y/o explorar. Para lo cual, es indispensable poder tener acceso a la cantidad de energía necesaria para desarrollar dichos desplazamientos. No obstante, no toda la energía es capaz de cumplir con tan ardua tarea. Si no que la energía que se necesita para llevar a cabo este transporte pesado a largas distancias y altas velocidades, requiere necesariamente del uso de recursos energéticos que tengan la capacidad de presentar una alta densidad energética por unidad de volumen (Turiel, 2022). Siendo los combustibles fósiles en general y el petróleo (y sus destilados líquidos) en particular, los únicos recursos que presentan unas características biofísicas que les permiten sostener este transporte tan exigente y demandante desde el ámbito energético (Dubois, 2006; Fahim et al., 2010).

Sin embargo, la doble imposibilidad de sustituir a los recursos energéticos fósiles para realizar estas tareas de transporte, generan varias problemáticas. La primera de ellas, está relacionada con el propio comportamiento natural de los recursos naturales fósiles, los cuales son unos recursos finitos y no renovables (al menos en la escala temporal humana), que, a consecuencia de lo anterior, presentan un comportamiento de extracción decreciente (Dubois, 2006). Esto es, que la siguiente tonelada de recurso es más costosa en términos económicos (y energéticos) de obtener, debido a que primero se explotan los recursos más accesibles y económicos tanto desde la vertiente económica, como desde la vertiente energética (Hall et al., 2008), para posteriormente explotar (si aún son rentables)

los recursos que queden en los distintos yacimientos y minas (Valero et al., 2021a). Esta circunstancia muy posiblemente se va a traducir en aumentos de los precios de los distintos servicios turísticos, afectando de forma señalada tanto a la oferta, como a la demanda turística.

En segundo lugar, y asociado a lo anterior, hay que atender a la problemática que se origina en cuanto a la propia imposibilidad de sustituir unos recursos energéticos naturales por otros. Puesto que al contrario de lo que se expone desde las propuestas para la conformación de la sostenibilidad desde el ámbito económico neoclásico, los recursos naturales energéticos fósiles (capital natural) no solo no son sustituibles o intercambiables por el capital humano (capital manufacturado), sino que, además, los anteriores no son sustituibles entre sí. Presentando así, los recursos naturales fósiles una relación más cercana a la complementariedad que a la sustitución. Siendo esta relación de complementariedad, el resultado de que cada uno de ellos presentan unas características biofísicas únicas (y distintas), lo que a la postre, los hace aptos para realizar unas tareas y no aptos para realizar otras (Turiel, 2022).

Así, el uso de una tecnología como puede ser los motores de un avión comercial de pasajeros, necesita recibir constantemente un aporte energético de alta densidad, por lo que se hace necesario el uso de un vector energético que gracias a sus propias características biofísicas (densidad energética/peso, baja tendencia de congelación a bajas temperaturas, estable en estado líquido etc.), aporte tal cantidad de energía que pertiga la propia utilización de la tecnología. No pudiendo funcionar dicha tecnología con otro recurso o vector energético que no posea las mismas características (como por ejemplo el carbón o energía solar, etc.). Siendo esta la razón de la imposibilidad de alimentar los motores de combustión de los distintos tipos de la aviación comercial, con otro tipo de vector energético que no sea el queroseno (Fahim et al., 2010).

Ahora bien, como se expone en los anexos I y II, en los cuales se analiza la naturaleza del petróleo (y sus productos energéticos derivados), así como su proceso extracción, además de señalar las problemáticas energéticas actuales derivadas del comportamiento natural de los recursos naturales fósiles para las actuales sociedades disipativas industrializadas (puntos 3.1.4., 3.1.5. y 3.1.6), el porcentaje de obtención de destilados medios (aquellos combustibles líquidos con mayor densidad energética por unidad), queroseno, diésel y los distintos tipos de gasóleo, es un porcentaje que, aunque puede variar atendiendo a las propias características del petróleo difícilmente sobrepasa el 40 %. Siendo además bien

sabido, que el *peak* del propio petróleo convencional acaeció en el año 2005-2006 (IEA, 2010), decreciendo su producción desde entonces hasta ahora en un 14 % (IEA, 2022), lo cual está generando un cuello de botella en cuanto a la disponibilidad de estos destilados medios, lo que, a su vez, genera una clara limitación al uso de determinadas tecnologías que además de impactar de forma drástica en la actividad turística globalizada, y debido a la heterogeneidad de usos y sectores en donde estos destinados medios son la fuente principal de energía de alta densidad (minería, agricultura, transporte etc.), este cuello de botella va más allá, y se presenta como una clara amenaza y limitación al actual sistema de producción globalizado (Gilbert, 2022; Descifrado, 2023; Torrez-Márquez, 2023).

Además de lo señalado anteriormente, no hay que olvidar que la utilización de estos recursos naturales fósiles generan el empeoramiento del cambio climático, y la degradación ambiental (IPPC, 2022, 2023), lo cual, repercute sobre la propia actividad turística generando múltiples problemáticas relacionadas tanto con los largos periodos de sequía y los aumentos de temperatura relacionados con el cambio climático, así como la pérdida de biodiversidad y la contaminación de paisajes y territorios a consecuencia de la propia degradación natural (Otero et al., 2020).

Por otro lado, también es adecuado el señalar, que las dificultades añadidas que presenta el posible análisis energético de la actividad turística globalizada, también tienen que ver con la extrema dificultad para recopilar y desagregar de forma eficiente los datos derivados de los consumos energéticos de los múltiples procesos que conforman la propia actividad. Así pues, y como se ha puesto de manifiesto a lo largo del marco teórico, la disponibilidad de energía primaria juega un papel vital en el proceso económico. Siendo esta realidad igualmente extrapolable a la actividad turística, la cual no deja de ser una actividad económica (globalizada) más, la cual está estrechamente ligada con el transporte (globalizado) de personas y mercancías, presentando así, las mismas problemáticas y dependencias energéticas de las que adolece el transporte internacional (Sempere & Tello, 2007). No obstante, la actividad turística presenta unas características esenciales que la distingue del resto de las actividades económicas al uso. Siendo la más reseñable, la profunda incardinación que presenta esta actividad turística en el día a día, del funcionamiento del sistema económico globalizado. Hecho que genera una profunda problemática a la hora de la recolección real de los consumos energéticos que deben ser imputables a cada una de las actividades económicas como consecuencia de la

imposibilidad de desagregar, hasta el nivel energético adecuado, los distintos procesos productivos (Ayres 1996, 1999).

Un punto a señalar, son las diversas las metodologías analizadas en este trabajo que tratan de analizar los costes energéticos derivados de la actividad turística (de forma global o atendiendo únicamente a partes de su cadena de valor), siendo las más reseñables, aquellas que se basan en la recolección directa de los datos energéticos a través de encuestas y formularios (Becken, 2001; Becken & Simmons, 2002), aquellas otras que presentan distintos modelos econométricos, regresiones u otros modelos estadísticos utilizados generalmente para medir las relaciones entre múltiples variables que registran los diversos consumos a través de fuentes secundarias (Zhang & Gao, 2016; Dogan & Aslan, 2017), o aquellas que utilizan factores de conversión para extrapolar los previamente recogidos datos energéticos, a otras variables como pueden ser las emisiones de Co^2 (Göossling & Hupe, 2023; Göossling et al., 2023).

Mientras que, por otro lado, no se puede olvidar la existencia de modelos orientados al análisis del metabolismo social, los cuales, suelen presentar módulos que tratan de analizar la cantidad de energía en el sistema. De entre este último tipo de metodología, los modelos más reconocidos y afianzados son el modelo MEDEAS (Modelización del desarrollo energético bajo límites ambientales y socioeconómicos), que presenta un módulo que permite visionar aproximaciones del consumo energético (directo) por actividades (de Blas et al., 2019; Capellán-Pérez et al., 2020); el modelo MuSIASEM (Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism), que a través de las matrices de datos permite analizar y visionar los flujos de agua, energía (directa), alimentos y recursos monetarios (Giampietro et al., 2013; Cadillo-Benalcazar et al., 2022), y finalmente la TRE (Tasa de Retorno Energético), que permite medir el costo energético del proceso de *producción* de energía (Hall et al., 2008, 2011a). Y aunque no cabe duda acerca de la utilidad de las anteriores metodologías para la consecución de sus objetivos de estudio, todas y cada una de ellas, se tienen que enfrentar al problema de poder desagregar correctamente los datos de los diferentes consumos energéticos con objeto de imputarlos a los balances energéticos de una actividad económica u otra (Smill, 2021).

No obstante, y atendiendo al hecho de que las actividades económicas no son unas independientes de otras, sino que están interrelacionas y en muchos casos, unas soportan energéticamente a las otras (Ayres, 1996, 1999), esto se traduce en un problema complejo,

que hace muy complicado el poder realizar una imputación proporcional real de los costes energéticos por cada actividad económica. En el caso turístico, y para poder realizar una correcta imputación de la totalidad de los costes energéticos de la actividad a nivel global, se requeriría poder imputar correctamente la parte proporcional del coste energético que es necesario para el mantenimiento de las múltiples infraestructuras y servicios que son utilizados por los y las turistas durante el consumo de la actividad, y que atendiendo a su naturales usos y comportamientos, en principio son contabilizados en los balances energéticos de otras actividades y sectores económicos (sanidad, seguridad, saneamiento y tratamiento de residuos etc.) (Ayres, 1999, Smill 2010).

En segundo lugar, hay que atender al hecho de que estos modelos contables energéticos tampoco atienden al consumo oculto energético de las distintas actividades, los cuales están relacionados con los procesos de creación y mantenimiento de las diversas tecnologías que permiten la realización de la actividad. En el caso de la actividad turística, cuando se señala que el costo energético por pasajero de un avión comercial tipo (Airbus A320) es de 2.3 l/100 km (Airbus, 2023), este costo energético analizado, no incluye los costes indirectos anteriormente señalados (infraestructuras), como tampoco incluye el coste energético oculto, el cual consiste en imputar al anterior coste energético directo, la parte proporcional de energía que ha sido necesaria para la construcción y mantenimiento de la tecnología que facilita la actividad (avión), a lo largo de su ciclo de vida. Lo cual, a su vez, presenta las problemáticas tanto de conocer de antemano cuál va a ser el tiempo (real) de vida útil del avión (para poder imputar la parte proporcional al viaje), algo que no siempre es posible (AENOR, 2018), como la de dilucidar hasta qué nivel de imputación de los costes energéticos es conveniente atender. Pudiendo llevar esta última cuestión relativa al nivel adecuado de la imputación de los costes energéticos en modelos contables energéticos, como es el caso de la Tasa de Retorno Energético, hasta un nivel de determinismo energético que roza lo absurdo (Arvesen & Hertwich, 2015).

Atendiendo a las anteriores problemáticas, en este trabajo se ha apostado por realizar un análisis de la actual problemática (fósil) a través de una visión global y sistémica, la cual incluye como no puede ser de otra forma y manera, la implementación y desarrollo de la actividad turística globalizada. Dejando de lado, la opción de presentar una aproximación contable del consumo energético de la actividad turística globalizada, la cual no atendería a los costes energéticos indirectos y ocultos, y cuyos resultados muy posiblemente minimizarían los consumos energéticos totales (reales) y, por ende, los diversos costes de

oportunidad energéticos, ambientales y climáticos derivados del mantenimiento del actual modelo turístico crecientista globalizado.

3.1.3. Energía fósil y la cadena de valor de la actividad turística.

La relación entre la actividad turística y el consumo de energía de alta densidad, presenta una relación más compleja de la que en un principio se podría considerar si meramente se atiende a la particularidad que presenta la actividad turística al respecto de la necesidad de realizar su consumo en un espacio/territorio distinto al de pertenencia de los consumidores y las consumidoras turísticos (Nelson, 2010; Becken, 2015).

Atendiendo a la particularidad anterior, se hace evidente que para realizar los múltiples desplazamientos de los y las turistas (y sus pertenencias) tanto desde origen a destino (y viceversa), como en destino, se hace necesario el consumo de energía primaria fósil de forma directa. Esto es, en forma de combustibles líquidos que abastezcan de energía a las múltiples tecnologías que el sector del transporte globalizado necesita para mantener en movimiento a los millones de turistas (queroseno, diésel, gasoil, naftas, gasolinas, etc.). Siendo este primer nodo de valor de la cadena turística (transporte) el nodo que necesita mayores consumos de energía fósil de forma directa (Liu et al., 2011; Bhuiyan et al., 2012; Bajracharya et al., 2020). Sin embargo, la necesidad de energía fósil de este primer nodo no acaba aquí, puesto que además de atender al anterior consumo directo de energía fósil, se hace necesario señalar la cantidad de energía fósil que ha sido necesaria para la construcción, y el mantenimiento de todas aquellas infraestructuras relativas a las distintas redes de transporte que son utilizadas por los y las turistas (aeropuertos, puertos, autovías, metros, ferrocarriles etc.) (Bianco, 2019; Lou et al., 2021; Pablo-Romero et al., 2023).

No obstante, la necesidad de demanda de energía primaria de alta densidad energética demandada por la actividad turística, no acaba con el desplazamiento del o de la turista y sus pertenencias al lugar del destino, sino que una vez en el destino turístico, el o la turista necesita continuar con las actividades cotidianas necesarias y orientadas al mantenimiento de la vida (Jaramillo-Escobedo et al., 2019; Nuez & Osorio, 2019; Trull-Dominguez et al., 2019). Demandando así estructuras que satisfagan sus necesidades de alimentación y alojamiento, las cuales conforman el segundo nodo de la cadena de valor turística. Si se

obvia el consumo energético fósil directo que ha sido necesario para la implementación de dichas estructuras (el diésel necesario para la maquinaria que extrae y transporta los minerales, el gas natural utilizado para darles forma y conformar el cemento, la gasolina o gasoil necesario utilizado para transportarlos hasta el destino, etc.), este segundo nodo de valor desde una vertiente energética se podría señalar que es sostenido gracias al consumo de electricidad. Lo que implica que este segundo nodo de la cadena de valor se caracteriza por un uso intensivo de energía fósil de manera indirecta, aunque pueda presentar consumos fósiles directos residuales (calderas, servicios secundarios de iluminación, etc.) (Lok & Chan, 2001; Prasad & Singh, 2014; Tang et al., 2018). Siendo el anterior consumo indirecto de energía fósil el resultado de la energía en forma de carbón, o gas natural para la producción de electricidad mediante las centrales eléctricas de ciclo combinado, o bien, a través de la energía fósil que ha sido necesaria para realizar todo el ciclo de vida de los distintos sistemas de captación de energía renovable (ver anexo IV).

Por otro lado, una vez en destino, los turistas y las turistas realizan múltiples actividades de ocio, deportivas y de compras (Becken et al., 2001; Becken & Simmons, 2002; Pablo-Romero et al., 2023), las cuales necesitan de unas infraestructuras (resorts, centros comerciales, gimnasios, cines, teatros etc.) (Lou et al., 2021), las cuales al igual que ocurre en el nodo segundo, han sido conformadas a través del consumo directo de energía fósil. Mientras que su funcionamiento y mantenimiento dependen del consumo indirecto de energía fósil (a través del consumo de electricidad) (Pablo-Romero et al., 2019; Sghaier et al., 2019; Ben-Jebli et al., 2019).

Finalmente, se han de señalar el consumo de energía fósil que es realizado por los múltiples servicios (y sus instalaciones e infraestructuras) que procuran cohesión social y cierta tranquilidad y seguridad al turista en destino (servicios policiales y judiciales, servicios médicos, servicios de tratamiento de residuos, abastecimiento de agua y electricidad, etc.) (Esteva et al., 2013), y sin los cuales, muy posiblemente el normal desarrollo de la actividad turística presentaría serios problemas (Akadiri et al., 2017).

Así pues, y atendiendo a los principales nodos de la cadena de valor de la actividad turística globalizada, se puede señalar que en todos y cada uno de ellos, se hace necesario el consumo de energía fósil. Señalando una necesidad imperante en el caso del nodo del transporte el cual incluye tanto el transporte desde el territorio de origen hasta el territorio de destino, como los posibles desplazamientos en destino, y finalmente el traslado de

vuelta hacia el origen del y de la turista. Presentando los siguientes nodos de la cadena de valor (alojamiento y restauración, y entretenimiento y ocio, compras y otras actividades turísticas) un consumo directo de energía fósil más residual, pero un alto consumo de energía fósil indirecta para la generación de la energía eléctrica consumida (Lai et al., 2011; Idahosa et al., 2017; Pablo-Romeo et al., 2019, 2023).

En resumidas cuentas, y atendiendo a las anteriores circunstancias, se puede señalar que, para la realización y la implementación de los diversos nodos de la cadena de valor de la actividad turística globalizada, se hace necesario el poder disponer previamente de la energía fósil requerida para llevar a cabo cada uno de ellos. Por lo que es posible afirmar, que la propia actividad turística globalizada para su propia implementación y desarrollo, presenta una dependencia reseñable de la disponibilidad de la energía de alta densidad que presentan los recursos naturales energéticos fósiles (Dubois, 2006; Fahim et al., 2010; Hall, 2018; Turiel, 2020), los cuales como se reseñará tanto en los siguientes puntos (como en los anexos I y II), están presentando un comportamiento decreciente como consecuencia de haber llegado en algunos casos, y estar cercanos en otros, a sus diversos puntos máximos de extracción (IEA, 2023a). Traduciéndose lo anterior, en un estancamiento y reducción de la cantidad de energía primaria (neta) que estos recursos naturales fósiles son capaces de suministrar a las actuales sociedades disipativas industriales (Heinberg, 2007; Hall et al., 2014a; de Castro et al., 2011, 2013; de Castro & Capellán-Pérez, 2020; Dupont et al., 2021; Fischer-Kowalski, 2023).

3.1.4. Mix energético global y Peak oil: una amenaza endémica para el modelo turístico globalizado.

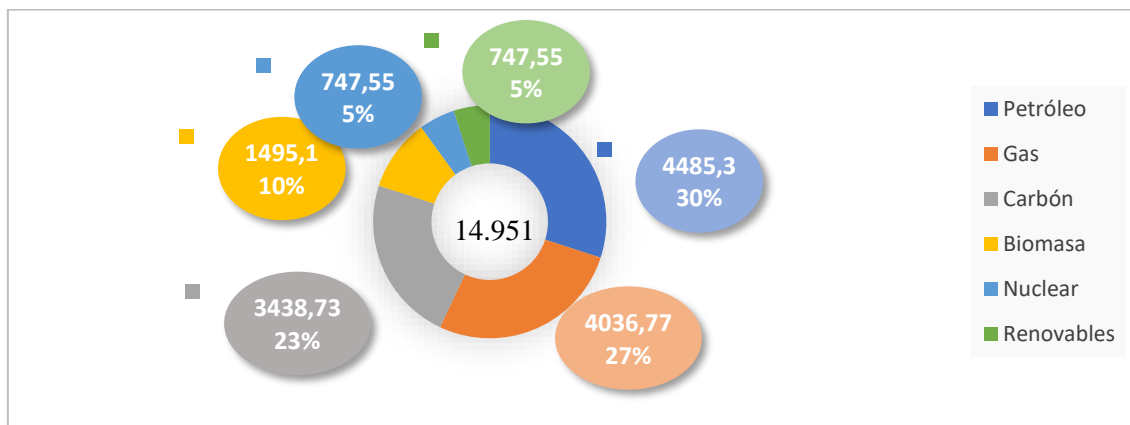
Se entiende por energía primaria aquella energía, que, mediante procesos biofísicos o químicos, puede ser transformada, explotada o extraída de los diferentes recursos naturales fósiles mediante procesos físicos y químicos, por el ser humano (energía en forma de baja entropía), pudiendo ser utilizada para la realización de las diferentes tareas y actividades, realizadas en el subsistema económico/social, y que configuran el metabolismo socioeconómico de las distintas sociedades disipativas que tienen cabida en el planeta (Andreoni, 2022; Cadillo-Benalcazar et al., 2022; Giampietro & Mayumi, 2023).

Atendiendo a la anterior definición, los datos del mix energético¹⁶ de energía primaria a nivel global para el año 2022¹⁷, muestran un incremento del 2 % con respecto al año anterior, llevando la demanda total de energía primaria a situarse en 14 951 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep). De las cuales, el petróleo aportó el 30 % de las mismas (4.485,3 tep) el carbón un 27 % (4.036,77 tep), el gas natural con un 23 % (3.438,73 tep), y la biomasa un 10 % (1495,1 tep), mientras que la energía nuclear lo hizo en un 5 % (747,55 tep). Alcanzando el sumatorio de la energía primaria producida por los diversos sistemas de producción y captación de energía renovable, un escueto 5 % del total (747.55 tep) (Repsol, 2023).

¹⁶ Sumatorio de todas las fuentes energéticas que dan como resultado la energía primaria global total anual.

¹⁷ El último año con datos contrastados.

Gráfico 4. Mix energético de energía primaria global año 2022 en toneladas equivalentes a petróleo (tep).



Fuente: Anuario Repsol 2023. Elaboración propia.

Atendiendo a los anteriores datos presentados, el 81 % de toda la energía primaria consumida en el planeta corresponde a tres recursos naturales fósiles: petróleo, carbón y gas natural. Llegando a este porcentaje al 86 % si a los anteriores recursos naturales fósiles, le sumamos la energía nuclear, la cual es dependiente del recurso mineral de uranio, el cual presenta grandes semejanzas en cuanto a su comportamiento al respecto de los tres anteriores (Lazarín & Pichardo, 2016), y que históricamente junto a los anteriores recursos naturales fósiles, son las cuatro fuentes de energía por excelencia.

Atendiendo a los datos anteriormente señalados se hace comprensible la dependencia que presentan las actuales sociedades termodinámicas disipativas industriales de los recursos naturales energéticos fósiles en general, y del petróleo en particular, al ser este recurso energético fósil el responsable del proporcionar la energía que permite el 95 % del transporte global (Sempere & Tello, 2007). Sin embargo, el petróleo, al igual que el resto de recursos naturales fósiles, presenta una naturaleza finita y no renovable que se pone de manifiesto a través del proceso natural de su declive de extracción, lo cual genera un riesgo y una amenaza sistémica tanto al conjunto del sistema económico global. Siendo el riesgo mayor para aquellas actividades económicas no sistémicas, que demandan una alta cantidad de energía, como es el caso de la actividad turística (Hall et al., 2014a).

No obstante, ya en 1956 el geólogo estadounidense Marion King Hubbert publicaba su obra cumbre, *Nuclear Energy and the Fossil Fuels*, donde tras años de análisis y estudios sobre el comportamiento de los recursos naturales fósiles, como geofísico en la compañía

energética Shell, daba a conocer su teoría basada en el pico máximo de producción de dichos recursos naturales, o *peak oil*. En el mencionado trabajo, el geólogo y geofísico, presentaba las fases del comportamiento de la extracción de petróleo a través de la conformación de una curva de explotación general, generada por la agregación de las curvas de explotación de los yacimientos individuales. Consistiendo en realidad esta curva general, en una proyección de la tasa de extracción de un recurso finito (cualquiera) a lo largo del tiempo, presentando una lectura muy intuitiva donde la tasa de extracción inicial crece rápidamente, puesto que en primer lugar siempre se realiza la extracción del petróleo alojado en las trampas geológicas como consecuencia de su migración a los estratos superiores (Guillemot, 1980; Selley et al., 2022), facilitando así su extracción a un bajo coste de explotación tanto económico como energético, (Sempere & Tello, 2008). No obstante, a medida que el petróleo del pozo comienza a escasear, y hay que realizar nuevas perforaciones, o realizar técnicas mixtas para facilitar su extracción, (como por ejemplo el *fracking*), tanto los costes de explotación, como los costes energéticos aumentan de forma exponencial, presentando así la explotación de petróleo, un claro comportamiento basado en un aumento del coste marginal de explotación, esto es, cada unidad producida, tiene un costo económico y energético mayor que la anterior (Valero et al., 2021).

Según Hubbert, la explotación de un pozo de petróleo, alcanza su máximo, cuando la extracción del recurso llega a rondar el 50 % de la cantidad de petróleo disponible en el pozo, para después menguar de forma precipitada (Hubbert, 1956). Siendo este comportamiento extrapolable a una curva totalizadora que representase a la extracción total del petróleo a nivel global (Hubbert, 1956).

Basándose en esta hipótesis de trabajo en cuanto al comportamiento geológico y biofísico natural del petróleo, Hubbert estimó con éxito que el pico de máxima extracción en la producción de petróleo (*peak oil*) en EE. UU. ocurriría entre 1965-1970. Tres años a posteriori de la fecha señalada por Hubbert se produjo la confirmación de la hipótesis de Hubbert en cuanto al pico de producción alcanzado en la producción tanto del petróleo como del gas natural estadounidense (National Academy of Sciences, 1990).

Sin embargo, al igual que ocurre con el proceso de extracción del petróleo, este concepto relativo al *peak oil* o punto de máximo extracción de cualquier recurso no renovable, suele llevar aparejadas ciertas ideas mentales asociadas que por lo general tienden a ser incorrectas (Delannoy et al., 2021). Así cuando se habla del *peak oil*, son muchas las

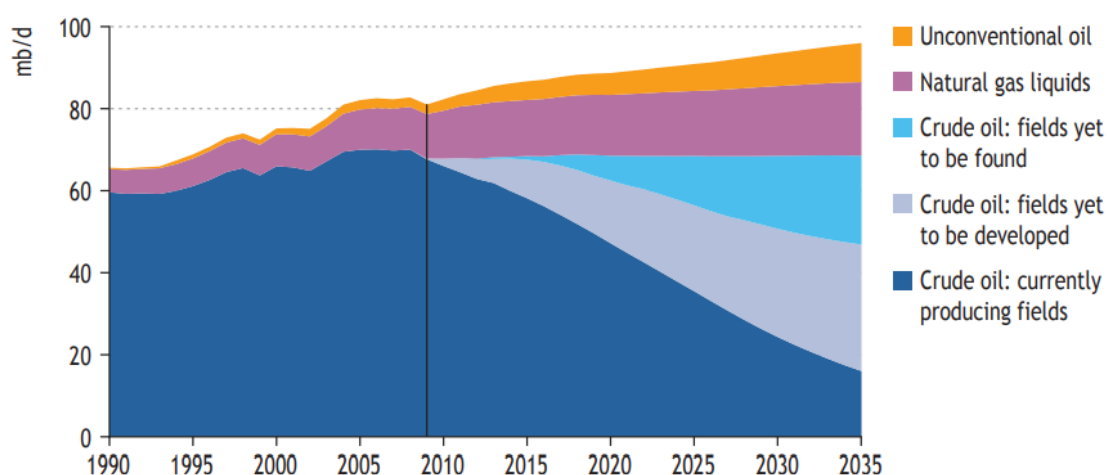
personas que entienden que este concepto indica que, de un día para otro, los pozos de petróleo se van a secar y de repente, no se va a poder tener acceso a tan importante recurso energético. Nada más lejos de la realidad. El concepto de *peak oil* hace referencia al momento en el que se llega en al punto más alto del proceso de extracción del petróleo, donde por definición, a partir de ahí, la extracción de petróleo, debido a su propio comportamiento natural, va a ir paulatina e inexorablemente decreciendo, presentando un descenso continuo, a mayor o menor velocidad, atendiendo a diversos factores geológicos y económicos (Nima et al., 2020). Este concepto se puede identificar con aquella persona a la que todos los años le van recortando un 6-10 % de su sueldo (variación en el porcentaje del descenso natural de los pozos de petróleo convencional atendiendo a su zona geográfica de extracción). En este caso, la persona en cuestión, no deja de recibir su salario de un día para otro. Todos los meses recibe sus emolumentos, pero minorados. Provocando esta minoración, la necesidad de adaptar constantemente su consumo, a la cantidad económica minorada que recibirá en cada mensualidad. Del mismo modo, y como consecuencia de este descenso energético en el que estamos inmersos, nuestras sociedades termodinámicas disipativas, van a tener que adaptarse a una constante y menor cantidad de energía proveniente de un recurso natural fósil, encargado de suministrar un tercio del total de la energía primaria global (Repsol, 2023), además de ser el recurso natural del que depende en un 95 % todo el transporte nacional e internacional (Sempere & Tello, 2007) (y por ende, la totalidad de la actividad turística), lo cual genera una acuciante problemática energética como consecuencia de la convergencia de diversos factores (*pak* del petróleo convencional, falta de inversiones por parte de las empresas energéticas, escasez de destilados medios de petróleo etc.), de muy difícil solución (ver anexo I) bajo el paradigma económico y político actual basado en el crecimiento exponencial para todas aquellas actividades altamente demandantes de recursos naturales energéticos y que no pueden ser consideradas como actividades económicas troncales, para el mantenimiento y sostenibilidad del subsistema económico y el metabolismo social, como de nuevo, es el caso de la actividad turística globalizada.

3.1.5. El fin del petróleo barato. Un breve análisis de la problemática energética actual.

En 1988 Campbel y Leharré, dos geólogos que habían estado trabajando durante décadas para las compañías extractoras de petróleo, publicaron un trabajo advirtiendo de que muy posiblemente sobre el 2010, se llegaría al máximo de producción del petróleo barato (Campbel & Leharré, 1988), esto es, del petróleo convencional, aquel que ha migrado y se encuentra depositado en forma de balsa en las trampas geológicas, y que al realizar la perforación del pozo fluye sin esfuerzo, sin necesitar de técnicas mixtas o múltiples de extracción que necesiten de un gasto adicional considerable añadido al proceso de extracción de petróleo (Dubois, 2006). Realmente, los cálculos publicados a finales de la década de los ochenta por Cambell y Leharré, se han demostrado bastante certeros, presentado un decalaje temporal entre la fecha del *peak* del petróleo convencional propuesta por sendos autores y autoras, y la fecha realmente reconocida, únicamente de cinco años, si se atiende a los propios datos publicados en 2010 por la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés). Siendo este ente la organización internacional creada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 1974, tras la primera crisis del petróleo del año 1973, naciendo con objeto de garantizar un suministro energético seguro y que respete el medio ambiente para los 28 miembros que la conforman, así como para asesorar a dichos miembros en todas aquellas materias relacionadas con la energía (IEA, 2023). Para ello, anualmente este organismo presenta unos informes denominados World Energy Outlook (WEO) dónde se recogen los datos más relevantes en cuanto a la demanda y oferta (a través de previsiones de producción) de energética mundial, así como los datos y proyecciones referentes a la demanda futura de los recursos naturales fósiles, atendiendo a tres diferentes escenarios económicos, previamente basados en las estimaciones económicas señaladas por la OCDE. Y aunque descontando, que los datos y proyecciones que comunica este ente están basados previamente en unos parámetros meramente económicos; sin embargo, en sus gráficos de datos consolidados y proyecciones se puede atender tanto al comportamiento histórico que en los últimos años han presentado los recursos naturales fósiles como es el caso del petróleo crudo, y sus productos derivados energéticos, así como el gas natural, el carbón y aunque en menor medida (son pocas las referencias a la producción de uranio en estos informes) al uranio, como a sus posibles comportamientos futuros. Junto a la IEA, el otro organismo internacional que se ocupa y preocupa por el comportamiento de los recursos naturales fósiles a nivel global, es el

denominado Foro Internacional de la Energía (IEF) siendo este órgano un foro internacional de diálogo entre los países productores y los países consumidores, unificando tanto al 90 % de la producción, como de la demanda en sus filas, son los órganos internacionales que atienden al comportamiento global de los recursos naturales fósiles. Y que, a través de su Secretaría General, presenta informes constantes de la situación de los diversos recursos naturales fósiles, presentando un mayor interés por el análisis del comportamiento del petróleo crudo (IEF.org).

Gráfico 5. *Constatación de la llegada del peak del petróleo convencional. Producción global de petróleo según categoría en el escenario de Nuevas Políticas en millones de barriles por día.*



Fuente: IEA. WEO 2010, p. 122.

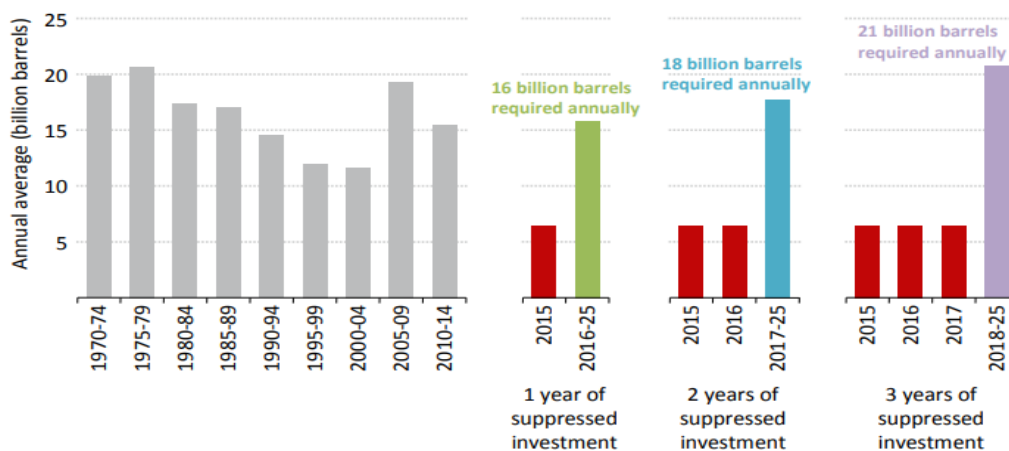
Así en el anterior gráfico número cinco, presentado por la IEA en la publicación de su informe anual del año 2010, (WEO 2010), se muestra la evolución de la producción de petróleo de los años anteriores a 2010 y la previsión futura de petróleo en los años siguientes, y en donde por primera vez, se reconoce que la extracción de petróleo crudo convencional había alcanzado su pico máximo de producción en 2005. Tras lo cual, las previsiones muestran como nunca más se iban a poder alcanzar los niveles de extracción previos a la llegada del *peak*.

En esta gráfica, las distintas franjas representan distintos tipos de hidrocarburos líquidos, en donde el petróleo crudo convencional viene representado por las tres franjas de color azulado. La franja de color azul marino, representa la producción de los campos de

petróleo que ya estaban activos en el año 2010. Lo que permite visionar claramente que la producción de petróleo convencional había tocado máximo en el año 2005-2006, y que a partir de ahí la producción había empezado a caer rápidamente a un ritmo de más del 6 % anual. Coincidiendo este porcentaje, con la posible horquilla de declive natural de los campos maduros, como ya se ha señalado con anterioridad. Mientras que la franja de color azul grisáceo corresponde a la estimación de la cantidad de petróleo no convencional que los nuevos campos que ya eran conocidos pero, que aún no se había puesto en explotación, iban a aportar en años futuros. Siendo finalmente, la franja de azul celeste la correspondiente a las previsiones de los campos que se iban a descubrir y a poner en producción en el periodo comprendido entre el 2010-2025.

Atendiendo al sumatorio de las tres franjas azules, se conseguiría mantener un ritmo de producción constante, pero ligeramente por debajo del nivel de los 70 millones de barriles diarios (69) marcados en 2005. Bien es cierto que para que la franja azul celeste pudiera tener ese más que optimista tamaño, el nivel de descubrimiento de nuevos yacimientos debería de multiplicarse por 4 atendiendo a los descubrimientos realizados en los 20 años anteriores (IEA, 2016). Mostrando además esta gráfica, la previsión de energía que aportarían los líquidos del gas natural que como se señalará posteriormente con más detalle, no son combustibles líquidos como tal (en color morado), y en donde finalmente los petróleos extrapesados de Canadá y Venezuela son representados en color amarillo.

Grafico 6. Nivel necesario de descubrimiento y puesta en explotación de nuevos pozos de petróleo para satisfacer la demanda año 2025.

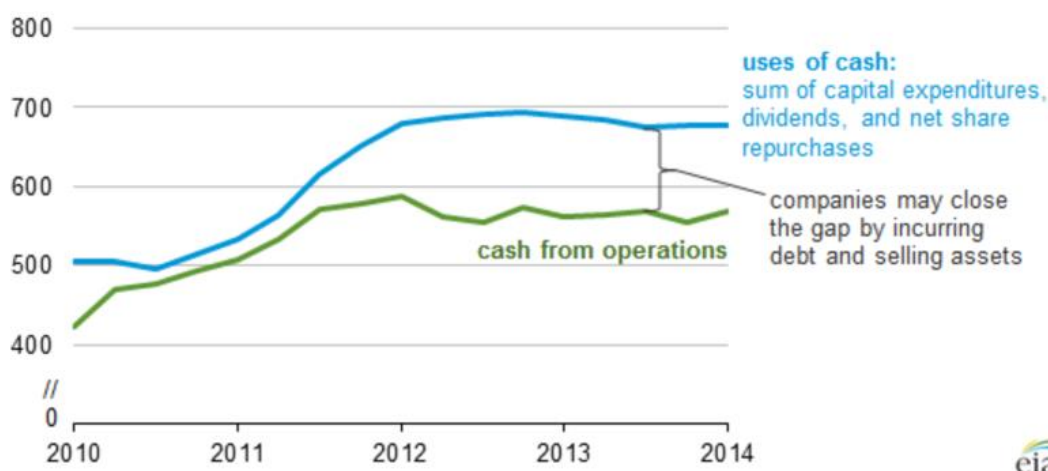


Fuente: World Energy Outlook, 2016. Figure 3.17.

A raíz de esta conocida y acuciante problemática, en primer lugar, se optó por potencial los petróleos extrapesados, pero debido a las diversas limitaciones y problemáticas asociadas a este tipo de producción de bitumen (ver anexo II), hacen prácticamente imposible o al menos, muy improbable, un crecimiento suficiente de la producción de los petróleos no convencionales que pudiera compensar el descenso energético generado por el declive natural de la producción de petróleo convencional. Posteriormente, y ya en 2009, la respuesta a este *gap* energético sería en forma de la mejora de técnicas de extracción que permitiesen explotar hasta entonces inaccesibles reservorios que hasta la puesta en explotación masiva de la fractura hidráulica no era posible realizar (Cross, 2023).

Sin embargo, la aplicación de esta técnica múltiple, a rocas tan poco propicias para su explotación como a las que se les realizaba en EE. UU. desde el año 2009, propicia que los pozos tratados con *fracking* obtengan el 80 % de su rendimiento en los dos primeros años de su explotación y que, llegados a los cinco años, la producción sea prácticamente despreciable (Peinado, 2013, 2014), presentando así este tipo de petróleo tanto unos vertiginosos aumentos de la producción, como la imposibilidad de mantener esta producción a lo largo del tiempo. Traduciéndose lo anterior en aumentos exponenciales en los costes de producción debido a la constante y urgente necesidad poner en explotación un número cada vez mayor de pozos que permitan la recuperación de las inversiones iniciales, conformándose así un esquema Ponzi (Cross, 2023) que solamente ha sido posible gracias a las subvenciones, el aumento exponencial de la deuda, y de la desregulación medioambiental americana (Heiberg, 2014).

Gráfico 7. Operaciones en efectivo de las 117 principales empresas de energía (línea azul) y usos del efectivo (línea verde) en miles de millones de dólares de 2014. Valores anualizados de informes trimestrales.



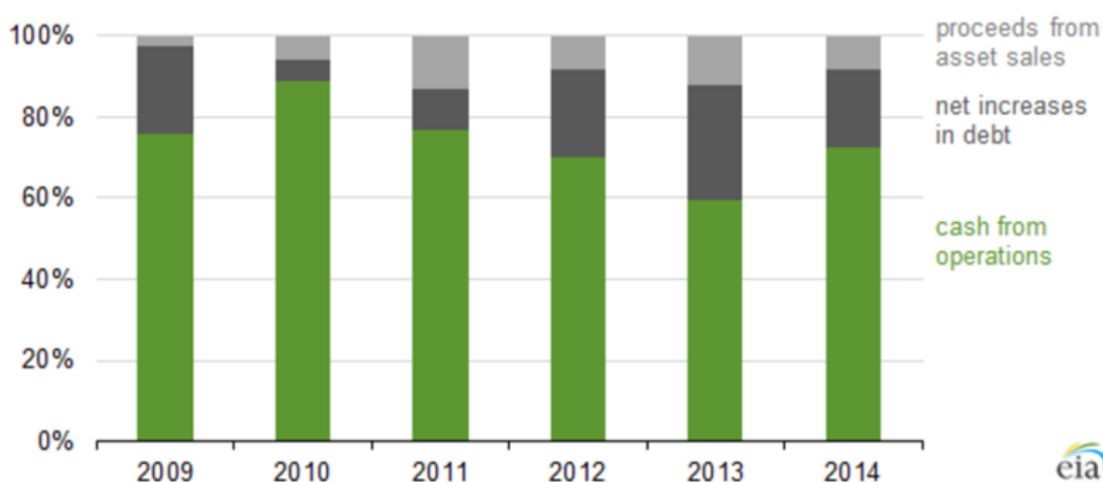
Fuente: Administración de Información Energética de EE. UU., base de datos de energía.

En el anterior gráfico número siete, presentado por la oficina de la energía de la administración de EE. UU., se reflejan los ingresos por operaciones de las 127 compañías de petróleo y gas mayores del mundo durante el período 2010-2014 en miles de millones de dólares de 2014 (línea verde). Mientras que la línea azul, representa los gastos de explotación de esas mismas compañías para el mismo período y misma paridad de valor. Según los datos recopilados de informes trimestrales recogidos por el departamento de la energía de EE. UU., para el año que finalizó (estadísticamente) el 31 de marzo de 2014, el efectivo de las operaciones de explotación de las mayores 127 compañías de petróleo y gas natural fue de 568 mil millones de dólares. Mientras que los gastos totales de explotación totalizaron la cantidad de 677 mil millones de dólares. Una diferencia de 109 mil millones de dólares. Este déficit se cubrió mediante un aumento neto de 106 mil millones de dólares en deuda, además de ventas de activos por un total de 73 mil millones de dólares, aumentando así el saldo de caja. Ampliándose la brecha entre los ingresos recibidos procedentes las operaciones de explotación con respecto a los gastos ocasionados para las mismas partidas desde un mínimo de 18 mil millones de dólares en 2010, a 120 mil millones de dólares durante los últimos tres años.

En respuesta al crecimiento del gasto derivado de las propias operaciones de explotación, como se reseña desde el siguiente gráfico número ocho, las empresas del sector energético optaron por la venta de activos y el aumento del endeudamiento. Siendo la imposibilidad

del pago de la deuda contraída debido a los aumentos exponenciales en los costes de producción de la explotación de los pozos mediante la técnica de fracking, el detonante que ha llevado a muchas de estas compañías a la quiebra dejando un reguero de deudas sin atender (Sandri, 2020). Señalando por su importancia las siguientes empresas energéticas: EP Energy, Chesapeake Energy, Ranch Energy, Bellatrix Exploration y Murray Energy. Las distintas plataformas estadounidenses de petróleo de esquisto han quemado en la última década unos 300.000 millones de dólares, lo que supone haber destruido el 70 % del capital invertido desde 2008 (Cross, 2023). Debido a las monstruosas cantidades de dinero perdidas, el riesgo de quiebras en cadena de todo el sector es un riesgo real (Sandri, 2020).

Gráfico 8. Fuentes de efectivo del primer trimestre para las principales empresas energéticas 2009-2014 (efectivo procedente de operaciones corrientes, color verde; efectivo procedente del aumento neto de la deuda, color negro; efectivo procedente de la venta de activos, color gris).



Fuente: Administración de Información Energética de EE. UU., base de datos de energía.

Los anteriores datos apuntan a que las empresas del sector energético, durante el periodo comprendido entre los años 2010-2014 han estado perdiendo dinero a un ritmo de 110.000 millones de dólares anuales. Ocurriendo esto en un periodo donde el precio medio del petróleo, ha sido uno de los precios más elevados de la serie histórica, (incluso teniendo

en cuenta el efecto de la inflación), alcanzándose un precio medio cercano a los 110 dólares/barril, como se puede apreciar en el siguiente gráfico número nueve.

Gráfico 9. *Histórico precio del petróleo Brent 2007-2023.*



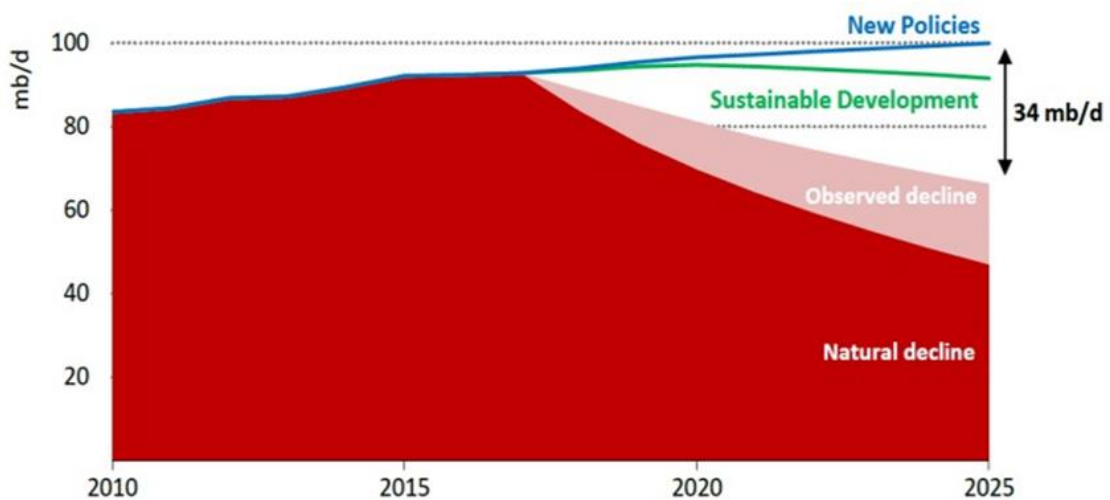
Fuente: Investing.com

En definitiva, los datos anteriores señalan que los yacimientos de petróleo y gas que quedan por explotar, son yacimientos que no son rentables, como ya expuso el presidente de la compañía Repsol, Alfonso Cortina en 2003¹⁸. Simplemente, durante este periodo, la industria ha tomado conciencia de que ya no queda petróleo lo suficientemente barato a precios que la sociedad pueda pagar. Lo cual, a su vez ha generado un proceso de desinversión extremadamente rápido que atendiendo a lo que se expone, tanto desde la propia IEA, como por parte del IEF, que va a poner en claro riesgo la oferta de recursos fósiles, no ya en el largo o medio plazo, sino en el corto (IEA, 2018, 2020, 2021a, 2022); (IEF, 2023).

¹⁸ Crisis energética, 30 diciembre 2023. Disponible en: <https://www.crisisenergetica.org/article.php?story=20041005004452941>

Atendiendo a esta preocupación, y a la excepcional urgencia de la situación energética mundial, la IEA, en su informe anual de 2018, ya presentaba una gráfica de previsiones temporales seriamente preocupante (IEA, 2018).

Gráfico 10. Datos contrastados hasta 2018 y previsiones del comportamiento del petróleo, hasta 2025 para los escenarios de oferta Declive Natural y Declive Observado, y escenarios de demanda de Nuevas Políticas y Desarrollo Sostenible.



Fuente: IEA, WEO 2018, p. 74.

En el gráfico número diez, la IEA presenta una tremendamente inusual gráfica, recogida en su informe de 2018. Donde la línea azul representa tanto el comportamiento del petróleo crudo durante el periodo 2010-2018, como la necesidad de demanda para los años 2018-2025 bajo el escenario de *Nuevas Políticas* (el escenario de referencia económico facilitado por la OCDE). Mientras que la línea verde, representa la demanda de petróleo para el escenario denominado *Desarrollo Sostenible* para el mismo periodo de tiempo (2010-2018), siendo este escenario económico, un escenario también facilitado por la OCDE en dónde los países miembros han implementado una serie de medidas económico/políticas, orientadas al fomento de la eficiencia energética y el ahorro del consumo de petróleo (IEA, 2018), por lo que se espera una menor demanda de energía

que en el escenario de referencia, bajo este escenario económico de *Desarrollo Sostenible*.

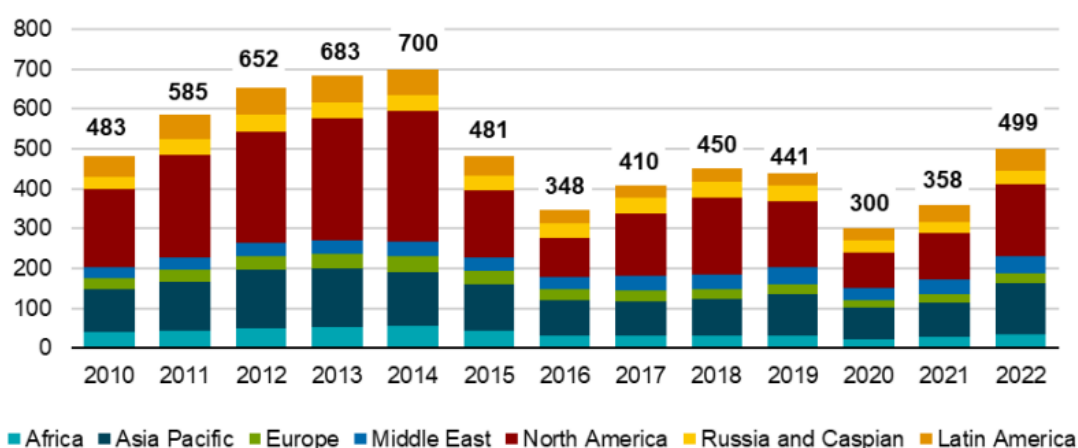
Las características inusuales que presenta esta gráfica, se pueden observar en primer lugar, si se atiende a la sorprendente inclusión de sendos escenarios de oferta, denominados *Declive Natural* y *Declive Observado*. Lo cual es algo tremendamente inusual, ya que este organismo tiene como objeto el presentar los datos de demanda de los diferentes recursos naturales fósiles para adecuarlos a los datos de crecimiento económico estimado por la OCDE, y, por lo tanto, no suele atender a la capacidad de oferta de estos recursos naturales fósiles. Pero viendo la urgencia y la acuciante necesidad de incrementar las inversiones por parte de la industria energética para el segmento *upstream*, como objeto de no comprometer en el corto plazo la oferta de petróleo, se ha decidido incluir estos futuros escenarios de oferta (2018-2025), indicando así, la actual urgencia de la situación energética global.

El primer escenario de oferta a corto plazo, presentado en el gráfico anterior, denominado *Declive Natural*, es un escenario en donde las empresas energéticas no incrementan durante este periodo de tiempo seleccionado, (2018-2025) las inversiones en su segmento *upstream*, negándose a invertir tanto en el mantenimiento de los pozos ya en explotación como en la búsqueda y puesta en explotación de nuevos pozos, lo cual implicaría un declive en la capacidad de producción global de petróleo del 8 %, como se refleja en la curva de color rojo. Mientras que en el escenario de oferta denominado *Declive Observado*, las empresas si realizarían las ingentes inversiones necesarias, tanto para el estudio, descubrimiento y en explotación de nuevos yacimientos, como para la mejora de la producción de los yacimientos ya en explotación a través de técnicas de extracción mejorada. Presentando este escenario de oferta con inversiones en los proyectos ya existentes, un decrecimiento en la producción del 5 % anual, como queda patente en la gráfica a través de la curva de color rojo degradado. Extrapolándose de lo anterior, un posible *gap* de la oferta con respecto a un escenario económico de referencia, que señala una demanda de 100 millones de barriles diarios, de entre el 34 y el 50 % para el año 2025 atendiendo a los distintos niveles de inversión que se realicen en el periodo señalado. Para poner en contexto estas cifras, se puede señalar que durante los años 2007-2009, los más profundos de la tercera crisis del petróleo, que desencadenó la crisis financiera de las hipotecas surprime, el descenso en el consumo global de petróleo únicamente fue del 3,62 %, mientras que durante el periodo comprendido entre los años 2019-2020 donde se vivió

la parte más cruda de la pandemia del COVID-19, y las medidas restrictivas de movimiento para personas y mercancías, el descenso global del consumo de petróleo alcanzó la cifra del 9,23 %.

Por otro lado, también parece anormal el periodo de tiempo seleccionado para hacer las previsiones, siendo este periodo, extremadamente escueto (7 años), comparado con los periodos temporales normalmente utilizados por este ente (25 años). Aunque atendiendo al extremado descenso presentado en la gráfica, para un periodo temporal tan estrecho, se puede entender que se haya optado por no extrapolar el comportamiento del recurso natural fósil al largo plazo.

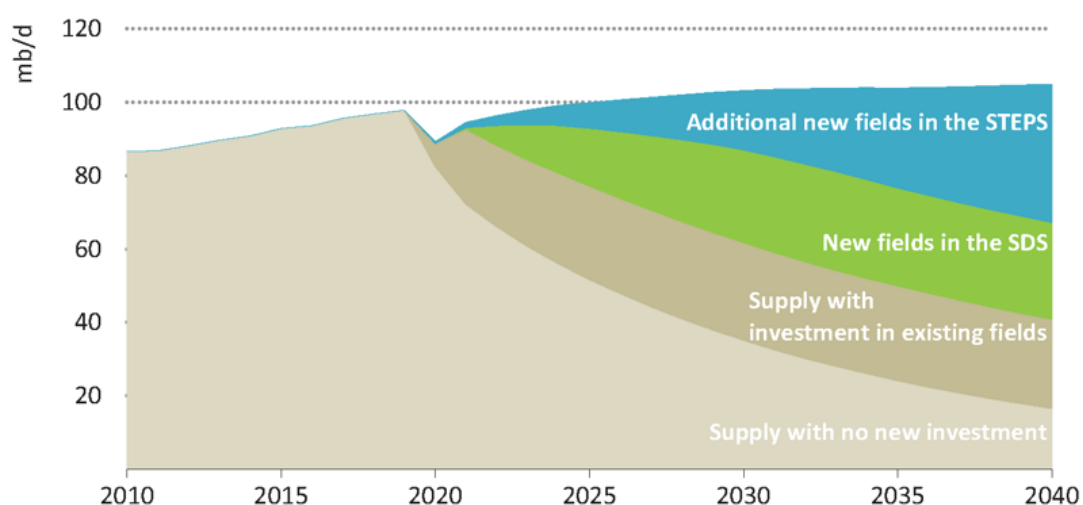
Gráfico 11. *Inversión Global en el segmento Upstream de Petróleo y Gas 2010-2022 en billones de dólares (americanos).*



Fuente: IEF, Upstream Oil and Gas Investment Outlook, 2023, p. 6.

Sin embargo, y como se puede comprobar en el gráfico número once, las advertencias realizadas por la IEA en 2018 hacia las empresas del sector de la energía, con objeto de aumentar las inversiones en upstream en 2018, no fueron atendidas. Presentando los años 2019 y 2020, unas inversiones en el mencionado segmento, incluso inferiores a las ya realizadas en el año 2018. Por lo que la IEA en su WEO 2020, decide mantener la senda abierta en 2018 presentando nuevamente, gráficas con escenarios de oferta que no cuadran con los escenarios económicos de demanda facilitados por la OCDE.

Gráfico 12. *Demanda mundial de petróleo por escenario y caídas de la oferta a partir de 2019, en millones de barriles por día.*



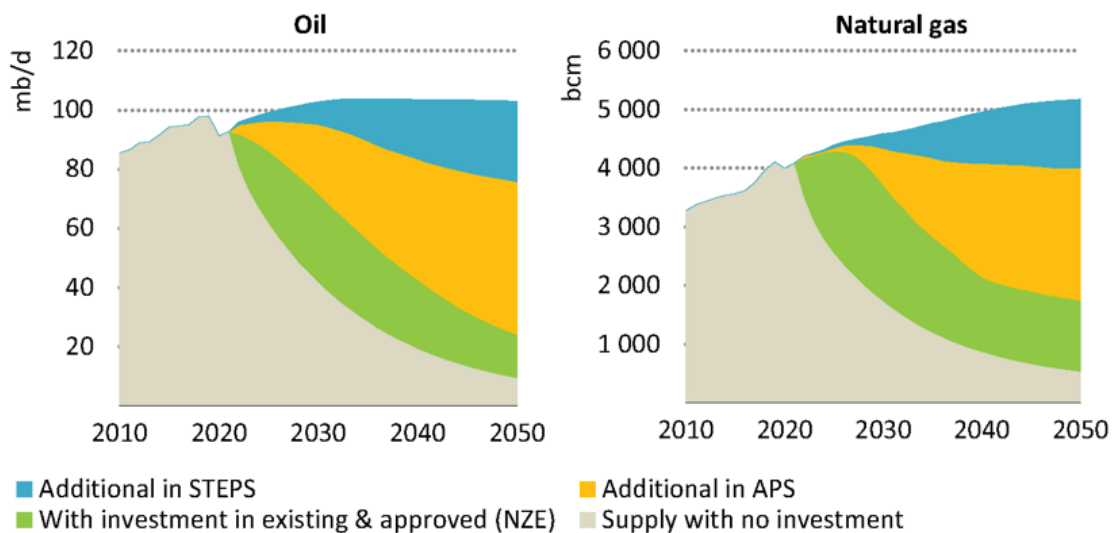
Fuente: IEA, 2020, p. 259.

En este gráfico número doce, presentado por la IEA en su WEO 2020, se puede observar un comportamiento del petróleo crudo, calcado al anterior gráfico número nueve que presentó la IEA en 2018, pero con varias salvedades. En primer lugar, en esta nueva gráfica, si se desarrolla en un periodo temporal acorde con el resto de gráficas presentadas en los informes anteriores (25 años). Y al igual que en la anterior presentada en 2018, la actual gráfica presenta dos escenarios de demanda, el escenario de Políticas Anunciadas (STEPS) y el escenario de *Desarrollo Sostenible* (SDS), siendo el primer escenario, el escenario económico de referencia facilitado por la OCDE, (denominado *Nuevas Políticas* en 2018), y que, como aquel, es el escenario en donde se presenta la posibilidad de que las empresas energéticas no inviertan en el sector *upstream*. Presentando este escenario un descenso de la producción del petróleo global desde los 98 mb/d registrados en 2019, a los 19 mb/d en el año 2040, en una media del 5 % anual (color gris claro).

Mientras que, en el escenario de *Desarrollo Sostenible*, equiparable al escenario económico de la misma denominación en el año 2018, con la inversión de las compañías petroleras en los pozos existentes, se produciría un ligero repunte de la producción (2022) para después caer a un ritmo del 8 % anual hasta los 45 mb/día (color gris oscuro), lo que implica un déficit de oferta de entre un 20 y el 50 % atendiendo la demanda esperada para el año 2025 atendiendo a si las empresas energéticas aumentas sus inversiones en *upstream* o no.

Por otro lado, para poder casar la demanda esperada de los modelos económicos presentados por la OCDE, línea azul (103 mb/d en 2040), con la oferta de petróleo, la IEA presenta el faltante de suministro en dos franjas coloreadas de color verde y azul, muy posiblemente con objeto de hacer la gráfica más digerible, puesto que en ningún caso se deja constancia de dónde va a salir ese suministro coloreado que equilibraría la oferta con la demanda en los distintos escenarios.

Gráfico 13. *Demanda y oferta global de petróleo y de gas natural y su declinación natural por escenario 2010-2050 en millones de barriles por día y en millardos de metros cúbicos.*



Fuente: IEA, 2021, p. 278.

En este año 2021, la IEA vuelve a cambiar los escenarios económicos al respecto del anterior WEO 2020. Presentando este nuevo WEO, tres escenarios económicos. El primero de ellos, denominado *Escenario de Emisiones Netas Cero en 2050* (NZE), en donde se asume que las emisiones derivadas de los combustibles fósiles van a ser

compensadas por distintas medidas económico/políticas que van a conseguir compensar la cantidad de Co^2 , consiguiendo así unas emisiones neutras para 2050. Un segundo escenario denominado *Escenario de Compromisos Anunciados* (APS), donde se asumen los compromisos ya anunciados contra la lucha contra el cambio climático. Y un tercer escenario denominado *Escenario de Políticas Anunciadas* (STEPS), que anteriormente era el escenario de referencia, pero en donde a partir de este WEO, la IEA decide no denominarlo como tal.

Atendiendo a los distintos escenarios expuestos con anterioridad en la gráfica trece, se puede observar el comportamiento esperado de la oferta tanto para el petróleo, como para el gas natural (este último será analizado en el anexo III del presente trabajo). Y en donde la IEA vuelve a presentar dos escenarios de oferta, donde en el primero no se produce inversión por parte de las empresas del sector, (color gris claro), que presentaría un leve repunte hasta el año 2020, para después caer en picado hasta los 15 mb/d en 2050.

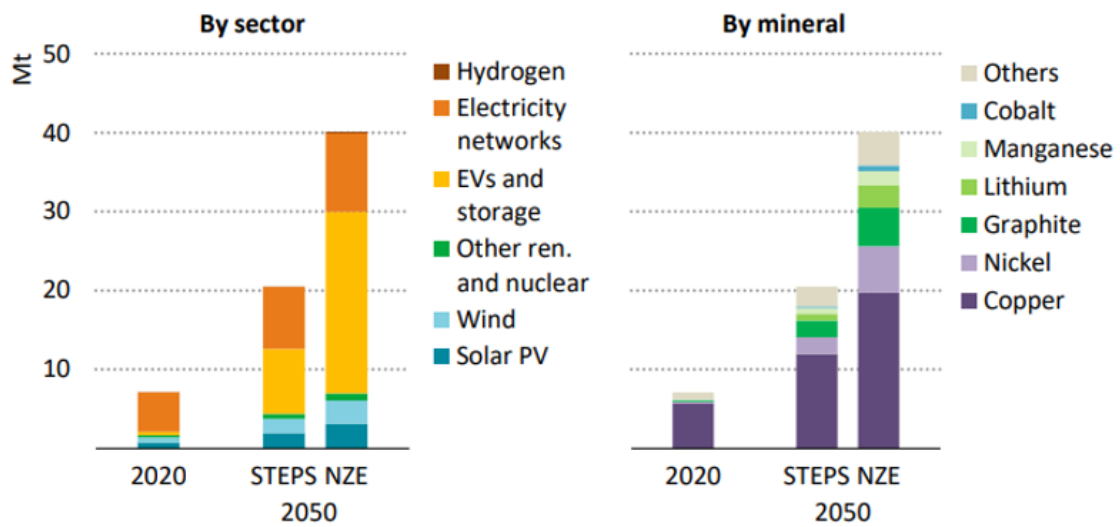
Mientras que, por otro lado, se crea un escenario de demanda *a doc.* (NZE), para que coincida con la oferta que razonablemente se puede producir (color verde). Esto es, el escenario de inversión únicamente en los pozos actualmente en puesta en explotación, y que en los WEO anteriores equivale al escenario de *Desarrollo Sostenible*, y que implica inversión únicamente en los pozos que están puestos en explotación, presentando el mismo porcentaje de declive del 5 % anual, (-3 % al respecto del escenario sin inversión), hasta llegar a los 40 mb/d en 2040 y a los 20 mb/d en 2050, lo cual se reconoce de forma expresa en el propio informe. Presentando la parte coloreada en amarillo y azul, el faltante de suministro para equilibrar la oferta esperada con la demanda esperada (línea azul, 103 mb/d 2050).

No obstante, en esta ocasión al contrario de lo que ocurre en el WEO anterior, sí se da una procedencia a ese faltante de suministro. Siendo la motivación de ese faltante de suministro, la sustitución masiva de energía fósil, por energía renovable, en este escenario económico de *Zero Neto 2050* y que sustituiría a la perfección la caída energética presentada por los recursos naturales fósiles (IEA, 2021).

Sin embargo, para conseguir llevar a cabo e implementar este escenario ZNE en 2050, en el propio informe, se señala la necesidad de incrementar la producción de materiales críticos para la producción de las diversas tecnologías necesarias para la fabricación de

los sistemas de captación de energía renovable, hasta unos niveles absolutamente inverosímiles.

Gráfico 14. *Requerimientos de minerales críticos para los sistemas de captación de energía renovable para los escenarios de Escenario de Políticas Anunciadas y Zero Neto 2050.*

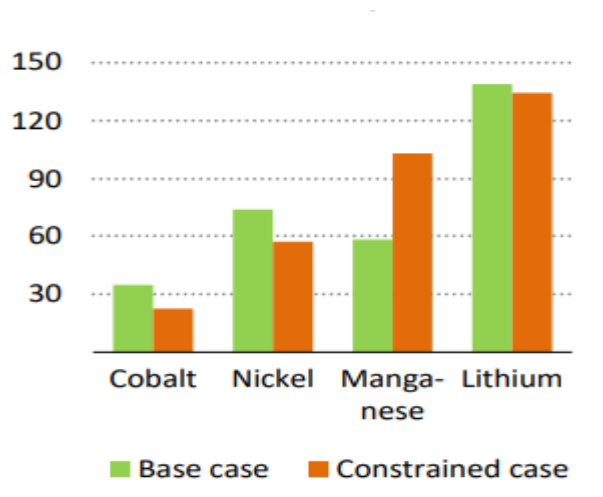


Fuente: IEA, 2021, p. 272.

Así pues, en el anterior gráfico número catorce, presentado por la IEA, se puede apreciar como para la implementación del escenario de referencia de la OCDE (STEPS), el conjunto del consumo de minerales críticos tendría que multiplicarse por tres. Mientras, que para llevar a cabo el escenario NZE, se necesitaría multiplicar el consumo de estos materiales seis veces al respecto de la demanda necesitada en 2020. Señalado, en especial, la necesidad de multiplicar el nivel de extracción de litio global anual, por 142 veces, la necesidad de multiplicar la producción de níquel por 78, el manganeso por 58 y el cobalto por 30. Además, de la necesidad de multiplicar casi por tres la producción global de cobre. Reseñándose, desde este ente, la posibilidad de que aparezcan problemas de suministro

con alguno de los recursos anteriormente citados, que dificulten la implementación del escenario NZE.

Gráfico 15. Crecimiento de la demanda de minerales críticos para el escenario NZE 2050 atendiendo a las veces que se debería multiplicar la actual producción global de los diferentes recursos.



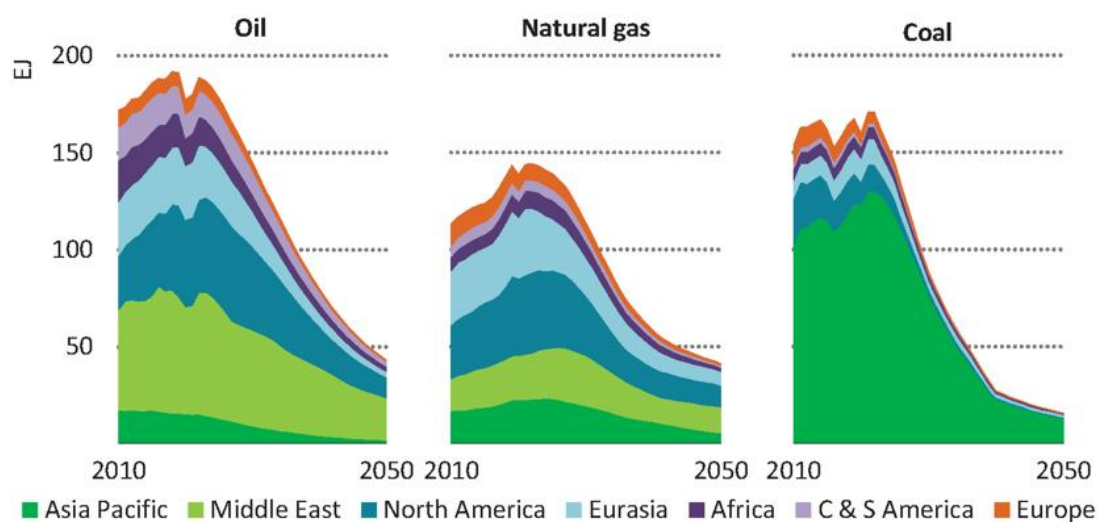
Fuente: IEA, 2021, p. 274.

Por otro lado, para el año 2022 la IEA evidencia en el siguiente gráfico número dieciséis, el comportamiento tenido por los tres recursos energéticos naturales fósiles por excelencia: petróleo, gas natural y carbón, para el periodo 2010-2022, y sus previsiones para el periodo entre 2023-2050, discriminado por zonas geográficas y presentando esta vez sus respectivos volúmenes energéticos en Exajulios. En la primera gráfica se puede observar, al igual que es posible hacerlo en las anteriores gráficas donde se señala el comportamiento (contrastado) del petróleo, como el *peak* de todos los líquidos del petróleo, es decir: el momento donde se ha podido producir mayor cantidad de derivados

del petróleo ha sido en el año 2018. Mientras que el ritmo de declive, continúa siendo el esperado 5 % anual con inversión en los pozos actuales, y 8 % sin inversión.

En cuanto a la segunda gráfica relativa al gas natural, se puede observar el punto del peak del gas natural, señalado entre los años 2024-2025, misma fecha que desde años llevan presentando los modelos geológicos (Laherrère, 2004, 2006). Mientras, que la tercera gráfica, presenta una caída en la extracción del carbón extremadamente rápida, que tendría mucho más que ver con los actuales escenarios de desinversión por parte de las empresas energéticas que con el comportamiento geológico del recurso energético, el cual podría con las inversiones adecuadas, presentar un declive natural menor al señalado en la tercera gráfica (Xing et al., 2023).

Gráfico 16. Comportamiento del petróleo, gas natural y el carbón para el escenario Zero Neto 2050.

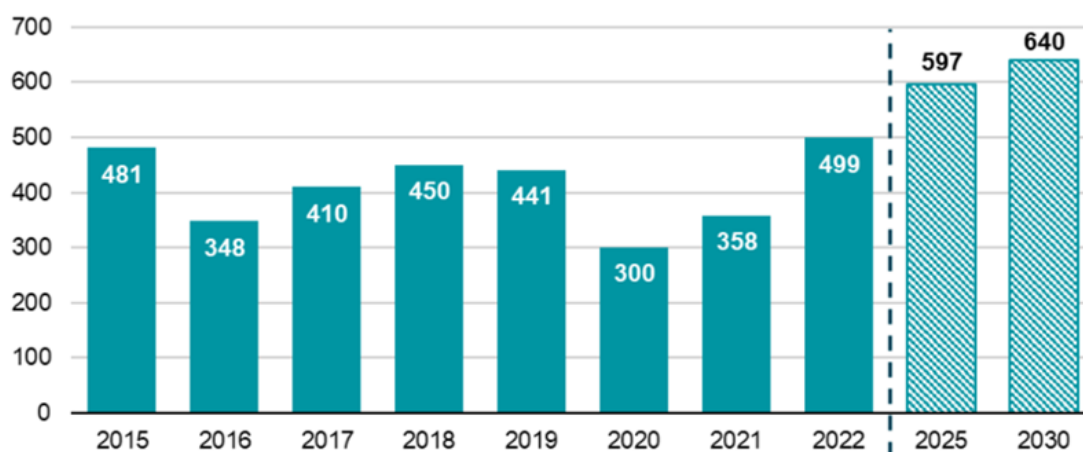


Fuente: IEA, 2022, p. 133.

Esta urgente preocupación que ya presentaba la IEA en 2018 en cuanto a las posibles repercusiones de una retirada tan drástica de la inversión por parte de las compañías energéticas, también ha sido compartida por el IEF. De ese modo, se puede apreciar en el siguiente gráfico número diecisiete, la magnitud del proceso de desinversión producido entre los años 2015 y 2022, presentando una inversión media para el segmento *upstream*

de 371,62 billones (americanos) de dólares americanos, lo que equivale a un descenso del 46,91 % anual, durante el periodo señalado con respecto al año 2015.

Gráfico 17. Gasto de capital global en el segmento *Upstream* de petróleo y gas, y objetivos de inversión en billones de dólares americanos (nominales).



Fuente: IEF, IEA.

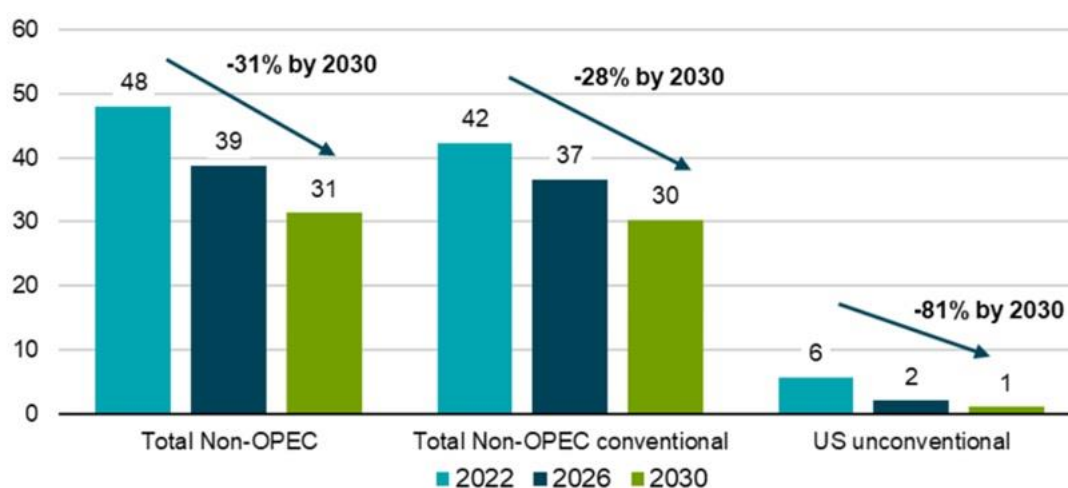
Atendiendo a esta ingente cantidad de dinero que las empresas del sector energético habían dejado de invertir, el IEF, también refleja en el anterior gráfico número diecisiete, la urgente necesidad de incrementar la inversión en *upstream* hasta alcanzar (y mantener) los 640 mil millones de dólares anuales hasta 2030, requisito ineludible si se quiere satisfacer la demanda futura con nuevos proyectos, compensando así el declive natural de la actual producción global de petróleo. Necesitándose así un acumulado de 4,9 billones (europeos) de dólares entre 2023 y 2030 para satisfacer las necesidades del mercado,

incluso si el crecimiento de la demanda se desacelera hasta estabilizarse en niveles del año 2022.

Apuntando además, que aunque la anterior petición de inversión se trate de una petición reseñable por parte de este organismo hacia los inversores y empresas del sector energético, el cumplimiento de estos ratios de inversión, se ha vuelto crítica, a la luz de la deceleración en la inversión de los últimos años, lo cual sumado a la erosión de las reservas de hidrocarburos existentes en el mercado globalizado, presentan un panorama futuro de problemas en el suministro en el corto plazo, y picos de volatilidad en los precios como se señala desde el Foro Internacional de la Energía (IEF, 2023).

Si, por el contrario, las empresas del sector energético decidieran solamente explotar los yacimientos actuales, dejando la inversión de lado, el IEF estima que sin perforaciones adicionales generadas por las nuevas inversiones, la producción de petróleo fuera de la OPEP (petróleo de no convencionales, en especial el petróleo de esquisto explotado en los Estados Unidos de América), disminuiría en 9 millones de barriles por día (18,75 %) para 2026, y 17 millones de barriles por día (31 %) para 2030.

Gráfico 18. Disminuciones proyectadas en la producción fuera de la OPEP suponiendo que no se realicen perforaciones adicionales debido a la falta de inversión, en millones de barriles/día.

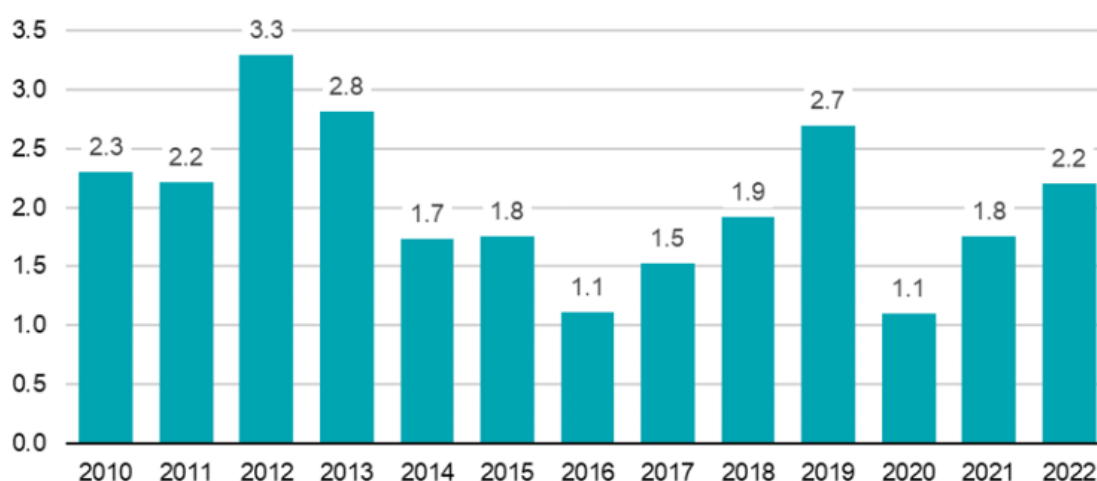


Fuente: IEF, Upstream Oil and Gas Investment Outlook, 2023, p.6.

Para evitar los impactos más señalados por el *gap* entre oferta y demanda de petróleo y gas, en el lustro 2025-2030, las inversiones en los años 2022-2023 serán cruciales para

financiar los nuevos proyectos. Así, en 2022 se aprobaron o sancionaron casi 2,2 millones de barriles por día de nueva capacidad, cifra inferior al máximo de 2019. En línea con las tendencias anteriores a la pandemia, las empresas siguen prefiriendo proyectos pequeños, modulares o por fases, a los megaproyectos (un único proyecto a gran escala con una producción máxima de >500 mil barriles por día con nueva infraestructura), por varias razones, la primera de ellas hace referencia a la escasez propia de nuevos proyectos de estas envergaduras, y en segundo lugar, porque a través de inversiones en proyectos de pequeña y median escala, requieren menos inversión de capital y presentan periodos de recuperación del mismo, más cortos, estando más aislados de los riesgos a largo plazo. (IEF, 2023).

Gráfico 19. Nueva capacidad global aprobada y puesta en explotación de líquidos de petróleo en millones de barriles por día.

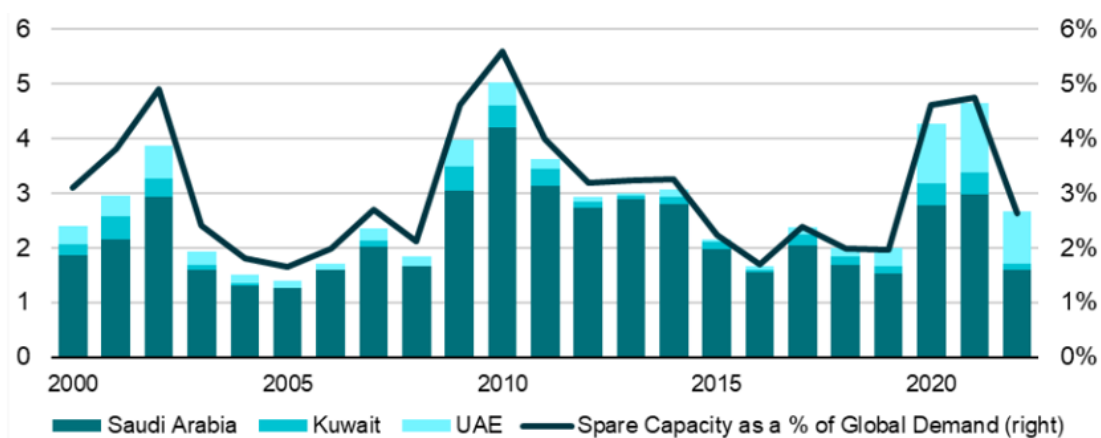


Fuente: IEF, 2023, p. 7.

En el mejor de los casos, el declive natural del petróleo y sus productos líquidos asociados presenta un declive natural del 5 %, para la actual producción de 101 millones de barriles/día (IEA, 2023b), la cantidad de petróleo puesta en explotación como se puede visionar en el anterior gráfico número diecinueve, para el periodo comprendido entre los años 2010-2022 no consigue sobrepasar el 3,3 %, generándose así un gap anual entre la cantidad demandada de petróleo y la oferta que es posible extraer de los yacimientos globales. Lo que a su vez se traduce en una producción globalizada de petróleo que cada vez cuenta con un menor excedente productivo (capacidad ociosa de producción).

Encontrándose según estimaciones del IEF entre los 2 y 2,5 millones de barriles/día, como se puede visionar en el siguiente gráfico número veinte.

Gráfico 20. Excedente de la capacidad de producción de petróleo global periodo 2000-2022. En millones de barriles/día y en porcentaje de la demanda global.

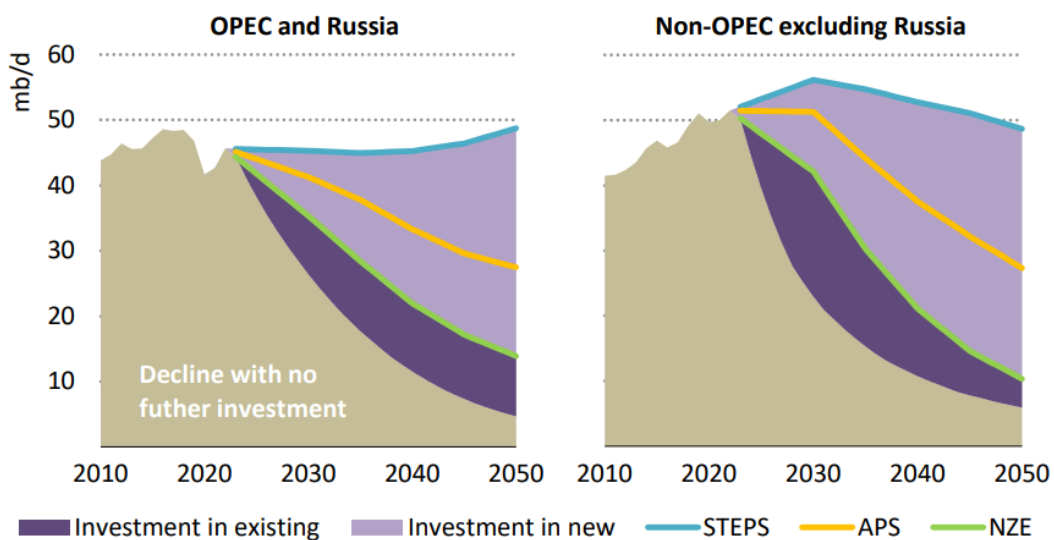


Fuente: IEF, 2023 p. 16.

Finalmente, a finales de noviembre (como cada año), la IEA, presentó su nuevo WEO 2023, en donde se puede apreciar la continuidad con la presentación por parte de este organismo internacional, de la inclusión de dos escenarios de oferta que tratan de compaginar con los distintos escenarios económicos previamente presentados por la OCDE.

En este caso, la IEA, mantiene los tres modelos presentados en años anteriores, el escenario de *Políticas Establecidas*, (STEPS), como escenario de referencia, junto al escenario Cero Neto en 2050 (NZE), y el escenario de *Compromisos Anunciados* (APS).

Gráfico 21. Consumo y producción de petróleo global dividida en países productores de la OPEC y No-OPEC, periodo 2010-2050 para los escenarios STEPS, APS y NZE.



Fuente: IEA, WEO 2023, p. 133.

Pero curiosamente, y por primera vez en la historia de los WEO, se decide presentar los datos de forma fraccionada. Separando a los productores de la OPEC + Rusia, de los productores que no forman parte de la OPEC.

En ambas gráficas se puede vislumbrar un comportamiento de declive muy similar. Donde se puede apreciar, al igual que en los años anteriores, el escenario de declive natural de la producción señalado con el color gris claro, si no se realizan inversiones en el segmento *upstream*. Mientras que el escenario NZE lleva implícita la inversión por

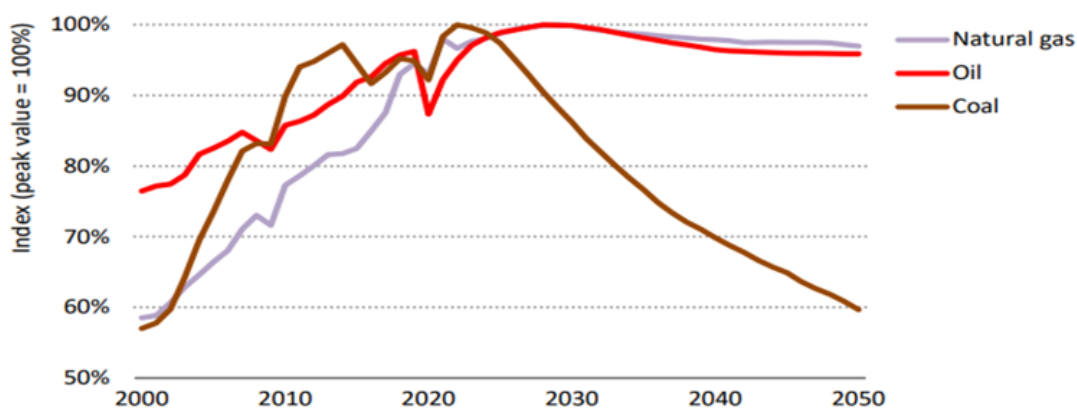
parte de las empresas energéticas en los pozos actualmente en explotación. Cuya menor cantidad energética recibida por parte de los combustibles fósiles van a ser sustituidos por las energías renovables. Presentando del mismo modo que en años anteriores, un faltante de suministro para los escenarios STEPS y APS esta vez, coloreado de un tono morado claro.

Así pues, tras el análisis de los datos energéticos relativos a la oferta y demanda de petróleo del último lustro, suministrados por los entes competentes sobre la materia, se hace evidente que existe un claro *gap* entre la cantidad de energía necesaria para cubrir los escenarios de crecimiento a corto y medio plazo, y la cantidad de energía que las empresas energéticas pueden suministrar, por lo que son varias las preguntas que son necesarias realizar sobre este particular: ¿de dónde va a salir la cantidad de energía primaria necesaria para sostener los niveles de crecimiento que se señalan desde los modelos econométricos de la OCDE? ¿Cómo puede afectar este escenario decrecentista energético presentado por la IEA y el IEF a la actividad turística globalizada?

3.1.6. Peak everything, descenso energético y turismo.

Como se analiza y se señala en las páginas que recogen los anexos I, y II de este trabajo, la incapacidad de suplir el descenso natural del petróleo convencional por petróleos no convencionales, así como la segunda derivada de esto, la cual genera una acuciante falta de destilados medios de petróleo (ver anexo I), sumado a la imposibilidad de suplir este *gap* energético a través de los sistemas de captación de energía renovable (ver anexo IV), genera un escenario energético que va a presentar un decrecimiento continuo y progresivo en la cantidad de energía que nuestras sociedades disipativas industriales van a poder captar a través del petróleo (IEA, 2023b). Lo cual, sumado tanto al exiguo recorrido que le queda al gas natural y al carbón para alcanzar sus sendos *peaks*, como la imposibilidad de los sistemas de captación y producción de energía renovable de sustituir a la energía fósil (ver anexo IV), se presentan escenarios energéticos donde el decrecimiento energético no es una opción, sino una realidad impuesta por los límites biofísicos de nuestro planeta (IEA, 2023a).

Gráfico 22. Previsión de llegada al pico máximo de producción del gas natural, petróleo y carbón en el escenario de referencia (STEPS).



Fuente: IEA, WEO, 2023, p. 26.

Esta dificultad de acceso a la energía fósil genera un aumento en el coste de oportunidad energético a la hora de decidir si realizar una tarea u actividad a la hora de mantener el correcto funcionamiento del metabolismo de las distintas sociedades. Lo que sumado a la ya señalada tendencia en cuanto al comportamiento del subsistema económico, para

generar exclusiones en los momentos de descenso energético (ver marco teórico punto 3.3) en estos escenarios energéticos decrecentistas, muy posiblemente se tenderá a primar la continuidad de las actividades troncales que soportan el metabolismo de las sociedades (agricultura, transporte de materiales, mantenimiento de infraestructuras), en detrimento de actividades que pueden catalogarse como actividades secundarias o no indispensables (ocio, recreación, hostelería, turismo entre otras) (Higgins-Desbiolles et al., 2019). Las cuales, debido a este coste de oportunidad energético creciente, muy posiblemente vean afectadas sus previsiones de crecimiento para los próximos años (Hall et al., 2014).

Ilustración 5. Jerarquía social de las necesidades energéticas.



Fuente: Hall et al, (2014). Elaboración propia.

Puesto que, atendiendo a los postulados presentados por Hall, cuando empieza a escasear la energía neta recibida en las sociedades disipativas industriales, las primeras actividades sacrificadas son aquellas que conforman el área del ocio (y las artes), segmento dónde la actividad turística puede considerarse como la reina de todas ellas. Mientras que, si los problemas energéticos continúan acrecentándose son los sectores sanitarios, educativos y asistenciales en general, los siguientes en reducir su tamaño para adaptarse a esta nueva realidad energética decrecentista. Siendo las actividades troncales y básicas para el mantenimiento del subsector económico de nuestras sociedades, (transporte, alimentos y

refino y extracción de energía), las últimas actividades que reciben el certero impacto del coste de oportunidad energético (Hall et al., 2014).

Por lo que como parece evidente, en los próximos años, y a medida que la crisis energética actual se vaya cronificando (Mediavilla-Pascual, 2012), y, la disponibilidad de energía vaya menguando (Campbell & Laherrère, 1998), las actividades económicas secundarias, muy posiblemente vayan sufriendo el impacto de este coste energético a través de descensos en cuanto a su implementación, desarrollo y crecimiento a nivel global. Por lo que se hace necesario y fundamental, la inclusión de la variable energética en los estudios del sector turístico (Becken, 2015; Pablo-Romero et al., 2023), con objeto de analizar cuáles pueden ser las múltiples y variadas consecuencias sufridas por el sector turístico, a consecuencia tanto de un decreciente acceso globalizado a recursos energéticos claves para la implementación de la actividad, como del aumento del coste de oportunidad energético derivado de la circunstancia anteriormente señalada. Puesto que la mayor dificultad de acceso a la energía de alta densidad necesaria para llevar a cabo la actividad turística puede actuar como una clara barrera de acceso a la actividad, generando así, drásticos cambios tanto en la forma como en la demanda total de consumo de la actividad turística. Lo cual, a su vez, puede generar diversas y heterogéneas problemáticas que se pueden extender a toda la cadena de valor de la actividad, presentando problemas de retornos de inversión de los nuevos proyectos turísticos, aumentos exponenciales de costes, necesidad de adecuar la demanda globalizada a turismos de alto poder adquisitivo, desigualdad social en cuanto al acceso de la actividad, o la necesidad de redimensionar de forma abrupta el sector turístico crecientista globalizado con objeto de reajustarlo a una futura demanda menor como consecuencia de los más que probables escenarios decrecentistas energéticos futuros.

3.1.7. Conclusiones.

Cuando se analiza el ciclo de vida de la actividad turística incluyendo todos los nodos más característicos de su cadena de generación de valor, se hace evidente que para llevar a cabo la actividad turística globalizada en cualquiera de sus fases (transporte de origen hacia destino, transporte en destino, alojamiento, restauración, entretenimiento y ocio, compras, otras actividades turísticas, etc.), previamente se ha de poder contar con ingentes cantidades de energía de alta densidad. Energía que únicamente puede ser suministrada por los recursos naturales energéticos fósiles en general, y el petróleo y los vectores energéticos derivados de este en particular. No existiendo, por lo tanto, sustitutivos energéticos algunos que puedan suministrar la energía de alta densidad que es necesaria para la implementación y desarrollo de la actividad turística.

No obstante, la utilización de estos recursos naturales fósiles en la implementación y desarrollo del actual modelo turístico globalizado, genera una serie de riesgos y problemáticas para nada despreciables y que merece la pena señalar. Así en primer lugar, y derivado de las distintas propiedades biofísicas de estos recursos energéticos naturales, estos recursos presentan una relación de complementariedad entre ellos, pero no de sustituibilidad, lo que a la postre, acaba limitando el tipo de tecnología a la que cada tipo de recurso energético puede prestar su energía.

En segundo lugar, y debido a la dificultad para desagregar los datos energéticos de una forma fiable en cuanto a los consumos de las distintas actividades económicas, se hace muy complejo el señalar la cantidad energética real que se debe imputar al balance energético de la propia actividad turística y qué gastos energéticos hay que imputar al resto de actividades económicas. Generándose así contabilidades energéticas que no recogen los consumos energéticos indirectos y ocultos. Lo cual se puede traducir en minusvalorar la cantidad de energía (y de materiales) necesaria para poder mantener el actual modelo turístico crecentista globalizado. Ocultando o al menos, minimizando el coste de oportunidad real del mantenimiento del modelo actual.

En tercer lugar, no se puede olvidar que el consumo (masivo) de recursos naturales fósiles acrecienta tanto los problemas ambientales a través de la generación de mayor contaminación en los distintos espacios/territorio de destino, así como alimenta a través del aumento de las emisiones de Co^2 al cambio climático. Generando, a su vez, impactos

negativos caracterizados por los aumentos de temperatura, la cual puede llegar en ciertos destinos hasta límites extremos que dificulten notablemente la realización de la actividad turística, como a procesos endémicos de sequía, limitando la cantidad de agua disponible para el desarrollo de la actividad.

En cuarto lugar, y atendiendo al comportamiento natural que atesoran los recursos naturales energéticos en cuanto a su propio proceso de extracción, como es el caso del petróleo y sus derivados energéticos, estos presentan un declive natural entre el (6-7 % anual), (ver anexo I). Generándose anualmente, un continuo descenso en la energía primaria proveniente de estos recursos, los cuales soportan el 86 % del coste energético de las tareas y actividades que son realizadas en nuestras sociedades termodinámicas disipativas industriales para su propio mantenimiento y reproducción.

Atendiendo a esta circunstancia, se hace evidente que más pronto que tarde, van a surgir tensiones derivadas de un menor acceso a la energía. Lo cual, a su vez, va a generar un coste de oportunidad energético en un escenario energético decreciente, donde se va a tener que dilucidar para qué tipo de actividades y tareas se va a utilizar la energía disponible. En este contexto energético muy posiblemente las actividades no indispensables como es el caso de la actividad turística globalizada van a ser aquellas actividades que sufrirán más el recorte energético con objeto de primar la realización de aquellas actividades económicas que sí son troncales e indispensables para el mantenimiento del subsistema económico/social. Pudiéndose traducir esta circunstancia en diversas problemáticas como pueden ser aquellas relacionadas con radicales cambios en los patrones de consumo de la actividad, problemas derivados de los retornos de las inversiones de los proyectos turísticos, aumentos exponenciales de costes, necesidad de adecuar la oferta globalizada a turismos de alto poder adquisitivo. Necesitándose así, el atender a las problemáticas asociadas de esta última circunstancia en cuanto a las situaciones de desigualdad de acceso a la actividad turística, como a la necesidad de redimensionar de forma abrupta el sector turístico globalizado para adecuarlo a la menor demanda prevista.

3.2 Energía: el nexo común entre el desarrollo turístico, el crecimiento económico y la degradación ambiental.

La actual civilización industrial del mundo se ve obstaculizada por la coexistencia de dos sistemas intelectuales universales, superpuestos e incompatibles: el conocimiento acumulado de los últimos cuatro siglos sobre las propiedades e interrelaciones de la materia y la energía; y la cultura monetaria asociada que ha evolucionado a partir de costumbres populares de origen prehistórico.

M. H. Hubbert

3.2.1. Resumen.

Atendiendo a la alta dependencia que presentan las distintas actividades turísticas del consumo de energía, y particularmente de las energías no renovables, se hace necesario la construcción de modelos turísticos sustentables y sostenibles. Por este motivo, el análisis del turismo y el uso energético, debe de ser un campo de estudio que sea potenciado dentro de los debates sobre la sostenibilidad, con objeto de eliminar esa brecha en la literatura turística que relaciona ambas variables. Con objeto de contribuir a la reducción de la mencionada brecha, en este segundo apartado, se ha optado por realizar una revisión sistémica de los estudios científicos con base empírica cuantitativa, que examinan este nexo entre energía y turismo, intentando responder a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las principales metodologías utilizadas para abordar el nexo turismo-energía? ¿Qué indicadores o variables son relevantes? ¿Existe consenso sobre los resultados?, y ¿cuáles son las principales líneas de discusión sobre el uso de la energía en el turismo?

Para conseguir respuestas a las preguntas anteriormente señaladas, se han analizado las principales metodologías, resultados y perspectivas de los trabajos seleccionados, durante el período 2001-2021. Revisándose un total de 1.189 artículos por resumen y título, de los cuales, 236 fueron incluidos para la revisión completa, y donde finalmente, se seleccionaron 163. Los resultados muestran cómo el nexo y la dependencia energética del turismo se evalúa principalmente desde cuatro grandes grupos metodológicos: G1) modelos econométricos, regresiones y otras metodologías estadísticas (67 % de la muestra); G2) encuestas, cuestionarios y auditorías energéticas (15 %); G3) Análisis del Ciclo de Vida (13 %) y G4) otros enfoques e indicadores de impacto ambiental para evaluar la relación entre energía y turismo (5 %). El análisis entre las relaciones causales

entre el desarrollo turístico, el crecimiento económico, el uso de energía, la degradación ambiental y la eficiencia energética de los alojamientos son los principales temas evaluados, considerando una amplia gama de indicadores/variables. A partir de los vacíos y limitaciones encontradas en la revisión de la literatura sobre turismo y energía, se discute cómo algunos hallazgos deben interpretarse con cautela debido a sus enfoques y diferencias metodológicas.

Por otro lado, las tendencias encontradas ponen de manifiesto tanto que el desarrollo de la actividad turística, actúa como un importante potenciador del crecimiento económico. Que a su vez, necesita y depende, para su implementación y desarrollo, de aumentos constantes de energía y uso de materiales, lo cual, se acaba traduciendo en incrementos constantes de la variable degradación ambiental. Presentándose así unas relaciones directas y positivas entre las variables, desarrollo de la actividad turística, crecimiento económico, consumo de energía y degradación ambiental. Finalmente, en este segundo apartado, también se presentan algunas de las principales líneas de investigación futuras en este campo.

3.2.2. *Introducción.*

El alto crecimiento del turismo en las últimas décadas ha convertido esta actividad en una de las industrias más importantes de la economía globalizada (WTTC, 2019). Las tarifas aéreas bajas, el aumento de la conectividad del transporte y los avances tecnológicos, así como los nuevos modelos de negocio, han fomentado el crecimiento continuo del turismo. Antes de la pandemia, el turismo representaba el 10,4 % del PIB mundial (9,2 billones de dólares) y generaba uno de cada cuatro empleos en todo el mundo, hasta 333 millones de empleos (WTTC, 2020), pero una actividad económica de tales dimensiones tiene un impacto significativo en el medio ambiente. Por ejemplo, la relación entre el desarrollo del turismo y su contribución al calentamiento global (medido a través de las emisiones de gases de efecto invernadero-GEI) es un tema bien documentado (Govind-Mishra et al., 2022). El cambio climático es uno de los principales problemas ambientales que no afecta únicamente a la humanidad (IPCC, 2022, 2023), sino que también influye en toda la vida orgánica de la Tierra, y puede generar un cambio sustancial en los territorios/paisajes donde se desarrolla el turismo (Varol et al., 2022; Tekin et al., 2022). Lenzen et al., (2018), estimaron que la industria del turismo representaba el 8 % de los GEI a nivel mundial (2013). El transporte (49 % de los GEI), los servicios y los hoteles (14 %), seguidos de la producción de bienes (12 %), son los principales puntos críticos de la cadena de suministro, siendo los visitantes de países de altos ingresos aquellos con mayor huella de carbono (Lenzen et al., 2018). A pesar de la importancia del cambio climático, según la Organización Mundial del Turismo (OMT), la industria turística no solo seguirá creciendo -multiplicando entre 1,5 y 1,7 veces las llegadas nacionales e internacionales entre 2016 y 2030-, sino que también se espera que genere una mayor presión ambiental en términos de emisiones, incluso bajo los supuestos tecnológicos más optimistas (OMT, 2020).

El uso de energía es una parte crítica de la reacción del cambio climático, especialmente los combustibles fósiles (Becken et al., 2001). Para que un turista viaje a un destino y disfrute de bienes, servicios e infraestructura (por ejemplo, hoteles, atracciones), se requiere el uso de diferentes fuentes de energía primaria (Nepal et al., 2019). En otras palabras, la cadena de suministro del turismo depende en gran medida de la utilización de vectores energéticos (diésel, queroseno, gasolina, gas, electricidad), (Becken, 2008, 2011). Esta dependencia es especialmente preocupante en un contexto donde el pico del

petróleo (Murray & King, 2012; Alvarado et al., 2021; Laherrère et al., 2022) representa una amenaza real para el actual modelo económico basado en fuentes no renovables, las cuales están presentando un claro declive natural (Becken & Lennox, 2012; Sun et al., 2022; Gössling & Humpe, 2023). Por tanto, es urgente avanzar hacia modelos turísticos sostenibles que reduzcan la dependencia de los combustibles fósiles, aumenten el peso de las energías renovables y mejoren su eficiencia ambiental (Hall et al., 2015; Dogru et al., 2020). En este sentido, los debates sobre la sostenibilidad energética y ambiental del turismo son complejos, y no existe una posición única al respecto. Por un lado, son muchos los autores y autoras que consideran que el principal desafío es la mejora continua de medidas de eficiencia y circularidad que permitan tanto reducir las emisiones como disminuir el número de materiales y energía necesarios para sustentar la actividad turística (Dogan & Aslan, 2017; Bano et al., 2021; Pata & Balsalobre-Lorente, 2021; Xu et al., 2022).

Por otro, algunos investigadores defienden que la sostenibilidad requiere, irremediamente, la disminución del turismo para ajustarse a los límites biofísicos planetarios (De Luis Blanco, 2011; Blázquez, 2016; Flecher et al., 2019; He et al., 2023). En este sentido, desde el trabajo pionero de Hazari y Sgro (1995), una parte importante de la literatura se ha centrado en analizar el nexo entre actividad turística, crecimiento económico y degradación ambiental (Narayan, 2004; Katircioglu, 2009; Tang & Tan, 2013; Danish & Zhaohua, 2018). Estos trabajos suelen presentar una perspectiva macroeconómica, centrándose en diversos casos, en la refutación o aceptación de la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (EKC) (Katircioglu, 2014; De Vita et al., 2015; Bella, 2018; Mikayilov et al., 2019; Ghosh, 2020). Además, y aunque con diferentes metodologías, también existen estudios que analizan el uso energético de algunos eslabones de la cadena de suministro turístico, incluida la eficiencia energética en hoteles (Lam & Chan, 2001; Cingoski & Petrevska, 2018; Salehi et al., 2021), el transporte (Kuo & Chen, 2009; Tang et al., 2015; Rauf et al., 2021) o el comportamiento turístico (Becken et al., 2001; Becken et al., 2003; Bajracharya et al., 2020), entre otros.

Atendiendo a la diversidad de investigaciones sobre turismo-energía, y dada su importancia en el diseño de políticas orientadas a la sostenibilidad, es crucial realizar una revisión sistemática de la literatura sobre el tema para brindar una visión holística de las principales metodologías, resultados y debates (Page et al., 2021). En otras palabras, es necesaria una revisión integral, metódica y exhaustiva para facilitar una mayor

investigación sobre las principales perspectivas, barreras e impulsores del turismo y las opciones de viaje sostenibles (Miller et al., 2015; Peeters, 2017; Ehigiamusoe, 2020).

En relación con el turismo y el impacto ambiental, existen algunas revisiones en la literatura científica que es necesario considerar. De Camillis et al., (2010) y Campos-Herrero et al., (2022), revisaron y compararon estudios de análisis del ciclo de vida (ACV) en el sector turístico con el objetivo de identificar enfoques que puedan servir como base para desarrollar directrices sectoriales de ACV. Papavasileiou et al., (2021) y recientemente Sun et al., (2022) centraron su atención en la EKC aplicada al turismo, mientras que Govind-Mishra et al., (2022) realizaron un estudio bibliométrico sobre turismo y emisiones de GEI, identificando los principales estudios, revistas, afiliaciones y países, así como autores y autoras, citas, etc. En relación con el cambio climático y el turismo, Scott y Gössling (2022) investigan los principales temas de investigación, lagunas de conocimiento y perspectivas, mientras que Gössling et al., (2022) estudian estrategias de mitigación según escalas, ámbitos de acción y actores. Otros estudios bibliométricos se han centrado en los conceptos de fiscalidad ambiental, energía o políticas sostenibles (Warren & Becken, 2017; Zhang et al., 2017; Shahbaz et al., 2021). Sin embargo, hasta donde se es conocido, ningún estudio previo aborda la vasta literatura sobre turismo y energía en busca de las relaciones sistémicas entre el nexo turismo-energía.

3.2.3. Objetivos, materiales y metodología.

3.2.3.1. Objetivos, metodología de búsqueda y criterios de conformación de la muestra.

Para la conformación de este segundo apartado, se ha optado por la realización una revisión sistemática de la literatura científica con objeto de analizar el nexo entre turismo y energía, a través de una perspectiva transversal. Esto es, a diferencia de otros trabajos que se centran en analizar una única metodología (por ejemplo, modelos econométricos y/o regresiones), este estudio, pretende revisar exhaustivamente, las investigaciones que relacionan energía y turismo en cualquier nodo de la cadena de suministro turístico, y que proporcionan evidencia empírica sobre las relaciones entre ambas variables, con objeto de obtener respuestas para las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las principales metodologías utilizadas para abordar el nexo turismo-energía?, ¿qué indicadores o variables son relevantes? ¿Existe consenso sobre los resultados?, y ¿cuáles son las principales líneas de discusión sobre el uso de la energía en el turismo?

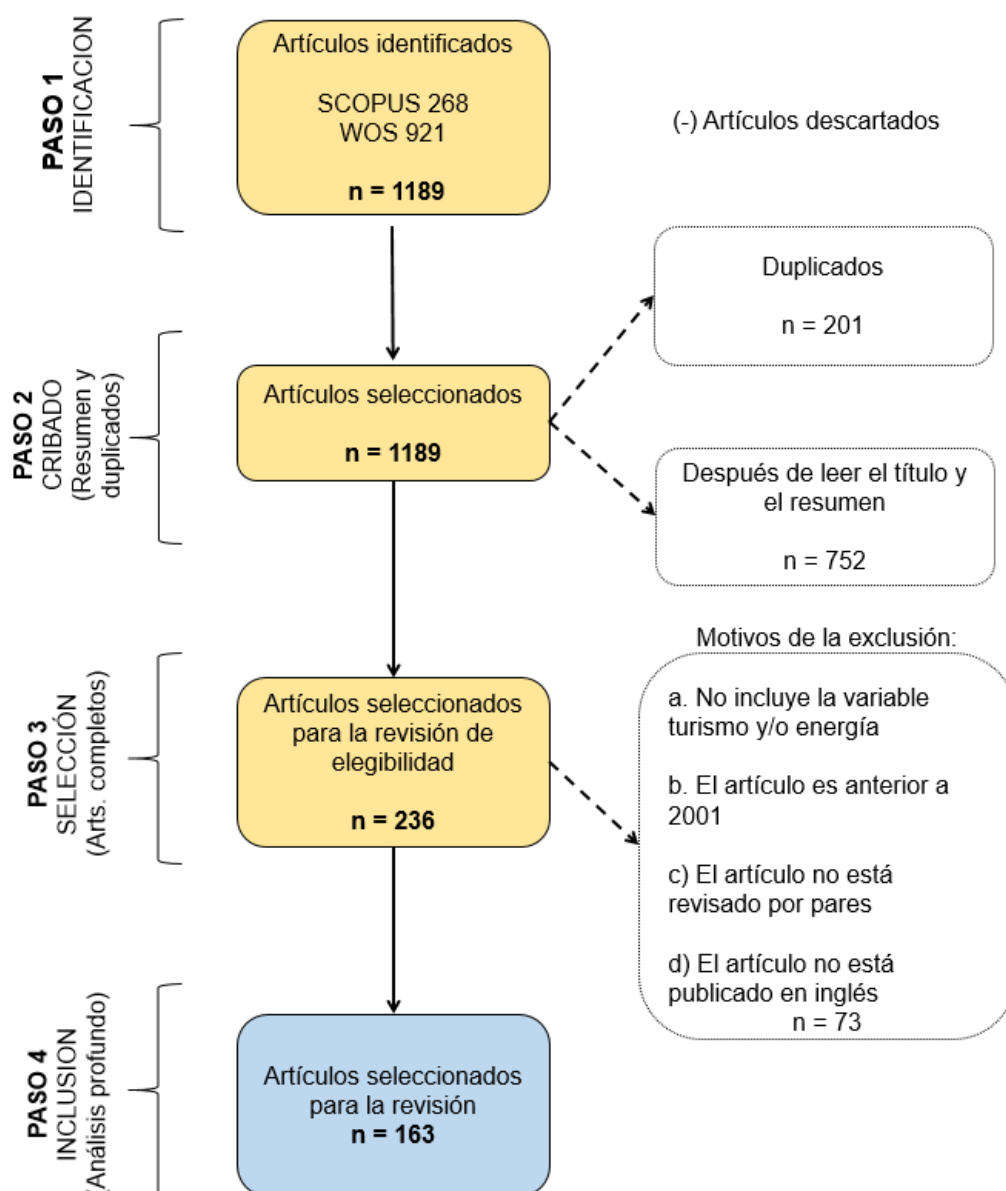
Para ello, se han seguido las cuatro fases del protocolo PRISMA (Page et al., 2021): 1) identificación de registros; 2) eliminación de duplicados y selección de resúmenes; 3) evaluación del texto completo (idoneidad), y 4) evaluaciones finales de calidad. En la ilustración número uno, se muestra un esquema de los pasos metodológicos clave y el seguimiento de las directrices PRISMA (2020), y en la Tabla A3 de los Materiales complementarios localizados en el Anexo V, se puede encontrar la lista de verificación del modelo PRISMA.

Las primeras búsquedas (paso 1) se realizaron en noviembre de 2021 combinando los términos turismo y energía en Web of Science y SCOPUS, por ser dos de las bases de datos más importantes de bibliografía e información científica a nivel mundial, con más de 46 000 revistas indexadas (Pranckuté, 2021). El comando de búsqueda se complejizó utilizando el operador booleano OR para agregar los registros resultantes obtenidos con los siguientes términos: análisis energético, consumo energético, ACV, metabolismo energético, pico del petróleo, huella ambiental. Estas búsquedas arrojaron un gran número de registros (libros, artículos, congresos, etc., es decir, más de 5650 registros), pero se optó por centrar la atención en los artículos científicos, publicados entre 2001 y 2021 en revistas indexadas. Se priorizaron los artículos científicos por ser documentos que garantizan, en mayor medida, la calidad científica de las publicaciones (i.e., rigor, transparencia) al seguir un proceso de revisión por pares (Anhalt-Depies et al., 2019;

Reifsnider, 2022). Además, el período seleccionado (21 años) es lo suficientemente amplio como para tener una buena visión general de los debates actuales sobre el tema (Shahbaz et al., 2021).

En el paso 1 se seleccionaron un total de 1189 artículos: 921 de Web of Science y 268 de SCOPUS (Fig. 1). Se utilizó el software Parsifal (<https://parsif.al/>) para eliminar duplicados y filtrar los resúmenes (paso 2). Parsifal es un software especializado diseñado para realizar revisiones sistemáticas de la literatura que permite trabajar en conjunto sobre la base de un protocolo común. A través de este software se detectaron y eliminaron trabajos duplicados ($n = 201$). A partir de este momento, la fase de elegibilidad ocupó un lugar central en el análisis. Se diseñó un sistema de tres categorías para clasificar la elegibilidad de los artículos. En la primera categoría de clasificación de artículos se leyeron los títulos y resúmenes de todos los documentos de la muestra y se descartaron 752 artículos por no ajustarse a nuestro objetivo de investigación. Luego, se seleccionaron un total de 236 artículos para su lectura completa y evaluación de idoneidad (paso 3). La segunda categoría incluyó artículos que, si bien abordaban el consumo de energía, el turismo aparecía tangencialmente o se abordaba cualitativamente ($n = 73$ artículos). Por ejemplo, algunos estudios investigan la percepción del pico del petróleo entre los consumidores turísticos. Estos estudios fueron excluidos porque no proporcionaban información tangible sobre el turismo y la dependencia energética, es decir: a) no presentan un estudio de caso cuantitativo cuya metodología y resultados sean replicables y/o b) no incluían la variable turismo y energía específicamente en los análisis. La categoría 3 incluyó artículos que examinaban alguna dimensión del uso de la energía y el turismo a través de metodologías cuantitativas.

Ilustración 6. *Árbol de decisión de la conformación de la muestra.*



3.2.3.2. Conjunto de estudio final y procesamiento de datos.

Como se indicó anteriormente, 163 artículos pasaron a la fase de revisión sistemática (paso 4). En esta fase los artículos fueron nuevamente leídos en profundidad y analizados para sistematizar sus principales metodologías, objetivos, resultados y las discusiones y conclusiones más relevantes. También se registró sistemáticamente información adicional significativa (es decir, año de publicación, revista, destinos turísticos evaluados, autores y autoras, etc.), para contextualizar las principales discusiones entre turismo y

energía. Toda esta información fue recogida en una base de datos que permitió crear agrupaciones, así como investigar los resultados y patrones comunes, y las particularidades de cada artículo. Por razones operativas, se asignó un número a cada artículo de la muestra (ver tabla A1 en el anexo V), para poder citarlos fácilmente, ya que esto facilita la lectura del documento sin menoscabo de la información.

3.2.4. Resultados.

3.2.4.1. Análisis de la evolución de los principales artículos sobre el nexo energía-turismo.

La siguiente figura número uno, muestra el año y las principales revistas en las que se publicaron los 163 artículos seleccionados. La mayoría de estos artículos fueron publicados entre 2011 y 2021, siendo este último el año con mayor número de publicaciones (24 %). Diez de las sesenta y ocho revistas acapararon el 50 % de las publicaciones: Environmental Science and Pollution Research (14,7 %), Sostenibilidad (6,1 %), Actualidad en Turismo (5,5 %), Revista de producción más limpia (4,9 %), Energía. (3,7 %) y Energía y Edificación (3,7 %). El 50 % restante se publicó en 57 revistas con temas relacionados con turismo, ecología, economía o ingeniería (la información completa se encuentra recogida en la tabla número 1). Siendo una parte sustancial de los artículos (más de 40) aquellos que investigan la relación entre el uso de energía y el turismo en el periodo comprendido entre los años 1995 y 2020, presentando, además, una amplia diversidad de indicadores y variables de estudio, como se puede observar en la tabla número 2.

Gráfico 23. Revistas y años de publicación de los artículos que componen la muestra.

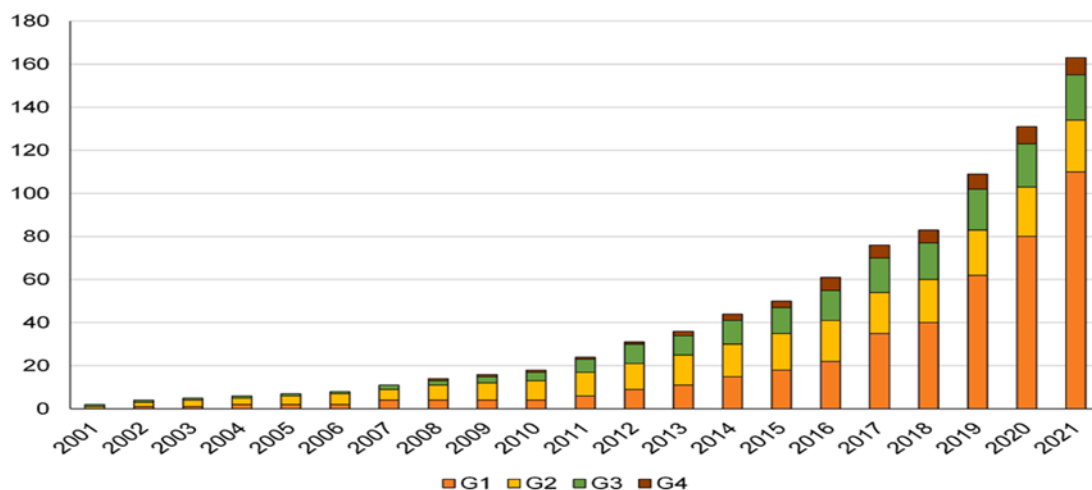


Tabla 1. Listado de revistas y su contribución a la muestra en número de artículos y porcentaje total.

Revistas	N^a artículos	%
Environmental Science and Pollution Research	24	14.7
Sustainability	10	6.1
Current Issues in Tourism	9	5.5
Journal of Cleaner Production	8	4.9
Energy	6	3.7
Energy and Buildings	6	3.7
Renewable and Sustainable Energy Reviews	6	3.7
Tourism Management	6	3.7
Energy Policy	5	3.1
Renewable Energy	4	2.5
Ecological Economics	3	1.8
International Journal of Tourism Research	3	1.8
Journal of Sustainable Tourism	3	1.8
Tourism and Hospitality Management	3	1.8
Anatolia	2	1.2
Economic Research-Ekonomiska Istraživanja	2	1.2
Energy & Environment	2	1.2
Energy conversion and management	2	1.2
Energy Sources	2	1.2
Journal of Public Affairs	2	1.2
Science of the Total Environment	2	1.2
Tourism Economics	2	1.2
Acta Ecológica Sinica	1	0.6
Advances in Hospitality and Leisure	1	0.6
Aerosol and Air Quality Research	1	0.6
Applied Mechanics and Materials	1	0.6
Applied Sciences	1	0.6
Applied System Innovation	1	0.6
Assessment and Energy-Saving Management in Tourist Resorts	1	0.6
Cornell Hospitality Quarterly	1	0.6
Ecological Indicators	1	0.6
Economic Modelling	1	0.6
Economics and Policy of Energy and the Environment	1	0.6
Economies	1	0.6
Empirical Economics	1	0.6
Energy Economics	1	0.6
Energy Efficiency	1	0.6
Energy Reports	1	0.6
Engineer	1	0.6
Environment, Development and Sustainability	1	0.6
Environmental and Ecological Statistics	1	0.6
Environmental Progress & Sustainable Energy	1	0.6
GeoJournal	1	0.6
Geosystem Engineering	1	0.6
IEEE Access	1	0.6
In Climate Change in the Asia-Pacific Region	1	0.6
International Journal of Energy Economics and Policy	1	0.6

International Journal of Energy Sector Management	1	0.6
International Journal of Hospitality Management	1	0.6
International Journal of Social Ecology and Sustainable Development	1	0.6
Investigaciones Turísticas	1	0.6
Journal of Applied Sciences	1	0.6
Journal of Environmental Management & Tourism	1	0.6
Journal of Environmental Planning and Management	1	0.6
Journal of Geographical Sciences	1	0.6
Journal of Management Information and Decision Sciences	1	0.6
Journal of the Asia Pacific Economy	1	0.6
Journal of the Knowledge Economy	1	0.6
Journal of Travel Research	1	0.6
Journal of Urban Planning and Development	1	0.6
Latin American Economic Review	1	0.6
Mountain Research and Development	1	0.6
Natural Resources Forum	1	0.6
Resources Policy	1	0.6
Resources, Conservation and Recycling	1	0.6
Statistika-Statistics and Economy Journal,	1	0.6
Structural Change and Economic Dynamics	1	0.6
Sustainable Cities and Society	1	0.6
Sustainable Production and Consumption	1	0.6
Sustainable Tourism	1	0.6
The International Journal of Life Cycle Assessment	1	0.6
Tourism and Hospitality Research	1	0.6
Tourism Review	1	0.6
Total	163	100

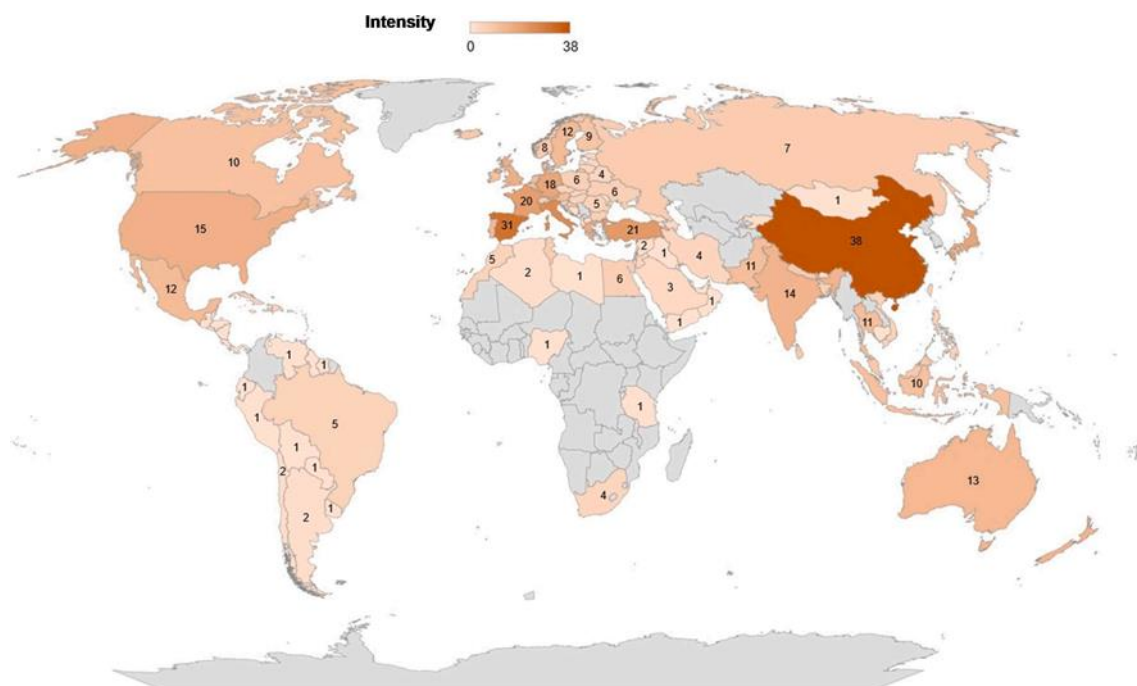
Tabla 2. Síntesis de los principales indicadores/variables utilizados en el análisis del nexo energía-turismo agregados por categorías.

Categoría	Principales indicadores/variables
1. Economía	Factores específicos del banco; Datos de facturación; Capital; Inversión de capital; Crédito interno proporcionado por el sector financiero como porcentaje del PIB; Inversión interna; Crecimiento económico; Productividad económica de la superficie útil; Progreso económico; inflación ajustada al tipo de cambio; Desarrollo financiero; Extranjero Directo; Inversión (IED); Interno Bruto; Producto (PIB); El producto interno bruto per cápita); Formación bruta de capital fijo; Ingreso; Valor agregado industrial; Inversión; Mano de obra; Las exportaciones netas; Productividad del trabajo remunerado; Ingreso real; Ingresos; Ingresos por número de empleados; Ahorros; Comercio; Comercio y bienes netos; Comercio, bienes y servicios.
2. Energía	Consumo diario de petróleo por turista; Uso interno de petróleo para el transporte aéreo; Uso de petróleo ecoeficiente; Consumo de electricidad; Consumo de energía (bruto y per cápita); Coste energético del turismo; Eficiencia energética; Intensidad de la energía; Tarifa de energía; Ahorro de energía; Estructura energética; Tarifa de energía; Tasa metabólica exosomática; Comida ¹ ; Pronosticar la demanda futura (modelo); Consumo de energía fósil; Tipos de combustible; Hotel*; Consumo de electricidad en hoteles y restaurantes; Ocio ¹ ; Relación de densidad metabólica; Consumo de energía no renovable; Consumo de energía nuclear; Precios del petróleo; Uso de petróleo para el transporte por carretera; Consumo de petróleo por viaje turístico; Consumo de energía primaria; Relación entre el uso interno de petróleo para el transporte aéreo y el uso total de petróleo interno; Relación entre el uso de petróleo en el viaje de origen y destino y el uso total de petróleo; Consumo de energía renovable; Compras; Energía total utilizada; Uso interno total de petróleo; Uso total de petróleo por turista; Uso total de petróleo por viaje (mercado); Transporte; Viaje ¹ .
3. Turismo	Estructura del alojamiento; Tamaño promedio del hotel; Datos de construcción; Distancia en km de los viajes; Costo energético del turismo; Datos del administrador del hotel; Datos de operaciones hoteleras; Compartir hotel; Actividad humana; El turismo receptivo; Llegadas de turismo internacional; Ingresos por turismo internacional; Número de habitaciones de hotel; Número de pernотaciones; Número de turistas; Número de visitantes; Ocupación; Turismo de peregrinación; Ingresos por turismo internacional; Estructura del sector turístico; El factor turismo; Estructura hotelera típica; Total de noches de estancia; Número total de estructuras de alojamiento; Desarrollo turístico; Ingresos por turismo; Llegadas de turistas; Rotación; Tipos de turistas; Tipo de vehículo utilizado para viajar; Servicios de restauración hotelera de valor añadido.
3. Medio ambiente	Cambio climático; Co2 (total y per cápita); Condiciones climáticas; Agotamiento de la energía y los recursos naturales; Desorden ecológico; Huella ecológica; Huella ecológica del turismo; Calidad del ecosistema; Índice de desempeño ambiental; Políticas ambientales; Impactos en la salud humana; Recursos naturales; Huella hídrica turística; Recursos hídricos; Consumo de agua; Residuos.
4. Tecnología	Análisis de eficiencia energética de la tecnología hotelera **
5. Social	Capacidad de carga; Intensidad del capital humano; Mano de obra; Densidad de población; Crecimiento de la población; Pobreza; Relación de capital físico y humano; Población total; Apertura comercial; Población urbana; Personal.
6. Político e Institucional	Gobernanza; Eficiencia del gobierno; Globalización; Eficiencia gubernamental; Calidad del gobierno.
7. Otros	Desarrollo agrícola; Condiciones climáticas; COVID-19; Incertidumbre en materia de política económica; Estructura hotelera con etiqueta ecológica de la UE; Calor; Factores industriales; Calidad institucional; Uso de la tierra para la agricultura; Comercialización para turistas; Embalaje; Intensidad de capital físico; Densidad de población; Precio de la electricidad; Recursos; Vajilla; Temperatura; Temperatura en grados Celsius; Gasto total en salud; Comercio; Transporte; Urbanización; Superficie útil.

Donde, * = Medido en unidades de energía; Donde, ** = Variable que indica si los diferentes hoteles utilizan tecnologías energéticamente eficientes, tales como: Focos de Diodos Emisores de Luz (LED) y electrodomésticos de bajo consumo energético. Esta variable se puede encontrar en los artículos de muestra con diferentes nombres como: Análisis de tecnología energética hotelera; Análisis de tecnología hotelera y Análisis de tecnología.

Del mismo modo, al visualizar los trabajos recogidos en la muestra, se puede observar que se han analizado una gran diversidad de áreas y países: Asia y Europa acaparan el 63 % de los estudios, mientras que América representa el 10 %. Mientras que el 6 % de los trabajos analiza el turismo desde una perspectiva global introduciendo un gran número de países, mientras que el 20 % utiliza diferentes criterios económicos o geográficos para realizar su selección. China, España, Turquía, Pakistán, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Taiwán e Italia son los destinos individuales más analizados (ilustración 7).

Ilustración 7. Evolución en el tiempo de los artículos publicados según los cuatro grupos (G1, G2, G3 y G4) (número acumulado).



3.2.5. Enfoque metodológico, objetivos/hipótesis y áreas de estudio sobre turismo y energía.

Tras un análisis detallado de los artículos, se agruparon según el enfoque metodológico utilizado para su conformación. Identificándose cuatro grandes grupos: G1) modelos econométricos, regresiones y otras metodologías estadísticas; G2) encuestas, cuestionarios y auditorías energéticas; G3) análisis del ciclo de vida; y G4) otros enfoques e indicadores de impacto ambiental.

Siendo el G1, el grupo más numeroso de la muestra (67 %). Comprendiendo artículos que utilizan modelos econométricos, regresiones u otros modelos estadísticos multivariados para evaluar las interrelaciones y causalidades entre: a) desarrollo turístico, b) crecimiento económico, c) consumo de energía y d) degradación ambiental; introduciendo también, e) otras variables no básicas (población, urbanización, capital, etc.). En términos generales, el objetivo principal de estos estudios fue validar/rechazar una o más de las siguientes hipótesis (ver tablas número 3 y número 4): H1) El desarrollo turístico impulsa el crecimiento económico, H2) El desarrollo turístico aumenta la demanda de energía, y H3) El desarrollo turístico aumenta la degradación ambiental, medida principalmente a través del indicador de emisiones de GEI, aunque también se utilizan otros indicadores como la huella ecológica (87, 114, 127, 130, 142) u otros índices de impacto (68). El 30 % de estos artículos se apoyan en la curva ambiental de Kuznets (EKC) de sus siglas en inglés, para validar/rechazar las anteriores hipótesis.

Tabla 3. Principales grupos metodológicos, hipótesis y objetivos de los artículos que analizan la relación entre turismo y energía.

Grupo	Denominación	Artículos (%)	Principales objetivos e hipótesis
G1	Modelos econométricos, regresiones y otras metodologías estadísticas	67	Contrastar una o más de las siguientes hipótesis: (H1) El desarrollo turístico impulsa el crecimiento económico; (H2) El desarrollo turístico aumenta la demanda de energía; (H3) El desarrollo turístico aumenta la degradación ambiental
G2	Encuestas, cuestionarios y auditorías energéticas	15	Analizar el uso y consumo de energía en a) alojamientos turísticos; b) restaurantes; y/o c) evaluar el comportamiento de los turistas
G3	Análisis del ciclo de vida	13	Evaluar el consumo energético del turismo en términos de su cadena de suministro completa o cualquiera de sus etapas (transporte, alojamiento, servicios, alimentación, etc.)
G4	Otros enfoques e indicadores de impacto ambiental	5	Consumo energético en turismo

El principal tipo de datos econométricos utilizados, y en los que se basa este tipo de estudio econométrico, son generalmente datos secundarios, compilados por organizaciones internacionales y nacionales como el Banco Mundial (BM), el Fondo Monetario Internacional (FMI), la Organización para Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), los ministerios económicos de los diferentes países, etc. Entre las técnicas y modelos más utilizados se encuentran: modelos autorregresivos distribuidos rezagados (ARDL), método generalizado de momentos (GMM), regresiones con variables ortogonales y regresiones impulsadas (STIRPAT), datos de panel lineal dinámico (DPD), mínimos cuadrados ordinarios dinámicos (DOLS) y corrección de errores vectoriales (VECM), etc., (ver tabla A2 en el anexo V).

Tabla 4. Principales hipótesis, variables y áreas geográficas analizadas mediante técnicas y modelos estadísticos (G1).

Hipótesis (% del G1)	Principales variables	Resultados (en % de las hipótesis)	Áreas Geográficas	Nº. Ref.
H1. El desarrollo turístico impulsa el crecimiento económico (50%)	PIB, energía e inversión extranjera directa	Validada (66%)	Singapur, Turquía, Túnez, Sri Lanka, Estados Unidos, Francia, España, China, Italia, Turquía, Alemania, Italia, Eslovenia, Albania, Grecia, Turquía, Líbano, Israel, Túnez, Egipto, Túnez, Egipto y Marruecos, Baréin, Brunei, Cuba, Chipre, República Dominicana, Haití, Islandia, Indonesia, Irlanda, Jamaica, Malta, Mauricio, Nueva Zelanda, Singapur y Trinidad y Tobago, etc.	3, 6, 7, 10-13, 16, 17, 19, 23-25, 31, 34, 35, 37, 38, 40-43, 48, 50, 53, 63, 65, 68, 77, 82, 84
		Rechazada (33%)	Túnez, países mediterráneos, Nepal, países de la OCDE, países de América Central y del Sur, diez países del noreste y sudeste asiático, países BRI, Bangladesh, India, Nepal, Pakistán, Sri Lanka, etc.	8, 15, 20, 26, 30, 32, 39, 43, 46, 47, 54-59, 61, 62, 64, 70-73, 75, 76, 79, 80
H2. El desarrollo turístico aumenta la demanda energética (30%)	Desarrollo turístico, llegadas de turistas, energía.	Validada (97%)	Países de la OCDE, China, Turquía, Asia Pacífico, Taiwán, 10 principales destinos turísticos, Sri Lanka, Bangladesh, países del E7, países del sur de Asia, países BRI, etc.	1-6, 9, 11, 12, 15, 20, 22, 24, 26, 33, 35, 42, 43, 47, 53, 61-63, 65, 67, 69, 70-72, 77, 80, 86,
		Rechazada (3%)	144 países	9
H3. El desarrollo turístico aumenta la degradación ambiental (26%)	Desarrollo turístico y emisiones de GEI	Validada (56%)	Países de la OCDE, Chipre, Turquía, Singapur, países desarrollados y en desarrollo, Taiwán, países mediterráneos, Nepal, Túnez, Egipto, Marruecos, países de América Central y del Sur, etc.	2, 4, 5, 9, 22, 24, 26, 32, 34, 36, 37, 40, 41, 46, 49, 59-65, 69, 71, 73, 74, 80, 84.
		Rechazada (44%)	Túnez, Pakistán, economías del G20.	29, 34, 82, 6, 7, 10, 18, 19, 25, 31, 35, 43, 44, 51, 55, 72, 75, 76-78, 82, 85

El G2 es el segundo grupo más grande de la muestra, representando el 15 % del total. Este grupo incluye trabajos que analizan el consumo, la eficiencia, la intensidad energética y la degradación ambiental a partir de entrevistas, cuestionarios, encuestas y recogida de datos primarios, principalmente en alojamientos turísticos (ver tabla 5). Estas metodologías se han utilizado para estudiar y clasificar: a) alojamientos turísticos; b) restaurantes; y, c) comportamiento turístico y bases tipológicas en cuanto al uso y consumo de energía. El G3 es el tercer grupo más numeroso de la muestra, representando el 13 % del total de artículos. Este grupo incluye artículos que evalúan el impacto ambiental del turismo utilizando la metodología de análisis del ciclo de vida (ACV). ACV es una metodología para evaluar el impacto ambiental de un producto, proceso o actividad económica a lo largo de su ciclo de vida (desde la cuna hasta la tumba) (AENOR, 2018). Dentro de este grupo, es común el uso de enfoques ascendentes para agregar a escalas mayores. Esto es posible gracias a la conversión de los datos primarios recogidos a través de encuestas (similares a las G2) y entrevistas a turistas, realizadas normalmente por organismos públicos, empresas u otras instituciones relacionadas con el turismo, y que generalmente se centran en cuatro áreas: (1) datos turísticos básicos, (2) comportamiento real de transporte de los turistas, (3) tipo de alojamiento y duración de la estancia, (4) tipo de actividades recreativas. En este tipo de investigaciones es habitual utilizar datos secundarios ya disponibles, lo que permite realizar estimaciones con mayor agilidad y aporta valor añadido a la hora de responder a las preguntas de investigación de los estudios.

Tabla 5. Principales áreas de estudio, objetivos y países en materia de evaluación energética mediante encuestas, cuestionarios y auditorías energéticas (G2).

Área de estudio	(%) G2	Principales objetivos	Países/destinos	Nº. Ref.
a. Alojamientos	75.0	Evaluar el consumo y la eficiencia energética según los diferentes tipos de alojamiento hotelero Evaluar la relación entre tipología turística y consumo energético	Nueva Zelanda, Vietnam, Turquía, Jordania, Hungría, China, Dominica, Taiwán, Malasia, Global, Malta, Macedonia	87, 93, 94, 96, 102, 106, 107, 114, 118, 120, 123, 127, 131, 133, 140, 144, 152, 161
b. Restauración	8.3	Evaluar el consumo y la eficiencia energética	Vietnam, China	93, 106.
c. Comportamientos turísticos y tipos de turismo	33.3	Analizar el impacto energético del turismo en las elecciones y comportamientos	Nueva Zelanda, Nepal, España, China, Global	87, 89, 91, 99, 104, 106, 122, 161
d. Transporte	16.6	Analizar tipos de turismo, transporte e impacto ambiental	China, Dominica, Malasia, Nepal	106, 107, 123, 149

Mientras que la Tabla número 6, resume las principales etapas de la cadena de oferta turística analizadas, impactos y destinos (G3). El consumo de energía de los segmentos de transporte y alojamiento son los dos segmentos más frecuentemente analizados de la cadena de suministro del turismo, seguidos por otras actividades turísticas (es decir, atracciones, entretenimiento y actividades de destino) y el segmento de alimentos. Setenta por ciento de los estudios también utilizan las emisiones de GEI como indicador de la degradación ambiental. La mayoría de los artículos de este grupo (60 %) evalúan una o dos etapas de la cadena de suministro turístico. Sólo el 15 % (3 artículos) evaluaron toda la cadena de suministro turístico (a-g), lo que implica que la mayoría de los artículos se centran en una o varias etapas de la cadena de suministro.

Tabla 6. Principales objetivos, impactos ambientales y pasos de la cadena de suministro turístico evaluados a través del ACV en diferentes países/destinos turísticos (G3).

Etapas de la cadena de suministro evaluadas (a-g)	% en G3	Principales impactos (%)	Países/destinos	Nº Ref.
a. Transporte	75.0			
b. Alojamiento	70.0		Principales destinos: China (26%), Taiwán (11%) y España (11%). También se analizan estudios de caso en Austria, Canadá, Croacia, Grecia, Hong Kong, entre otros	88, 95, 101, 108, 109, 111, 115, 119, 121, 126, 130, 132, 136, 137, 143, 151, 153, 158, 160
c. Alimentación	25.0	Energía (100%); GHG emisiones (70%); uso del agua (20%) y otras categorías de impacto (20%).		
d. Edificios	30.0			
e. Entretenimiento	15.0			
f. Compras	15.0			
g. Otras actividades turísticas	35			

Finalmente, el G4 incluye el 5 % de los artículos revisados y agrupa otras propuestas para medir el consumo energético en turismo utilizando diferentes índices y/o medidas. Diferentes autores y autoras han propuesto la creación de índices para medir cuantitativamente la relación entre energía y actividad turística, desagregando el coste energético de los diferentes nodos de la cadena de valor turística según el turismo tipologías (92). En algunos casos, este tipo de metodología permite investigar en profundidad los principales focos energéticos de cada actividad turística (130), identificando qué actividad consume qué recurso energético (119, 129, 134, 142). Estos autores y autoras señalan que este tipo de metodología proporciona información confiable para el diseño e implementación de políticas públicas encaminadas a incrementar la eficiencia del consumo energético para cada actividad que se realiza en el territorio.

3.2.6. Principales hallazgos y debates sobre el nexo energía-turismo.

3.2.6.1. ¿Existe una disociación entre el crecimiento del turismo y el consumo de energía?

Los principales temas de discusión en torno al turismo y la energía se centran en discutir la correlación entre el desarrollo turístico y el crecimiento económico, y cómo estos tienen un impacto en el aumento de la demanda de energía, las emisiones de GEI y otras categorías. La diversidad metodológica señalada anteriormente se aplica a diferentes contextos geográficos (ver sección 4.2 y tabla A2 anexo V), y el hecho de que no siempre se utilicen las mismas variables, significa que los resultados cuantitativos no siempre son muy comparables entre sí (ver sección 4.1). En relación a la primera hipótesis, el 66 % de los artículos validan la idea de que el crecimiento económico está impulsado por el turismo. Algunos autores y autoras encontraron una causalidad positiva y unidireccional en la que el turismo promueve el crecimiento económico en áreas geográficas tan dispares como Singapur, Turquía o Estados Unidos. Sin embargo, no existe un consenso total sobre esta cuestión. Otros autores y autoras afirman una relación inversa: siendo el crecimiento el que impulsa el desarrollo turístico. Según este grupo de autores y autoras, esto ocurre en destinos donde la actividad turística no está lo suficientemente desarrollada como para tener un impacto determinante en el crecimiento económico. Además, también existe una variedad de investigaciones que muestran la existencia de una relación causal bidireccional entre la actividad turística y el crecimiento económico, observando que ambas variables interactúan entre sí y se afectan de forma conjunta y simultánea (30, 32, 39, 46, 54–59, 61, 62, 64, 70, 72, 73, 76, 79). Por otro lado, parece haber cierto consenso (97 %) en que el crecimiento-desarrollo del turismo aumenta la demanda energética (tabla A2 anexo V). Este aumento está relacionado con el crecimiento del número de visitantes, y por tanto de la movilidad, crecimiento de la infraestructura, consumo, etc., lo que a su vez demanda mayores cantidades de energía (es decir, electricidad, combustible). Sin embargo, no hay unanimidad total (3 %). Por ejemplo, Ozturk et al., (9) afirmaron que esta relación ocurre sólo en los países de ingresos medios, pero no en los países de ingresos bajos o altos.

El grado de desacuerdo aumenta a la hora de analizar la relación entre turismo y degradación ambiental (H3). Por ejemplo, los estudios que validaron la EKC señalaron que la eficiencia tecnológica permite el crecimiento económico en determinadas regiones

del planeta, y esto es compatible con un menor impacto ambiental. Como en muchos destinos la actividad turística es responsable de una alta proporción del consumo de energía eléctrica (98, 134, 145, 146), el avance de las energías renovables se considera un factor determinante para evitar o aliviar la presión ambiental de los destinos turísticos (82) y debe ser un objetivo prioritario junto con la mejora de los sistemas de previsión, gestión y suministro de energía (104, 145, 146, 147). En este sentido, las razones más frecuentemente mencionadas para explicar el cumplimiento/rechazo de la hipótesis EKC están relacionadas con: a) la capacidad de desarrollar y/o acceder a tecnologías energéticas y ambientalmente eficientes (efecto tecnología); b) el nivel de ingreso y terciarización de los países de destino, que los ubica en la parte inferior/superior de la curva en términos del desarrollo de su sistema productivo centrado en el sector primario (efecto composición); y c) el efecto de escala, consistente en el axioma de que a mayor actividad económica, mayor degradación ambiental (9; también en (Zilio, 2012; Hsieh & Kung, 2013). Sin embargo, considerando los resultados de la muestra, encontró que el 94,6 % de los trabajos que validan la hipótesis EKC cuantifican la degradación ambiental únicamente a través de la medición de Co^2 , sin embargo, el 85,7 % de los artículos que refutan la teoría o, en su caso, presentan resultados mixtos han utilizado un índice multivariable más complejo para definir la variable de degradación ambiental, como por ejemplo la huella ecológica o la capacidad de carga, que recoge más información sobre la degradación de los ecosistemas.

3.2.6.2. Consumo y eficiencia energética en alojamientos turísticos.

La eficiencia energética de los alojamientos y servicios asociados es el segundo tema más abordado en la investigación sobre turismo y energía. Este tema es transversal a las diferentes metodologías utilizadas (G1, G2 y G3). Además de centrarse en la tecnología y la eficiencia energética, estas investigaciones también examinaron las relaciones entre el desarrollo turístico, la energía y el impacto ambiental (emisiones de GEI) de diferentes tipos de alojamiento. En términos generales, el consumo energético de las empresas de alojamiento turístico depende en gran medida de tres variables: 1) el tamaño del establecimiento; 2) la cantidad de servicios ofrecidos a los turistas; y 3) el número de pernoctaciones recibidas. Estos estudios analizan cómo la superficie construida, los materiales, la tecnología constructiva (88) o el número y tipo de turistas alojados (117) son las variables con mayor impacto en la demanda energética y las emisiones de GEI.

Asimismo, otros estudios centraron su atención en evaluar los sistemas de ventilación, piscinas, aire acondicionado y calefacción (HVAC) (154, 159), que, junto con el agua caliente, son los principales focos de consumo energético diario en diferentes tipos de alojamientos turísticos (87, 120, 133). Así, por ejemplo, los servicios hoteleros asociados a la climatización pueden representar entre el 30 % y el 50 % del consumo eléctrico (152), siendo otro el uso de gasóleo o gas licuado de petróleo (GLP) para calderas, agua caliente y cocinas. punto crítico de consumo (93, 152). Sin embargo, el tamaño y la tasa de ocupación son las variables más determinantes del consumo energético en las instalaciones de alojamiento (94). Otro foco de análisis ha sido evaluar la eficiencia asociada al mix energético en hoteles (96, 144), analizar si los hoteles cuentan con certificados de eficiencia energética (140), estimar el gasto energético de los hoteles por habitación y noche (118) o para discutir la efectividad del marketing verde como medida de ahorro (127).

Estudios basados en ACV también estiman que el alojamiento es el segmento responsable del 3 %-16 % del consumo energético turístico (101, 121, 158), y se discute cómo los hoteles que más servicios ofrecen son los establecimientos con mayor impacto en términos de emisiones y consumo de energía (88, 132, 137). Otros tipos de alojamiento, como los hoteles de gama baja, son entre 4 y 10 veces menos intensivos desde el punto de vista ambiental (132, 160). Por estos motivos, se argumenta y discute cómo la eficiencia energética de los establecimientos depende de: i) mejorar el uso de materiales para revestir los edificios y hacerlos más eficientes climáticamente (calefacción y refrigeración); ii) combinar sistemas de bombas de calor y/o energía fotovoltaica para calentar agua (148) y iii) implementar medidas para reemplazar los sistemas de refrigeración, calefacción y aire acondicionado por tecnologías más eficientes (96, 99, 152). Algunos autores y autoras abogan por la creación y estandarización de una clasificación internacional de establecimientos hoteleros basada en el consumo energético (110), con el objetivo de promover el uso de establecimientos eficientes a través de un marketing centrado en el turismo verde y el consumo responsable (107, 127). Estas propuestas no están exentas de dificultades técnicas a la hora de evaluar el patrón de consumo energético de los hoteles (por ejemplo, diferencias de tamaño, antigüedad, materiales, nivel de lujo, ubicación) y pueden implicar ciertos costes de transacción al auditar los diferentes tipos de establecimientos (124).

3.2.6.3. Transporte y otros debates sobre el consumo de energía en el turismo.

El movimiento de turistas desde el origen hasta el destino utilizando diferentes distribuciones modales de transporte constituye el principal punto crítico en términos de uso de energía y emisiones de GEI. Algunos artículos del grupo 3 muestran cómo el transporte es el paso con mayor demanda energética en el turismo (consumiendo entre el 49 y el 73 % de la energía total), discutiendo en qué medida las políticas de eficiencia energética implementadas en las últimas dos décadas han reducido su peso energético en el total (101, 105, 115, 153). La eficiencia de los modos de transporte es un tema recurrente en estos estudios, señalando cómo el transporte aéreo es el de mayor impacto, seguido del transporte por carretera (principalmente automóviles), mientras que el tren es la opción más eficiente (108, 121). Encontramos que el análisis del consumo de energía derivado del transporte turístico no es un tema que haya sido analizado específicamente en la muestra de estudio. Siendo la gran mayoría de autores y autoras los y las que prefieren examinar el coste del transporte turístico en términos de emisiones de GEI en lugar de centrarse en el enorme consumo de vectores energéticos no renovables necesarios para el transporte turístico. Los debates restantes sobre el uso de la energía y el turismo tienen mucho menos peso. Algunos estudios muestran que el consumo de energía asociado a la alimentación se estima entre el 13,8 % y el 28,4 % de la cadena de suministro turístico en diferentes países y contextos (108, 111, 137, 153, 160). También hay un pequeño número de artículos que evalúan el impacto ambiental en relación con comportamientos y tipos de turismo (29, 36, 37, 43, 91, 122, 161) y discuten cómo el turismo cultural tiene un menor impacto en términos de consumo de energía. (89). La investigación también ha discutido cuáles son los márgenes de ahorro energético en la restauración, ya sea en la aviación con el objetivo de reducir el peso y el consumo de materiales (153) o en otros puntos de la cadena de suministro turístico (8). Estos autores y autoras señalan que este tipo de metodología proporciona información confiable para el diseño e implementación de políticas públicas orientadas a incrementar la eficiencia del consumo energético para cada actividad que se realiza en el territorio.

3.2.7. Discusión.

3.2.7.1. Nexos turismo-energía: entre metodologías, indicadores, interpretación y alcance de la principal evidencia empírica.

La correlación entre el desarrollo turístico y el crecimiento económico, y cómo estos impactan en el aumento de la demanda de energía, las emisiones de GEI y otras categorías (G1), es el principal punto de evaluación entre el nexo entre el turismo y la energía. La fuerza de estos estudios reside en su enfoque macro y estructural, que facilita el análisis de la evolución temporal de los destinos, así como de las causalidades e interrelaciones de un gran número de variables (Greene, 1999). Sin embargo, estos estudios también presentan algunas debilidades que conviene señalar. Por ejemplo, a pesar de tener objetivos comunes, no siempre es fácil comparar sus resultados cuantitativos entre sí. Podemos señalar al menos tres razones: (a) existe una amplia variedad de metodologías a la hora de abordar la relación entre turismo y consumo de energía/degradación ambiental; (b) amplia heterogeneidad de destinos analizados con diferentes niveles socioeconómicos, tecnológicos y finalmente, y (c) las variables utilizadas en los modelos y la forma en que se miden no siempre coinciden, incluso cuando la nomenclatura es similar. Algunos autores y autoras definen la variable dependiente desarrollo turístico a través del indicador del número de llegadas internacionales (82, 85, 86, 94, 95, 102, 107, 107, 115, 123, 147, 149, 153, 160, 162, etc.), mientras que otros introducen además información sobre los ingresos y gastos turísticos (111, 121, 157). Otras debilidades están relacionadas con la heterogeneidad de la información, problemas espaciales, cambios estructurales en las series o posibles sesgos en la selección de la muestra (Atwi et al., 2018; De Arce y Mahía, 2007).

En su revisión de la literatura sobre la relación entre el desarrollo turístico y las emisiones, Sun et al., (2022) también aportan pruebas en esta dirección. Sosteniendo los y las anteriores que los modelos EKC a menudo no tienen en cuenta dos aspectos clave para comprender estas interrelaciones: a) las emisiones “indirectas” incorporadas en las importaciones, y b) las emisiones de la aviación y el transporte marítimo internacionales. Con base en estas consideraciones, hay evidencia muy limitada de que el turismo conduzca a la descarbonización, incluso considerando el escenario EKC. Además, el

cumplimiento de la hipótesis EKC está altamente relacionado con el enfoque y los indicadores de impacto ambiental seleccionados. Los trabajos que mayoritariamente validan esta hipótesis, es decir, que afirman que hay desmaterialización (impacto/crecimiento), utilizan las emisiones de GEI como único proxy del deterioro ambiental. Los modelos que, además de las emisiones, incluyen en sus estimaciones indicadores como la huella ecológica u otros índices que contemplan más dimensiones de impacto ambiental (más en la línea de una fuerte sostenibilidad), tienen sus hipótesis mayoritariamente refutadas (Bagliani et al., 2008; Caviglia-Harris et al., 2009; Wang et al., 2013; Hervieux & Darne 2015; Almeida et al., 2017; Figge et al., 2017; Asici & Acar, 2018; Ozcan et al., 2018; Destek & Sinha, 2018). Muchas tecnologías bajas en carbono trasladan las emisiones a otra etapa de la cadena de suministro de energía, asumiendo que la energía renovable tiene cero emisiones (como es el caso de algunos artículos recopilados en la muestra (8, 17, 28, 32, 39, 52, 59, 64, 72), lo cual es una suposición poco realista.

La eficiencia energética de los alojamientos y servicios asociados es el segundo tema más abordado en la investigación sobre turismo y energía, estudiado principalmente en G2 y G3 mediante encuestas y/o la metodología ACV. Estos enfoques metodológicos, particularmente el ACV, permiten analizar la cadena de oferta turística, obteniendo así una visión integral de su impacto y comparando diferentes alternativas de viaje (Nae-Wen & Pei-Hun, 2009; Kuo et al., 2012), como por ejemplo evaluar diferencias en cuanto al uso de energía en relación con los tipos de transporte, alojamiento u opciones de menú (Jiao & Shi, 2013; Castellani & Sala, 2012; Kitamura et al., 2020). Este tipo de metodología puede ayudar a las instituciones públicas y agencias de viajes a diseñar itinerarios turísticos con bajas cargas ambientales y desalentar el consumo de actividades de alto impacto (Sanye- Mengual et al., 2014; Salehi et al., 2021). Sin embargo, el enfoque ACV es aún escaso y hemos encontrado algunas limitaciones (De Camillis et al., 2010 y Campos-Herrero et al., 2022): a) Todavía existe una diversidad metodológica a la hora de realizar este tipo de análisis que resulta en diferentes límites del sistema, unidades funcionales y datos primarios recopilados; b) La naturaleza complicada del sistema turístico dificulta el análisis del sector, lo que puede implicar resultados conservadores y parciales; c) No existe una base de datos de ACV específica para el turismo y sectores relacionados; y/o d) el uso de energía, pero sobre todo las emisiones de GEI, es el indicador más analizado, y otros impactos, como el uso del agua, se evalúan mucho menos

(Lok & Chan, 2001; Michailidou et al., 2016). Estas limitaciones pueden dificultar la traducción de los resultados en políticas comprensibles y utilizables, particularmente en lo que respecta a la baja participación de la industria. En este sentido, aún es necesario impulsar la investigación en esta dirección, así como evaluar la posibilidad de integrar este tipo de análisis en otras herramientas de gestión o estrategias de ecoetiquetado (Campos-Herrero et al., 2022).

3.2.7.2. Perspectivas para futuras investigaciones sobre energía y turismo.

Este estudio ha examinado más de 20 años de investigación sobre la relación entre el desarrollo turístico y el uso de energía, proporcionando así una visión general de las principales metodologías utilizadas y objetivos para evaluar la dependencia energética del turismo, así como de los principales resultados discutidos. Este análisis nos ha permitido por tanto abordar un campo de estudio complejo, comprender algunos de los vacíos de la literatura para proponer futuras líneas de investigación que nos permitan avanzar hacia modelos turísticos sostenibles (Gössling et al., 2015; Merrilees & Coghlan, 2015; Ehigiamusoe, 2020). El debate sobre alternativas a la movilidad convencional es uno de los vacíos encontrados en la literatura revisada. Los viajes en avión y en automóvil son la piedra angular del turismo y la energía, así como de los modos que exigen emisiones (95, 105, 108, 109, 121, 126, 132, 143). Algunos autores y autoras han argumentado que la industria de la aviación tendrá serias dificultades para introducir tecnologías que mantengan los niveles actuales de tráfico aéreo (Nygren et al., 2009); Peeters y otros, 2017; (Gössling & Humpe, 2023). Muchas tecnologías bajas en carbono trasladan las emisiones a otra etapa de la cadena de suministro de energía o aumentan otras categorías de impacto. Un ejemplo de ello es el caso de las tecnologías de electrificación de la movilidad, que aumentan la huella de materiales escasos en la corteza terrestre, como níquel, litio, cobalto, indio, selenio, galio, telurio, etc. (Valero et al., 2021; del Pero et al., 2018). Además, los procesos de extracción, refinación y transporte de estos materiales al sitio de fabricación suelen ser ignorados en la contabilidad final de las emisiones de GEI en la mayoría de los estudios que analizan estas tecnologías bajas en carbono (del Pero et al., 2018). Finalmente, cabe señalar que estas tecnologías, vendidas como posibles alternativas sostenibles al consumo de vectores energéticos fósiles, también presentan el problema de la competencia por el uso del suelo. Las granjas de paneles solares o plantaciones de biomasa para la generación de biocombustibles

presentan un coste económico de producción que es entre un 15 % y un 500 % superior al del combustible para aviones convencional, y al mismo tiempo, la producción de estos biocombustibles y granjas de paneles solares compiten con otros usos del suelo, como la producción de cereales para consumo animal o humano (Dahal et al., 2021). Por lo tanto, se necesita más investigación sobre las implicaciones ambientales de la aplicación de estas nuevas tecnologías al turismo, así como sobre las barreras a su implementación.

Otro vacío encontrado en la literatura se refiere a los efectos económicos de la promoción y masificación de formas de turismo de bajo impacto energético: en muchos nichos de negocios turísticos no es posible alcanzar simultáneamente objetivos económicos y ambientales, lo que implica hacer concesiones en algún sentido (Luncie et al., 2007). Una gestión de la demanda de viajes menos dependiente de la energía y más eficiente es una línea estratégica de investigación para el diseño de políticas efectivas y equitativas (Scott & Gössling, 2022). La forma en que dicha transición energética se interconecta con otras dimensiones de la literatura sobre turismo sostenible, como, por ejemplo, el turismo lento, responsable o pro-pobres (Gössling & Higham, 2021). Es por estas y otras razones que algunos investigadores afirman que el debate sobre el exceso de turismo y las limitaciones de recursos ofrece una valiosa oportunidad para re-politizar la discusión sobre el desarrollo turístico y contribuir a explotar aún más el potencial del decrecimiento para facilitar el turismo sostenible (Flecher et al., 2019; de Luis Blanco, 2011; Blázquez, 2016). Los visitantes de países de altos ingresos representan niveles más altos de impacto ambiental (Lenzen et al, 2018), por lo que estas discusiones deben contextualizarse en términos de países, destinos y tipo de turismo. Como muestra nuestro estudio, algunas áreas geográficas están subrepresentadas en los estudios académicos sobre energía y turismo (también en Scott & Gössling, 2022). Esto es especialmente importante en regiones como África (norte o subsahariana), América Central, Asia (norte, centro y sudeste) y el Pacífico, donde se prevé que el turismo aumente más del 4 % durante el período 2020. 2030 (Scott et al., 2019).

Además, cabe señalar algunas cuestiones metodológicas, especialmente en relación con los debates sobre la disociación entre el desarrollo turístico y el consumo de energía. Por ejemplo, dependiendo del tipo de medio de transporte y la distancia del destino turístico existen grandes diferencias en la generación de emisiones de GEI que pueden variar entre 5 y 30 veces más (Gössling et al., 2015). La mayoría de los trabajos analizados utilizan indicadores agregados del turismo receptor para la modelización, por lo que un

seguimiento del impacto en función del tipo de visitante generaría información útil para el diseño de estrategias de reducción del impacto (Sun et al., 2022). Además, centrarse en los aumentos relativos del uso de energía o de las emisiones no es útil para alcanzar objetivos absolutos de reducción del impacto. Por ejemplo, la propia OMT (2020) reconoce que la movilidad baja en carbono sigue siendo un desafío importante que necesita su propia agenda. Aun así, y bajo los supuestos tecnológicos más optimistas, la propia agenda prevé un aumento de las emisiones asociadas al turismo, lo que es una mala noticia si se quieren cumplir los objetivos de la cumbre de París. Todos los destinos turísticos tendrán que adaptarse a las consecuencias de la futura escasez energética y el cambio climático para minimizar sus impactos negativos (Varol et al., 2022; Tekin et al., 2022) u optimizar las oportunidades en la planificación turística territorial (Sun et al., 2021a). En este sentido, los investigadores deben seguir jugando un papel importante en el desarrollo de métodos novedosos que proporcionen información rigurosa y contrastada para el diseño de políticas en contextos específicos, evaluación de tecnologías, infraestructura, logística, etc., que fomenten el debate y permitan la definición de responsabilidades y compromisos concretos con la sostenibilidad.

3.2.8. Conclusiones.

Durante este segundo apartado de resultados, se ha realizado un análisis exhaustivo de las principales publicaciones científicas que aportan evidencia empírica del nexo entre turismo y energía durante las últimas dos décadas. Los resultados muestran que se trata de un campo de estudio en crecimiento, debido a la debilidad que representa en términos de sostenibilidad la alta dependencia de energías no renovables, entre otras razones. La relación entre indicadores que miden el desarrollo turístico, el crecimiento, el uso de energía y las emisiones de GEI desde un enfoque macro es el tema más recurrente. Para medir esta interrelación se aplican diferentes modelos econométricos, regresiones y otras metodologías estadísticas basadas en las estadísticas oficiales disponibles. Estos estudios muestran cómo el desarrollo turístico aumenta la demanda de energía. Sin embargo, se observó menos consenso en relación a las emisiones, con resultados contradictorios entre regiones. La comparabilidad entre estudios se ve comprometida y el grado de validez de los resultados es limitado, ya que se sigue omitiendo y subestimando el papel del transporte (aéreo), centrándose solo en un tipo de impacto ambiental (las emisiones de GEI). Esto sugiere la necesidad de repensar las teorías y enfoques existentes de medición y comparación.

La eficiencia de los alojamientos turísticos es el segundo tema más importante evaluado a partir de la recopilación de información primaria a través de encuestas y evaluaciones, y en muchos casos a través de la metodología ACV. Estas metodologías permiten determinar los puntos críticos de los alojamientos turísticos, así como otros pasos de la cadena de suministro turístico. Estos dos temas principales son el foco de muchas de las discusiones sobre las perspectivas del análisis y el cambio de políticas. Otros temas como las alternativas energéticas al transporte globalizado o las implicaciones económicas de promover un turismo más sostenible y de bajo impacto, o el riesgo de reducción drástica de los vectores energéticos fósiles necesarios para el mantenimiento y desarrollo de la actual actividad turística como consecuencia del *peak* de la producción del petróleo convencional acaecido en 2005-2006, y el *peak* de petróleo total (convencional y no convencional) acaecido en 2018, se abordan de forma menos exhaustiva. Estas, y otras líneas de trabajo empírico y teórico, constituyen sin duda futuras líneas de investigación a considerar para seguir investigando las posibilidades del turismo sostenible dentro de

los límites planetarios, considerando, tanto las demandas climáticas de nuestro tiempo, como escenarios futuros con una menor oferta energética.

3.3. Energía, turismo y decrecimiento.

Si el petróleo representa hoy un problema, esperemos a que pasen veinte años: será una pesadilla.

Jeremy Rifkin

3.3.1. Resumen.

La pandemia de COVID-19 que sufrió el mundo a finales del año 2019 permitió que el concepto de decrecimiento entrara a formar parte del discurso académico en el ámbito del turismo. Señalado algunos autores y autoras, la necesidad de aprovechar la especial coyuntura como una oportunidad para afrontar un cambio en la forma de entender la actividad turística. Presentando estas voces críticas presentan la necesidad de construir nuevos modelos de turismo inclusivos y sostenibles, donde la sostenibilidad no esté subordinada al crecimiento económico, y cuyos pilares sean la equidad social, ambiental y económica, incluyendo conceptos como los límites biofísicos, ecológicos y sociales. En este tercer apartado de la sección de resultados, se analizarán las diversas problemáticas que aparecen a la hora de introducir el concepto de decrecimiento en el discurso de la actividad turística global, examinando las diferentes herramientas propuestas por los distintos autores y autoras para tratar de paliar y superar las anteriores problemáticas.

3.3.2. Introducción.

La pandemia de COVID-19, que comenzó a finales de ese mismo año, ha sido uno de los elementos disruptivos que mayor impacto ha tenido en la actual economía globalizada (Frederico et al., 2023), generando el mayor decrecimiento en términos del PIB global desde que existen registros (BM, 2019). Lo cual se tradujo en una contracción de 5,7 puntos porcentuales del PIB global, pasando de un crecimiento positivo de 2,6 % en el año 2019, hasta un decrecimiento del 3,1 % en el año 2020 (BM, 2019). Asociado a este decrecimiento económico global, se produjo en el periodo señalado, una pérdida global de horas de trabajo del 8,8 % lo que equivaldría a la pérdida de un total de 75 millones de empleos a tiempo completo a nivel global (OIT, 2021).

Pero estas disrupciones acaecidas en la economía globalizada, no solo se han materializado en forma de pérdida de producción y empleo, sino que la rotura de las cadenas de suministro mundiales también ha sido uno de los problemas más acuciantes (Swanson & Suzuki, 2020; Ivanov & Dolgui, 2020; Xu et al., 2020; Meyer et al., 2021). Siendo estas disrupciones, las responsables de haber paralizado en muchos casos, los procesos de producción global como consecuencia de una escasez de falta de materias primas en muchos y diversos sectores económicos globales, destacando: los mercados de alimentos (Mahajan & Tomar, 2020; Xu et al., 2021), el mercado de los bienes sanitarios (Armani et al., 2020, Deshmukh & Haleem, 2020; Govindan et al., 2020), la producción de vehículos y de equipos informáticos (Ishida, 2020; Guan et al., 2020), el mercado del petróleo (Chiaromonti & Maniatis, 2020); el mercado de la ropa (Majumdar et al., 2020), los problemas asociados al transporte marítimo (Rahman et al., 2021), además de los problemas específicos afrontados por el sector de la pequeña y mediana empresa (PYMES) (Craighead et al., 2020; Gurbuz & Ozkan, 2020).

En cuanto al sector turístico global, la pandemia ha resultado ser una crisis cuasisistémica que ha generado impactos de hondo calado en todos y cada uno de los nodos de la cadena de valor de la actividad (Yang et al., 2021). Generando pérdidas por un total de 1,3 billones de dólares en lo referente al turismo internacional únicamente para al año 2020 (UNWTO, 2021), llegando hasta los 2,4 billones, al incluir tanto las pérdidas directas e indirectas en la suma de los ejercicios 2020 y 2021, como consecuencia de los mil millones de llegadas internacionales que se perdieron en el año 2020 (UNWTO, 2021). Lo cual, para algunos países extremadamente dependientes de la actividad turística, como

es el caso español, se tradujo en una auténtica devastación empresarial, con el cierre de más de 207.000 empresas y más de 323.000 autónomos (BdE, 2020). Siendo las aerolíneas, junto con las agencias de viaje, y las empresas hoteleras, las compañías más afectadas por esta pandemia (Amankwah-Amoah, 2020).

Pero en contraposición a los desastrosos datos económicos anteriormente señalados, la pandemia de Covid-19 ha creado una nueva oportunidad para que conceptos como decrecimiento y turismo estacionario, que salvo alguna excepción (Hall, 2009, 2010; Andriotis, 2014) tan alejados estaban de la literatura turística, vayan tomando forma a través de la apuesta por la implementación de un nuevo modelo turístico, fomentado por académicos y académicas (críticos y críticas) que aprovechando el parón global de la actividad como consecuencia del COVID-19, reclaman hacer valer la oportunidad de decrecimiento para afrontar un cambio en la forma y manera de entender el actual modelo turístico globalizado. En particular, urgiendo al cambio en los aspectos más insalubres e insostenibles del modelo turístico actual basado en una tendencia creciente del volumen de viajeros (Cheer, 2020; Hall et al., 2020; Everingham & Chassagne, 2020; Renaud, 2020), que necesita de un consumo ingente de recursos naturales y generación creciente de insumos contaminantes, mientras ocasiona procesos globales de gentrificación en los territorios de destino (Duffy & Moore, 2010; Büscher & Fletcher, 2017; Higgins-Desbiolles et al., 2019; Panzer-Krause 2017; Navarro-Jurado et al., 2019; Romero-Padilla et al., 2019; Amore, 2019).

En este nuevo discurso turístico crítico con la actual forma de implementación de la actividad turística, se señala la necesidad de una nueva reconceptualización del sector, que permita generar un turismo más inclusivo, basado en la equidad económica y ambiental (Hall, 2019; Higgins-Desbiolles et al., 2019), el bienestar comunitario y social (Chassagne & Everingham, 2019) y la reducción de los daños e impactos ambientales (Hall, 2009; Saepórsdottir et al., 2020). Todo ello, gracias a la creación de mecanismos que permitan el empoderar a las comunidades locales como herramienta primigenia para el control y la gestión de la actividad turística en los distintos territorios/destinos (Adityanandana & Gerber, 2019; Renkert, 2019; Wegerer & Nadegger, 2023), además de diversas herramientas que permitan solventar las más que posibles problemáticas a la hora de implementar el decrecimiento a la actual actividad turística global (D'Alisa et al., 2015).

Este movimiento generado por parte del sector académico crítico con el actual modelo turístico basado en el crecimiento del volumen de viajeros, ha tenido una contundente respuesta en forma de reprobación pública, por parte de la academia más posicionada con la defensa del continuismo e impulso de la actividad turística global, como herramienta principal tanto para la lucha contra la pobreza, e incluso, la degradación ambiental y la defensa de las libertades individuales (Butcher, 2021a). Así autores y autoras como Phillips (2015), Milanovic (2020) o Ali (2020), sostienen que la prioridad en este escenario postpandemia, debe ser la del crecimiento de la actividad para recuperar empleos, beneficios y medios de vida, discurso, el cual encuentra su eco tanto en la industria, como en los distintos organismos reguladores de la actividad como la Organización Mundial del Turismo de las Naciones Unidas (OMT, 2020) y el Consejo Mundial de Viajes y Turismo (WTTC, 2020).

Las críticas a la introducción del concepto de decrecimiento en la actividad turística, son anteriores a la pandemia, así, Milanovic (2018), señalaba que el decrecimiento provoca una austeridad extrema que no es beneficiosa para nadie. Mientras que Phillips (2019) señalaba que, aunque el concepto de decrecimiento ciertamente nace de la necesidad de redimensionar la actividad económica para adaptarla a los límites ambientales del planeta, los defensores del decrecimiento no tienen en cuenta que esos límites ambientales pueden ser retrasados *ad eternum* gracias al desarrollo tecnológico y a la mejora de la eficiencia. En definitiva, el sector más conservador del análisis turístico presenta una doble crítica hacia el discurso basado en el decrecimiento tanto por lo inoportuno de la situación (entendiendo que se está aprovechado un momento de debilidad de la industria para atacarla), como por lo inapropiado y erróneo del discurso en sí mismo por ser el decrecimiento contraproducente para todos los agentes participantes de la actividad turística. Esta disputa académica en cuanto a la forma y los modos más convenientes y adecuados de hacer turismo, ha sido analizada por autores y autoras como Butcher (2021 a,b) o Higgins-Desbiolles (2021).

Independientemente de su aplicación en el ámbito turístico, el decrecimiento es un concepto complejo, maleable y mutable a lo largo del tiempo (Bernad & Cheynet, 2003), puesto que, desde su nacimiento de la mano de los movimientos activistas franceses a comienzos del siglo XXI a raíz de las protestas en defensa de ciudades libres de coches, las cooperativas de alimentos y los movimientos anti-publicidad (Demaria et al., 2013), ha ido adquiriendo y ganando significado y profundidad con el paso del tiempo.

Inicialmente, según su traducción literal del término francés *décroissance*, este concepto era interpretado como un término radical y provocador, que representaba un proyecto de contracción social voluntaria de la producción y el consumo, con objeto de adecuar ambas variables a los límites biofísicos y ambientales del planeta (Latouche, 2023), y cuyo objeto era el de luchar contra el paradigma del crecimiento perpetuo (Latouche, 2023). Pero a lo largo del tiempo, el concepto ha ido ganando profundidad, incorporando un sistema de ideas y valores que además de conformar un marco constituido por una gran variedad de preocupaciones, objetivos, estrategias y acciones, permite empoderar a los individuos por medio del activismo y las acciones políticas coordinadas. Siendo actualmente el decrecimiento, un punto de confluencia donde convergen diversas corrientes de ideas críticas que buscan a través de acciones políticas, soluciones a las diversas problemáticas económicas y políticas, ecológicas y sociales que presenta el modelo económico/político actual basado en el crecimiento perpetuo (Schneider et al., 2010; Della Porta & Diani, 2011; Gainsborough, 2017).

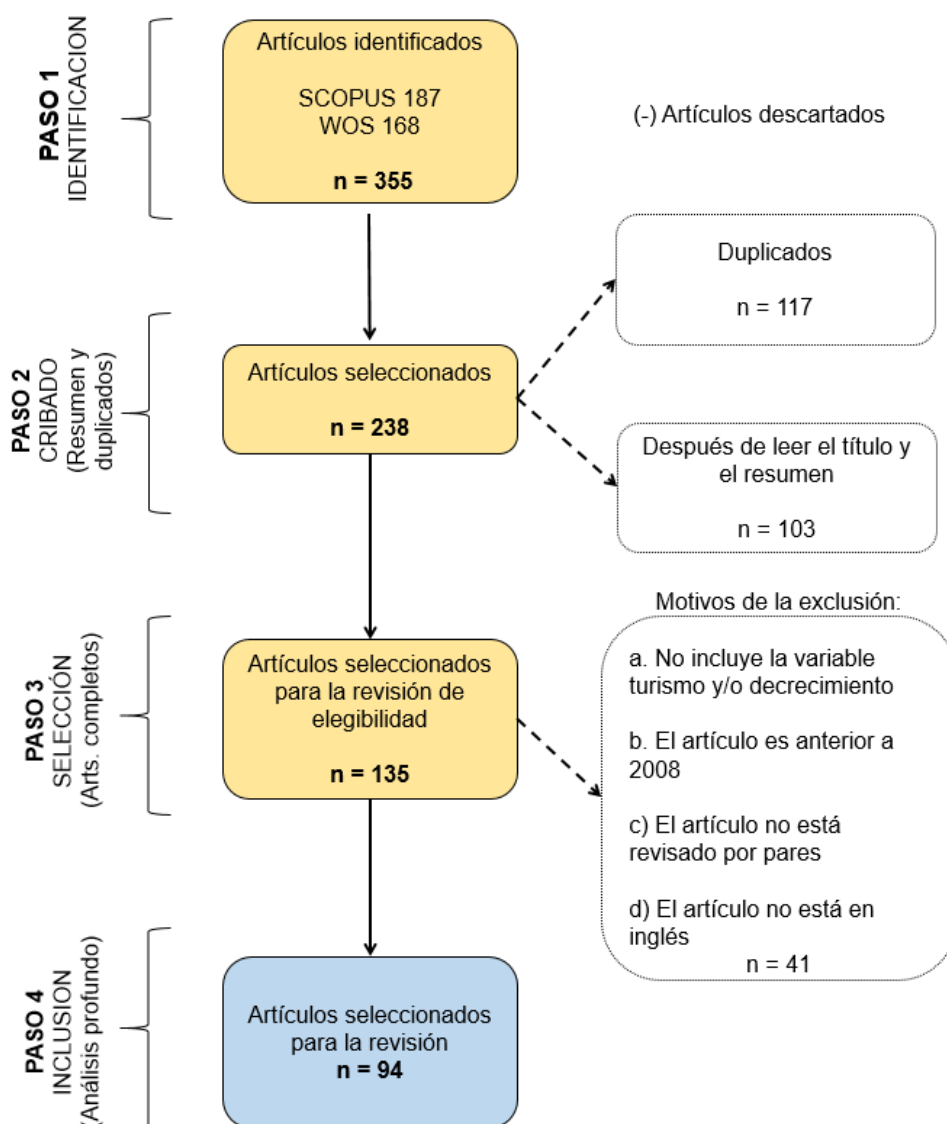
3.3.3. Objetivos, Materiales y Metodología.

3.3.3.1. Objetivos, Metodología de búsqueda y criterios de inclusion/exclusion.

En este tercer apartado de la sección de resultados se va a evaluar la importancia de la pandemia de Covid-19 como catalizador de cambios en el modelo turístico globalizado. Para posteriormente, señalar las distintas problemáticas que están inherentemente asociadas al propio concepto de decrecimiento en sí mismo, así como las barreras específicas que existen a la hora de su inclusión como elemento señalado en los actuales modelos de desarrollo turístico. A continuación, se plantean medidas, políticas y acciones para la implementación de un turismo realmente sostenible, basado en la equidad económica y ambiental, en la sobriedad energética, y en la mitigación de los daños ecológicos y ambientales, de manera que se reduzcan los impactos negativos generados por la actividad, mientras se fomenta una actividad turística autolimitada, basada en el decrecimiento. Para la consecución de los anteriores objetivos, se ha realizado una revisión sistémica de la literatura científica turística para analizar los diferentes estudios que tratan de señalar las posibles relaciones entre la actividad turística y el decrecimiento en un marco temporal comprendido entre los años 2008-2022. Entendiendo por revisión sistémica, aquella revisión exhaustiva de la literatura que tiene por objeto el proporcionar una síntesis completa e imparcial con objeto de minimizar los sesgos, para aportar resultados fidedignos y reproducibles, así como para extraer conclusiones fiables de la temática analizada (PRISMA, 2020).

Con este fin, se han seguido las cuatro fases del protocolo PRISMA (Page et al., 2021): 1) identificación de registros; 2) eliminación de duplicados y cribado de resúmenes; 3) evaluación de texto completo (idoneidad), y 4) evaluaciones finales de calidad. En la ilustración número ocho, se muestra un esquema de los pasos metodológicos clave y el seguimiento de las pautas PRISMA (2022). Mientras que en la Tabla B3 de los materiales complementarios del anexo VI, se puede encontrar la propia tabla de verificación del protocolo PRISMA.

Ilustración 8. Árbol de decisión de la conformación de la muestra y motivos de exclusión.



Las primeras búsquedas (paso 1) se realizaron en noviembre de 2022 combinando los términos *degrowth*, *energy*, *peak oil*, *post growth* y *tourism* tanto en Web of Science como en SCOPUS. Se seleccionaron estas dos bases de datos de información bibliográfica y científica, por ser las dos bases de datos más importantes a nivel mundial, con más de 46.000 revistas indexadas (Pranckuté, 2021). El comando de búsqueda se complejizó utilizando el operador booleano *OR* para agregar a los registros previamente obtenidos, los nuevos registros resultantes de añadir a la búsqueda los términos: *décroissance* y *steady-state tourism*, obteniendo 431 registros entre libros, artículos, conferencias, etc. Se priorizaron los artículos científicos por ser documentos que garantizan en mayor

medida la calidad científica de las publicaciones (es decir, rigurosidad, transparencia) siguiendo un proceso de revisión por pares (Anhalt-Depies et al., 2019; Reifsnider, 2022). Además, se seleccionó los artículos escritos en inglés debido a su mayor accesibilidad e internacionalidad en cuanto a sus resultados, siendo el periodo seleccionado el comprendido entre los años (2008-2022). Entendiendo que dicho periodo es lo suficientemente amplio como para tener una buena visión general de los debates actuales sobre la temática de estudio (Shahbaz et al., 2021).

Tabla 7. *Artículos de la muestra según sus temáticas de estudio.*

Temática de analisis	Nº arts.
Críticas al modelo de desarrollo turístico crecentista	1, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 33, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 77, 78, 82, 83, 84
Overtourism	15, 20, 32, 35, 37, 41, 44, 54, 87, 90
Turismo como derecho fundamental	8, 19, 27, 79,
Turismo como reflejo del modelo capitalista	5, 6, 8, 11, 18, 27
Turismo estacionario	17, 23, 24, 41
Turismo, peak oil y transporte	2, 3, 4, 21, 30, 31, 33, 34, 45, 46, 53
Turismo y Buen Vivir	1, 14, 16, 85, 86
Turismo y cambio climático	1, 2, 13, 14, 19, 21, 28, 29, 36, 37, 47, 54, 56, 71, 84
Turismo y Covid-19	52, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 77, 78, 82, 83, 84
Turismo y decrecimiento	6, 8, 9, 10, 12, 17, 22, 23, 26, 27, 38, 39, 47, 50, 51, 55, 88, 89, 91, 93, 94
Turismo y límites sociales al crecimiento turístico	1, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 22, 27, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 47, 48, 51, 54
Turismo y enseñanza académica	56, 59, 65, 68
Turismo y medio ambiente	1, 6, 7, 13, 14, 17, 23, 24, 25, 27, 29, 36, 37, 39, 43, 47, 48, 49, 51, 54, 56, 66, 76, 92
Turismo y movimientos sociales	1, 17, 18, 37, 40, 51, 80
Turismo y sostenibilidad	5, 7, 25, 28, 36, 42, 43, 48, 49, 57, 74, 75, 81

3.3.3.2. Conjunto de estudio final y procesamiento de datos.

Tras eliminar los registros que presentaban un formato distinto al artículo, se seleccionaron un total de 355 artículos en el paso 1 procedentes de las bases de datos Web of Science y de SCOPUS (Figura 1). Primeramente, se utilizó el software Parsif.al (<https://parsif.al/>) para eliminar duplicados y cribar los resúmenes (paso 2). Parsifal es un software especializado diseñado para realizar revisiones sistemáticas de la literatura que permite trabajar en conjunto sobre la base de un protocolo común. A través de este software se detectaron y eliminaron 117 artículos duplicados. A partir de este momento, la fase de elegibilidad ocupó un lugar central en el análisis. Se diseñó un sistema de tres categorías para clasificar la elegibilidad de los artículos. En la primera categoría de clasificación de artículos, se leyeron los títulos y resúmenes de todos los documentos de la muestra. Luego de lo cual, se decidió descartar 103 artículos por no encajar en nuestro objetivo de investigación. Posteriormente, se seleccionaron un total de artículos para su lectura completa y evaluación de idoneidad (paso 3). La segunda categoría incluía artículos que, si bien abordaban propuestas que se pueden entender como cercanas al decrecimiento, la variable turismo aparecía de manera marginal, o bien la metodología utilizada no permitía reproducir los resultados de forma clara, por lo que se optó por la eliminación de otros 41 artículos.

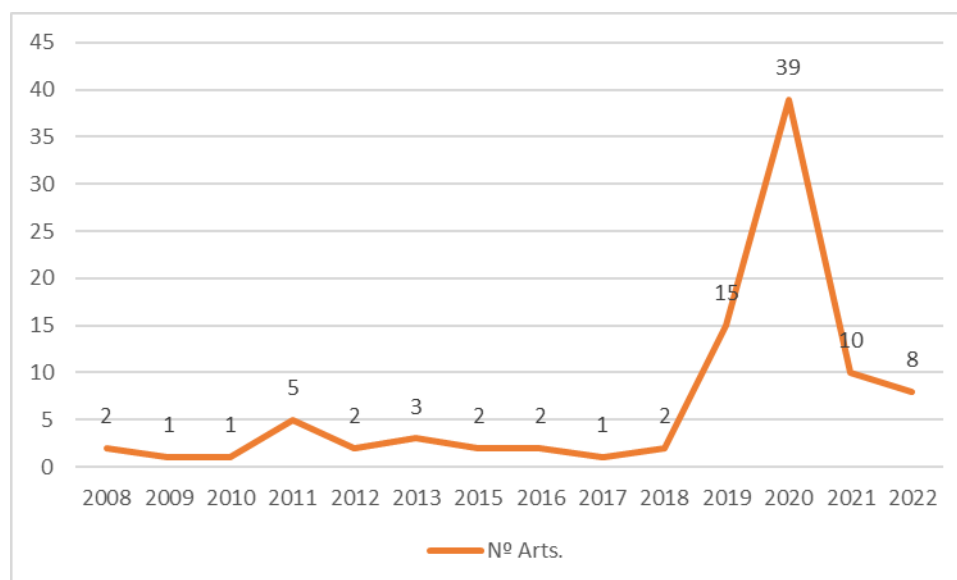
Finalmente, 94 artículos pasaron a la fase de revisión sistemática (paso 4). En esta fase, los artículos fueron leídos nuevamente en profundidad y analizados para sistematizar sus principales objetivos, resultados, discusiones, conclusiones y propuestas más relevantes. También se registró sistemáticamente información significativa adicional (es decir, año de publicación, revista, destinos turísticos evaluados, autores y autoras, etc.) para contextualizar las principales discusiones para la implementación del decrecimiento en la actividad turística.

Tabla 8. *Número de artículos y porcentaje de la muestra por revista.*

Revista	Nº arts.	% muestra
Almatourism Journal of Tourism Culture and Territorial Development	1	1,06
Am J Public Health	1	1,06
Anatolia	1	1,06
Ann.Tour. Res	2	2,13
Annals of Tourism Research	1	1,06
Barataria, Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales	1	1,06
Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles	1	1,06
Built Environment	1	1,06
Cogent Social Sciences	1	1,06
Coll Antropol	1	1,06
Current Issues In Tourism	1	1,06
Energy	1	1,06
Environment, Development and Sustainability	1	1,06
Irish Journal of Sociology	1	1,06
Journal of Tourism and Cultural Change	1	1,06
Journal of Cleaner Production	1	1,06
Journal of Destination Marketing & Management	1	1,06
Journal of International Mechanical Engineering	1	1,06
Journal of Outdoor Recreation and Tourism	1	1,06
Journal of Policy Research in Tourism, Leisure and Events	1	1,06
Journal of Sustainable Tourism	21	22,34
Journal of Tourism and Cultural Change	2	2,13
Journal of Transport Geograph	1	1,06
Journal of Travel & Tourism Marketing	1	1,06
Ocean Coast Manag	1	1,06
Organization	1	1,06
Polar Record	1	1,06
Regional Studies	1	1,06
Sustainability	3	3,19
Tourism Geographies	31	32,98
Tourism Planning and Development	1	1,06
Tourism Recreation Reserach	3	3,19
Tourismos	1	1,06
Toursim Management	1	1,06
Transport Policy	1	1,06
Transportation Research	2	2,13
Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie	1	1,06

Total muestra	94	100
---------------	----	-----

Gráfico 24. Número de artículos de la muestra publicados según año.



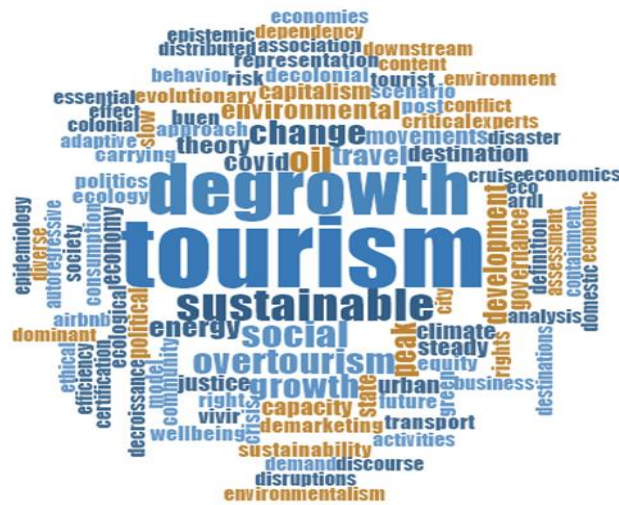
Toda esta información fue recopilada en una base de datos que permitió crear agrupaciones, así como investigar los resultados y patrones comunes, y las particularidades de cada trabajo. Por razones operativas, se asignó un número a cada artículo de la muestra (ver tabla B1, anexo VI) para poder citarlos fácilmente, lo que facilita la lectura del documento sin detrimento de pérdida de información. Los diversos artículos se ordenaron y clasificaron en cuatro grupos diferentes atendiendo a sus razones, objetivos y variables de estudio, para apostar por modelos decrecentistas en la actividad turística. Así el primer grupo, (G1), compuesto por 20 artículos, lo que se traduce en un 21,3 % del total de la muestra, que se han centrado en la inclusión del *Buen Vivir*, el turismo sostenible y los movimientos sociales, como palancas y herramientas para conseguir implementar un modelo turístico decrecentista. El segundo grupo (G2), es el que presenta un mayor número de registros, estando conformado por 44 artículos, representando un 46,8 % de la muestra, y en donde se señala la necesidad imperante de aprovechar la ventana de oportunidad generada por la Covid-19 para visibilizar la amalgama de problemas que son inherentes al modelo turístico crecentista, destacando los problemas ambientales, con objeto de transitar bajo el paraguas del decrecimiento a

modelos de turismo más sostenibles. El tercer grupo (G3) que incluye 8 artículos, representando un 8,5 % del total de la muestra, abordan la actividad turística como herramienta que reproduce los valores y problemáticas sistémicas del sistema económico y político capitalista. Presentando relaciones conflictivas y dispares entre los residentes y los turistas, y analizando si esa reproducción de valores y problemáticas están asociadas a la conformación de los planes de estudio turísticos. Finalmente, el cuarto grupo (G4) que presenta 22 registros, y un porcentaje del 23,4 % de la muestra, los cuales analizan la situación de *overtourism* (sobreturismo) que acontece en buena parte de los destinos maduros, así como las posibles opciones para el mantenimiento del actual modelo turístico crecentista bajo el prisma del peak oil, y la escasez de recursos energéticos naturales fósiles. Presentando los conceptos de decrecimiento turístico y turismo estacionario, como posibles soluciones a la reducción de la cantidad de energía fósil disponible en escenarios presentes y futuros, centrándose principalmente en el transporte de viajeros.

Tras la agrupación de los distintos artículos de la muestra en grupos, se han señalado y analizado, las distintas herramientas identificadas por los diferentes autores y autoras que conforman la muestra final de estudio de este trabajo, para ayudar a superar las distintas problemáticas que pueden acontecer en la posible transición desde el actual modelo turístico globalizado crecentista, hasta modelos basados en visiones limitativas de la actividad fundamentados en propuestas de turismo decrecentista y/o estacionario.

El software que se ha utilizado a la hora de representar los resultados ha sido el software VOSviewer 1.6.14, empleado tanto para reseñar la diversidad de las palabras clave de los diferentes artículos que componen la muestra, a la hora de relacionar el decrecimiento con el modelo actual turístico, como para analizar la posible incardinación del concepto decrecimiento en la actividad turística mediante nubes de palabras.

Ilustración 9. *Términos más utilizados en las palabras clave de los artículos que componen la muestra.*



Finalmente, se optó por crear un índice multivariable que funciona como indicador numérico con un rango entre 0 y 5 puntos, con objeto de tratar de señalar la calidad de los distintos resultados de los trabajos recogidos en la muestra. Atendiendo este índice a si los trabajos responden o no a preguntas de control que se consideraron troncales para la representación de la calidad, y que están recogidas en la tabla B2 de los materiales adicionales recogidos en el anexo VI de este trabajo.

3.3.4. Resultados.

3.3.4.1. Problemas en la implementación del decrecimiento en el nivel económico-político.

Desde una visión sistémica del modelo económico-político actual, la implementación del concepto de decrecimiento, presenta una serie de problemáticas y resistencias que no son nada despreciables, y que, en buena medida, ocasionan que el decrecimiento sea un concepto difícil de incardinar en el actual modelo económico-político global basado en el crecimiento (Kerschner, 2010; Buch-Hansen, 2014). Así en primer lugar, y aunque los autores y autoras que defienden la herramienta del decrecimiento como medida temporal que posibilite la redimensión de las actividades de producción y consumo globales, con objeto de adecuarlas a los límites ambientales, ecológicos y biofísicos de nuestro planeta; como paso obligado, hacia una economía del estado estacionario (Daly, 1972, 1997; Costanza et al., 2014; Koch, 2015; O'Neill, 2015), defienden la construcción e implementación del nuevo modelo económico/político construidos desde abajo hacia arriba (6, 8, 9, 10, 12, 17, 22, 23, 26, 27, 38, 39, 47, 50, 51, 55, 88, 89, 91, 93, 94). Sin embargo, las medidas y acciones económicas y políticas concretas que se proponen para ello, son acciones y medidas que claramente necesitan del apoyo y la implementación de modelos desde arriba hacia abajo. Puesto que, sin la figura de los estados y demás entidades políticas supranacionales, parece difícil la implementación de medidas relativas a la creación y ejecución de tasas, impuestos varios, cuotas de producción, límites de recursos y Co^2 a las distintas actividades económicas, así como el reparto del trabajo, nuevas garantías de la seguridad social, ingresos básicos y topes de ingresos etc. Para todas ellas, irremediamente, se hace necesaria la participación tanto de los estados, como de órganos de gobernanza plurinacionales en algunos casos (Butcher, 2007; Clavijo & Ros, 2015).

En segundo lugar, algunos autores y autoras apuestan en su itinerario para la consecución de la implementación del decrecimiento económico y político, por medidas poco concretas y un tanto difusas, como pueden ser los deseos de que los individuos realicen ciertos cambios en sus hábitos de consumo actuales con objeto de conseguir alcanzar un estilo de vida basado en una sobriedad voluntaria (D'alisa et al., 2015; Kallis 2011, 2018; Latouche 2023) y (1, 14, 16, 51, 85, 86, 89). Mientras que, al mismo tiempo, se solicitan a los garantes de la gobernanza, acciones económicas y políticas orientadas hacia una

reducción redistributiva de la producción y el consumo, la sostenibilidad ambiental, la justicia social y el bienestar comunitario (Victor, 2010, 2019; Jackson, 2021; Hickel, 2021). Esto suele ser una constante recurrente en cuanto a la literatura decrecentista, la cual tiende a centrarse en el qué, pasando por alto el cómo (17, 26, 55).

Por otro lado, hay que atender al hecho de que los defensores y defensoras del decrecimiento, comúnmente abogan no solo por una contracción económica, sino más bien una contracción y convergencia, es decir, un decrecimiento económico en sociedades que experimentan un uso excesivo de recursos y energía (identificadas por los países del Norte Global), y un crecimiento (limitado) en las sociedades en proceso de desarrollo (países del Sur Global), (Daly, 1974), sin embargo, no se suele entrar a valorar cómo se va a gestionar ese crecimiento en los países del Sur Global que actualmente se encuentran inmersos en procesos desarrollistas peligrosamente parecidos a los seguidos por los países del Norte Global, ni cómo se va a lidiar con la problemática relativa al crecimiento de la población global o al límite de carga planetaria.

Además, las alternativas de gestión de la actividad turística en el actual sistema económico globalizado, son alternativas que, en la mayoría de los casos, necesitan de la disposición comunal de los bienes y servicios turísticos. O al menos, la capacidad para su gestión (6, 8, 12, 58, 61, 73, 93, 94) lo cual choca frontalmente con el concepto de propiedad privada, así como con el concepto de gestión de los bienes de interés general de forma centralizada a través de las distintas administraciones públicas (y/o privadas) con competencias para ello.

Otra de las problemáticas que puede presentar el concepto de decrecimiento, es su asociación con la diversidad inherente a su propia idiosincrasia, ya que este término, engloba en sí mismo, una amalgama tan diversa de temáticas que abarcan desde la economía ecológica (Kallis, 2018), la antropología (Paulson, 2017), la sociología (Fournier, 2008), la economía política (Buch-Hansen, 2014), el uso de las tecnologías (Millward-Hopkins et al., 2020), el sistema de propiedad comunal y privada (Gorz, 2012), las normativas diversas que incluyen los aprovechamientos especiales de los recursos (Gorz, 2012) o el uso y distribución de los espacios/territorios, entre otros (Duverger, 2011; Demaria et al., 2013). Lo anterior genera que algunos autores y autoras se refieran al decrecimiento con términos un tanto difusos como: espectro (Eversberg & Schmelzer, 2018), una visión general y sistémica (Kallis, 2011), un paradigma académico multidisciplinario (Weiss & Cattaneo, 2017), o como parte del pluriverso (Kothari et al.,

2019). Siendo esta complejidad encerrada en la definición del término decrecimiento, la que puede generar situaciones indeseadas y complejas, como pueden ser aquellas acaecidas en un destino turístico, donde se decida implementar medidas restrictivas orientadas a la reducción de llegada de turistas en su territorio, con objeto de conseguir un descenso en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), siendo posible, que la implementación de esas medidas locales restrictivas llevadas a cabo, ocasionen que los visitantes que pensaban acudir a ese destino antes de la implementación de las medidas restrictivas, decidan optar por un destino más lejano, lo que a la postre, generaría un aumento en el monto global de GEI a escala global, sosteniendo así el discurso de aquellos autores y autoras que atienden a la necesidad de implementar medidas globales para la consecución del decrecimiento de la actividad turística (6, 8, 9, 10, 12, 17, 22, 23, 26, 27, 38, 39, 47, 50, 51, 55, 88, 89, 91, 93, 94).

3.3.4.2. Problemas que presenta el concepto de decrecimiento asociado a la industria turística.

Para llevar a cabo un decrecimiento económico y político global es indispensable la aplicación de sus postulados en la actividad turística, puesto que esta, es uno de los sectores que mayor crecimiento económico global genera (WTTC, 2023), y, por ende, mayor impacto ambiental (Gössling & Peeters, 2015), social (Amore et al., 2020) y cultural (Li et al., 2019) originado múltiples problemas a la hora de implementar el decrecimiento, en el actual sistema turístico global.

En primer lugar, los autores y las autoras que tratan de introducir el concepto de decrecimiento en la actividad turística, lo hacen como una posible respuesta a las múltiples crisis de *overtourism* que ocurren en los actuales destinos maduros y sobreexplotados, como ocurre en las costas Mediterráneas (Adie & Amore, 2020; Ramos & Mundet, 2021), pero no como una respuesta necesaria y deseable que pretenda ser implementada de forma general en el actual modelo turístico global. (6, 8, 9, 10, 12, 17, 22, 23, 26, 27, 38, 39, 47, 50, 51, 55, 88, 89, 91, 93, 94). En segundo lugar, y paralelamente a lo que ocurre cuando se pretende incluir el concepto decrecimiento en relación con la totalidad de las actividades económicas, existe la contradicción consistente en el hecho de que se proponen por parte de los autores y autoras fórmulas de implementación turística basadas en sistemas de abajo hacia arriba, (Kallis, 2011; D'Alisa

& Kallis, 2020; Hartley et al., 2020), sin embargo, algunas de las medidas a implementar hacen necesaria la participación de modelos desde arriba hacia abajo que permitan implementar medidas tales como tasas, impuestos, cuotas de producción, límites de recursos y Co² reparto del trabajo, nuevas garantías de la seguridad social, ingresos básicos, impuestos sobre el consumo, etc. (6, 8, 9, 10, 12, 17, 22, 23, 26, 27, 38, 39, 47, 50, 51, 55, 88, 89, 91, 93, 94).

En tercer lugar, el decrecimiento turístico, apuesta por una repolitización del discurso de la sostenibilidad, con objeto de empoderar a las comunidades para otorgarles la capacidad de autogestión y gobernanza del sector turístico que se desarrolla en sus espacios/territorios (1, 14, 16, 40, 80, 85, 86). Chocando lo anterior frontalmente con el modelo actual en donde está incardinada la actividad turística. Algunos autores y autoras creen que sería imposible hablar de un decrecimiento de la actividad turística sin que los agentes abandonen el paradigma del crecimiento a toda costa. (Hartley et al., 2020). Traduciéndose esto último, en la necesidad de reconsiderar el discurso político del desarrollo sostenible aplicado al turístico, que como señala Hornborg (2009), ha sido basado en un falso consenso, y sustentado por el business as usual (BAU), (Dyzek, 1997). Puesto que este discurso generalmente aceptado, parte de la base de que los problemas de overtourism son una consecuencia de la inadecuada gestión de la actividad en destino (UNWTO 2017, 2018), y no la consecuencia lógica de una actividad, basada en la búsqueda del crecimiento perpetuo (Hall, 2015b, 2019; Fletcher et al., 2019).

En cuarto lugar, y como es expresado por distintos autores y autoras que componen la muestra (2, 3, 4, 21, 30, 31, 33, 34, 45, 46, 53) que analizan la relación entre movilidad, consumo energético y decrecimiento, el estudio de esta temática desde la vertiente turística solo ha recibido por parte de la literatura académica una consideración limitada (Becken et al., 2001, Becken & Simmons, 2002; Becken et al., 2003b; Becken, 2008; Hall, 2010; Becken 2015, 2016); por lo que los viajes y su creciente e ingente demanda de vectores energéticos, no son una parte primaria dentro del análisis de la actividad turística. Ocultando así una de las principales amenazas a las que se enfrenta en sector turístico crecientista globalizado (2, 3, 4, 21, 30, 31, 33, 34, 45, 46, 53), si se atiende a los más que probables escenarios energéticos decrecientes futuros.

En quinto lugar, se ha de tener en cuenta, la imposibilidad de aplicar unas mismas políticas y/o medidas para cualquier tipo de destino turístico que presente signos de *overtourism* (sobreturismo), (15, 20, 32, 35, 37, 41, 44, 54, 87, 90). Puesto que,

atendiendo a diversos factores como el tipo de comunidad, sus necesidades sociales y, el modelo de gobernanza, será necesario aplicar distintas medidas para adecuar la actividad turística a la capacidad de carga óptima de los diferentes destinos. No existiendo así un plan maestro y genérico para la implementación del decrecimiento turístico a nivel global (Rasoolimanesh et al., 2020).

Finalmente, Demmer y Hummel (2017) señalan una posible oposición de parte de los investigadores y las investigadoras en relación con la teoría del decrecimiento, como resultado del significado ontológico y político que esta representa. Lo cual muy posiblemente esté relacionado con la conformación de los propios planes educativos que se ofrecen en las distintas escuelas y universidades orientados al estudio de la actividad turística, los cuales presentan una saturación de postulados económicos (clásicos), dejando un minúsculo espacio a otras áreas del conocimiento que pretenden comprender las interacciones e impactos de la actividad turística tanto con el medio ambiente (13, 29, 66, 76, 92), como en las comunidades locales (5, 7, 25, 28, 36, 42, 43, 48, 49, 57, 74, 75, 81), y los distintos espacios territorio donde se llevan a cabo (11,18,19, 56, 59, 65, 68,79).

3.3.4.3. Herramientas para solventar los posibles problemas de la implementación del concepto de decrecimiento en el turismo.

Tras el análisis de los artículos seleccionados para la conformación de la muestra, se puede afirmar que son diversas las herramientas que presentan los distintos autores y autoras para tratar de implementar un modelo turístico basado en el decrecimiento. Señalando en primer lugar a la propia pandemia de Covid-19, la cual ha permitido ralentizar los tiempos de producción y consumo de la actividad turística, dejando espacio para aquellas voces que desde la academia turística defienden la necesidad urgente de cambiar el modelo turístico crecientista globalizado por otros modelos turísticos sostenibles (52, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 77, 78, 82, 83, 84).

En segundo lugar, conceptos como el *desmarketing* y *marketing social del turismo*, (14, 23, 26) cuyos objetivos, son los de tratar de influir en el comportamiento de los turistas y las empresas hacia formas de viajes más sostenibles (Armstrong & Kern, 2011, Hall, 2014; Armstrong & Reich, 2015; Weiler et al., 2019), a través de campañas de fomento del turismo de proximidad y del turismo nacional en detrimento del turismo internacional. Estas iniciativas han conseguido progresos muy interesantes (Jeuring & Díaz-Soria, 2018) en tratar de reducir los impactos ambientales de la actividad, así como para concienciar a los consumidores de turismo en la necesidad de apostar por turismo más lentos, cercanos, menos contaminantes e inclusivos (5, 7, 25, 28, 36, 40, 42, 43, 48, 49, 57, 74, 75, 80, 81). Aunque bien es cierto, que este tipo de medidas no son medidas proactivas globales para su implementación en el sistema turístico global, sino que son una respuesta a las crisis de *overtourism* (sobreturismo) a las que se enfrentan los destinos maduros (15, 20, 32, 35, 37, 41, 44, 54, 87, 90).

En tercer lugar, son varios los autores y autoras que apuestan por la introducción del concepto del *Buen Vivir* (BV) como el pilar central sobre el que apoyar la forma de hacer, y de entender el turismo. Este concepto del BV, reflejo de la filosofía vital del mundo andino, se basa en la búsqueda de la biocivilización como hoja de ruta a implementar para la consecución de la sustentación de la vida y del planeta, a través de una mirada holística de respeto y convivencia horizontal con la naturaleza, con objeto de lograr la justicia social, y el pleno respeto pluricultural (1, 14, 16, 85, 86). Enfatizando una radical concepción del bienestar y el desarrollo que impone la autolimitación y la austeridad como opuestos a la producción ilimitada y el despilfarro irresponsable e insostenible,

separándose así del antropocentrismo hegemónico que domina el modelo turístico crecientista globalizado (Kallis, 2018). Estos conceptos se traducen en cuanto a la actividad turística, en la realización de un turismo de proximidad, ecosostenible, y lento, donde el control de la actividad reside en la comunidad local, en la cual recae la gobernanza de esta (1, 14, 16, 40, 85, 86). Aunque en una primera instancia, el concepto del BV pueda presentar objetivos similares con el decrecimiento, la propia implementación de la ética y los valores asociados a dicho movimiento, traería como resultado un decrecimiento de la actividad económica y turística, por lo que el decrecimiento sería una consecuencia de la implementación del BV y no un objetivo en sí mismo.

Otros autores y autoras destacan la importancia de clarificar y potenciar, en las distintas legislaciones nacionales e internacionales, los derechos de los residentes a tener una digna calidad de vida en su área de residencia, con respecto a los derechos de los turistas al disfrute de sus vacaciones y el derecho de las empresas a obtener beneficios. (11, 18, 19, 79). Mientras que sin duda la problemática más compleja de afrontar, es aquella que presenta la necesidad de superar el discurso crecientista del sistema económico y político actual. Para ello diversos autores y autoras señalan la necesidad de promulgar cambios culturales e institucionales dentro de las economías capitalistas para alejarse de la lógica del crecimiento y la acumulación (D'Alisa et al., 2015; Schmid, 2019) y (11, 18). Para ello, es necesario llamar la atención sobre los modelos económicos-políticos basados en el cooperativismo (Byrne & Healy, 2006); en la economía feminista (Gago, 2019); en la generación de espacios autónomos y centros sociales comunales gestionados por modelos económicos alternativos (Johnsen et al., 2017; Lloveras et al., 2018; Rätzer et al., 2018), que faciliten la recuperación de la biodiversidad y la reducción de la degradación ambiental generada en los diferentes destinos/territorios como consecuencia de la implementación y desarrollo de la actividad turística (13, 29, 66, 76, 92).

Otra herramienta que permite introducir el concepto de decrecimiento en el sector turístico son los conceptos de turismo lento y territorios lentos (Klarín et al., 2023). Siendo estos, unos territorios donde el paisaje y el territorio, se convierten en los verdaderos bienes de la comunidad, orientados a la búsqueda de una mayor cantidad de tiempo libre, felicidad, calidad y libertad más que por el aumento de la renta (Lacernini, 2005). Generando una experiencia turística inmersiva, pausada y significativa, donde el visitante puede conectarse con las personas y los lugares, participando más activamente

en su experiencia de viaje, generándose así experiencias únicas (5, 36, 57, 81). Este tipo de modelo turístico, por definición, huye del concepto del desarrollo sostenible defendido por la industria turística “*Informe Bruntland*”, World Commission on Environment and Development (WCED), (WCED,1987) sustentándose en tres pilares conceptuales como son la calidad de las experiencias turísticas, el decrecimiento de la actividad para hacerla compatible con la sostenibilidad (fuerte), y el mantenimiento ecosistémico del territorio (Di Clemente et al., 2011; Hall 2010) y (5, 7, 25, 28, 36, 42, 43, 48, 49, 57, 74, 75, 81).

3.3.5. *Discusión.*

Aunque bien es cierto que conceptos como el decrecimiento turístico o el turismo estacionario no son unos conceptos que históricamente hayan presentado una importancia significativa dentro del ámbito académico turístico (Hall, 2010, 2011), a raíz de la pandemia de Covid-19, son muchas las voces entre los académicos y académicas, así como diversos actores y actrices que forman parte de la industria del turismo, los cuales han señalado la posibilidad de convertir este decrecimiento no deseado de la actividad turística global, generado en primer lugar por la propia pandemia, y en segundo, como consecuencia de las distintas acciones y políticas basadas en la restricción de movimientos globales que tanto los distintos gobiernos, como las organizaciones políticas/económicas supranacionales han ido implementando con la esperanza de poder mejorar la gestión de la pandemia y en definitiva para poder luchar contra la trasmisión de la enfermedad, en una oportunidad única para repensar las formas y modos de hacer turismo.

Esta propuesta de cambio es el resultado de observar que la actividad turística, es una de las industrias más representativas del actual sistema económico-político por lo que reproduce los desequilibrios de poder sistémicos estructurales, durante su implementación (Bianchi, 2009; Burrai et al., 2019; Jamal, 2019). Lo cual podría explicar en gran medida, cómo es posible que se haya normalizado un discurso donde la defensa y apuesta por el crecimiento perpetuo de una actividad como es la actividad turística globalizada por parte de todo tipo de organizaciones públicas y privadas cuyo crecimiento constante lleva aparejado graves problemas de extractivismo de recursos naturales finitos; la depredación del capital natural (Hall, 2010), la potenciación del cambio climático a nivel de emisiones de Co^2 (Gössling & Peeters, 2015; Gössling et al., 2023), así como la saturación de los sumideros como consecuencia del incremento de los residuos, la pérdida de biodiversidad, el fomento del neocolonialismo (Tucker & Akama, 2012), el hacinamiento y otros impactos sociales negativos del turismo en los lugares de acogida (Fletcher et al., 2019). Que junto a la apropiación del espacio/territorio, donde el espacio turístico es detraído del espacio comunal en la ciudad neoliberal (Cabrerizo, 2016), para ser utilizado por el sector turístico, y cuyo objeto primigenio es el de crear valor monetario y crecimiento económico (Gainsforth, 2019) define a la perfección el comportamiento normalizado del actual modelo turístico crecentista globalizado.

No obstante, para tratar de superar las problemáticas anteriormente enunciadas, desde la ortodoxia turística se sugiere paliar, no combatir, los desequilibrios ecológicos, económicos, sociales y territoriales promoviendo un mayor crecimiento turístico en los destinos como herramienta primigenia para solventar todas las problemáticas anteriormente mencionadas. Esta fórmula responde al paradigma dominante que atribuye la crisis ecológica, social, (y energética) a la pobreza, o falta de desarrollo del territorio. Mientras que los límites biofísicos que presentan los diversos ecosistemas que conforman nuestro planeta, serían superados a través de la mejora de la tecnología (Ribeiro & Soromenho-Marques, 2022; Christoph, 2023), que, junto a las mejoras en la eficiencia, serán herramientas capaces de solventar cualquier problema futuro de escasez (Alpizar et al., 2024).

Durante la pandemia, muchos analistas creían que una vez pasados los peores momentos, el sector volvería paulatinamente a cierto nivel de normalidad, o al menos a una situación relativamente similar a la que existía antes de la crisis gracias a las ayudas de la administración pública (Benitez-Aurioles, 2022). Sin embargo, otros autores y autoras vieron la posibilidad de un cambio atendiendo a las reiteradas advertencias que ha recibido el sector tanto por su insostenibilidad como por los riesgos cada vez más recurrentes que plantea con respecto al cambio climático y las emergencias sanitarias globales (Jamal & Budke, 2020), poniendo de manifiesto la necesidad de repensar el concepto de turismo sostenible y acercarlo hacia una sostenibilidad real y efectiva en cada una de sus dimensiones (Cheer & Lew, 2017; Hall et al., 2020; Herrera-Franco et al., 2024; Eriksson & Balslev-Clausen, 2024).

No obstante, para algunos autores y autoras, el modelo turístico global forma parte del problema de la insostenibilidad sistémica desde la perspectiva del consumo de recursos, representado por el peak del petróleo convencional alcanzado en 2005-2006 (Hall et al., 2017; Nima et al., 2020; Delannoy et al., 2021), y el acuciado descenso de la Tasa de Retorno Energético de los vectores energéticos que son producidos actualmente en comparación con los mismos vectores extraídos en las décadas de los años 50 y 60, (Murphy et al., 2011; Luz-Sant'Ana et al., 2017; Delannoy et al., 2021) evidencian más claramente, los límites biofísicos naturales, a través de un coste de oportunidad energético significativo que penalizará en gran medida el realizar unas actividades u otras (de Castro et al., 2020; van de Ven et al., 2021). Lo cual, presenta un escenario energético decreciente que va a obligar a repensar y planificar nuevos modelos de producción y

consumo turísticos más allá del pico del petróleo (Norouzi et al., 2020; Friedemann, 2021; Hunt et al, 2022; Olaya-Escobar et al., 2022).

En definitiva, es deseable que el sector turístico actual basado en la búsqueda continua de crecimiento de la actividad, deje paso a nuevos modelos turísticos basados en la sobriedad energética, y que tengan como objetivos la consecución de valores éticos y políticos deseables como son aquellos relacionados con la justicia social, la lucha contra las desigualdades, nuevas formas de gobernanza, la preservación de la cultura, la recuperación de la biodiversidad y la mitigación de los efectos más negativos relativos al cambio climático. Siendo el concepto de decrecimiento una potente herramienta que puede ayudar en la transición hacia estos nuevos modelos turísticos más sustentables y sostenibles.

3.3.6. Conclusiones.

Tras un exhaustivo análisis de la literatura según los términos identificados, se puede afirmar que el objetivo del decrecimiento no es impedir aumentos en el Producto Interno Bruto, ya que este concepto de decrecimiento no es equivalente a las denominadas recesiones económicas en un modelo económico y político basado en el crecimiento. Si no que el decrecimiento proporciona un marco conceptual, una ruta de actuación para conformar una transición justa desde las formas neoliberales de gobernanza que presentan una explotación del capital natural, de las comunidades y de los territorios en los que se reproducen, hacia modelos económicos y políticos de gobernanza inclusivos basados en la equidad y en empoderar a las comunidades locales. De igual forma el concepto decrecimiento asociado a la actividad turística, no solo se presenta como una simple reducción de la actividad, sino que, a su vez, busca la transición hacia modelos turísticos sostenibles y resilientes, que no renuncien a utilizar la propia actividad turística como herramienta para la consecución de la equidad, la justicia social, la recuperación de los ecosistemas y empoderar a las comunidades locales.

Por otro lado, y ya en cuanto a la demanda turística, el reto consiste en buscar herramientas que permitan un decrecimiento justo a través de medidas que fiscalicen el derroche de recursos y los excesos en vez de estrategias orientadas a la explotación de un modelo internacional de alto poder adquisitivo que genere injusticia social. Lo cual es posible de implementar como se ha demostrado a través de la puesta en marcha, de medidas políticas globales, relativas a las restricciones y control de la movilidad de las personas durante la pandemia. Demostrándose así, que, si existe voluntad política, es posible controlar los flujos de turistas internacionales para adecuarlos a la capacidad de carga de cada destino del planeta.

A nivel local existen proyectos y casos concretos esperanzadores en cuanto a la posibilidad de conseguir implementar, un desarrollo de la actividad turística realmente inclusiva, sostenible y generadora del cambio social, como se pone de manifiesto en los diversos estudios de caso analizados en los artículos que componen la muestra de estudio. Sin embargo, a nivel global son tantas las resistencias y problemáticas que surgen a la hora de tratar de implementar un nuevo modelo turístico global no crecentista, que se hace muy difícil el tratar de visualizar dicho futuro. Mucho más, si se atiende a la forma presentada por parte de la industria y los diversos entes turísticos nacionales e

internacionales para terminar de salir de la crisis pandémica, caracterizada por redoblar los esfuerzos destinados al crecimiento de la actividad, doblando la apuesta por el actual modelo turístico crecentista globalizado que presenta comportamientos extractivos, no inclusivos e insostenibles.

En los últimos tres años, se ha estado desarrollando una *guerra* denodada en la academia por controlar las maneras de hacer y concebir el turismo. Si atendemos a los datos señalados a lo largo de este trabajo, parece evidente que los defensores del continuismo y el impulso a la actividad, son los que la están ganando. No obstante, y aunque el modelo continuista de crecimiento insostenible previo a la pandemia parece que ha ganado la batalla ideológica en ámbito académico y empresarial, merece la pena señalar, que, bajo la perspectiva actual de crisis energética, climática y ambiental, ya se puede apreciar en el horizonte nuevos cuestionamientos sistémicos relativos a la futura imposibilidad de un crecimiento perpetuo del actual modelo turístico crecentista globalizado.

3.4. Medidas y recomendaciones orientadas a la búsqueda de un nuevo modelo turístico sostenible.

Nosotros, una nación rica en petróleo, dentro de nueve años no tendremos un solo barril que vender al exterior.

Vicente Fox Quesada.

El concepto de desarrollo sostenible es científicamente inconstruible, culturalmente desorientador y políticamente engañoso.

Ernest García.

3.4.1. Resumen.

En este cuarto punto se van a analizar y recoger las diferentes medidas y recomendaciones señaladas por los autores y las autoras que han conformado la muestra de estudio del apartado anterior, que aprovechando la especial coyuntura contextual facilitada por la enfermedad COVID-19, señalan la posibilidad de aprovechar tal coyuntura para transitar desde el actual modelo turístico crecentista globalizado, hasta modelos de turismo realmente sostenibles basados en la sobriedad energética, la recuperación de la biodiversidad, la lucha contra el cambio climático, la búsqueda de la justicia social y el empoderamiento de las comunidades, así como del mantenimiento de las culturas locales y la necesidad de redistribución de los beneficios generados por la actividad turística para que todos los integrantes de las distintas comunidades puedan participar de ellos.

3.4.2. Introducción.

Tras el análisis del ciclo de vida de la actividad turística globalizada en el anterior punto 3.1, se ha podido señalar como la energía fósil es consumida en el ciclo de vida de la actividad turística de dos formas diferenciadas. La primera de ellas hace referencia al consumo directo de energía fósil que presenta la actividad, y cuyo principal consumo está íntimamente relacionado con el nodo del transporte. Mientras que el consumo indirecto de energía fósil, ha resultado estar asociado al resto de la cadena de valor de la actividad turística, y en especial, al nodo que comprende el alojamiento y la restauración por su alto uso de electricidad. La cual para su producción y posterior consumo, ineludiblemente se hace necesario una fuente primaria fósil (gas natural y carbón tanto para la generación de electricidad), o en su defecto, la captación de energía a través de sistemas de captación de energía renovable (solar, térmica, eólica, etc.) los cuales presentan un ciclo de vida que es soportado por la energía fósil, (ver anexo IV).

Del mismo modo, y tras el análisis de la literatura científica en cuanto a las relaciones e interacciones entre las variables desarrollo turístico, consumo de energía, crecimiento económico y degradación ambiental, llevado a cabo en el punto 3.2 del presente trabajo de investigación, ha quedado patente como el desarrollo turístico, además de impulsar el crecimiento económico a consecuencia de los aumentos de inversión necesarios para la implementación de todas las estructuras anexas que son necesarias para el normal desarrollo de la actividad turística globalizada se hace necesario un aumento energético fósil constante (tanto directo como indirecto) que soporte el desarrollo y crecimiento de la actividad. Siendo este crecimiento energético y económico los responsables de generar múltiples impactos ambientales negativos (Göossling et al., 2022).

No obstante, a estos ineludibles impactos ambientales, generados por el desarrollo de la actividad turística (Göossling & Hupe, 2023; Göossling et al., 2023), también hay que sumar aquellos impactos socioculturales señalados a lo largo de los anteriores apartados, y que parecen inherentemente asociados al modelo de turismo globalizado actual (Fletcher, 2011, 2017; Fletcher et al., 2019). Siendo la suma de todos ellos, razones lógicas y de peso, que señalan la acuciante necesidad de transitar hacia nuevos modelos

de turismos realmente sostenibles tal y como se señala desde la literatura turística anteriormente analizada.

No obstante, el transitar hacia modelos de turismo realmente sostenibles donde la sostenibilidad no esté supeditada al crecimiento (Jackson, 2009) implica necesariamente alejarse del paradigma económico y político actual, lo cual no se presenta como una tarea fácil. Atendiendo a tan compleja problemática, y una vez ya señalados los *porqués*, en los anteriores puntos 3.1 y 3.2, y 3.3, en este cuarto punto se pretenden analizar los *como*, esto es, de qué manera se puede conseguir la señalada (y deseada) transición hacia modelos turísticos realmente sustentables. Para ello, en este apartado se recopilarán, clasificarán, ordenarán y analizarán la amalgama de medidas y recomendaciones que han sido señaladas por parte de la academia turística para la consecución de tal fin.

3.4.3. Recolección, clasificación y ordenación de las medidas y recomendaciones.

Tras el análisis de las medidas y recomendaciones señaladas por el grueso de autores y autoras que conforman los noventa y cuatro artículos que constituyen la muestra de estudio analizada en el punto 3.3. la cual presentaba como objetivo el analizar la posible transición desde el modelo globalizado turístico actual, hacia modelos realmente sostenibles se ha observado que una gran parte de los autores y autoras, señalan la necesidad de lograr cambios sustanciales en cuatro áreas troncales relativas al actual modelo turístico crecientista globalizado, las cuales serían necesarias para transitar entre modelos, siempre desde una perspectiva inclusiva y equitativa. Así, las medidas y recomendaciones (y declaraciones de voluntad) recogidas, presentan el nexo común de satisfacer los objetivos de cambio señalados para alguna (o varias) de las cuatro grandes áreas propuestas para de forma primigenia abordar el cambio.

Atendiendo a lo anterior, se ha optado por identificar estas cuatro grandes áreas con cuatro metas sobre las que desde la academia turística se cree que se ha de incidir para conseguir realizar cambios sustanciales y visibles en el actual modelo turístico globalizado. Englobándose en la primera meta, todas aquellas medidas y recomendaciones orientadas a la consecución de la reducción significativa de los impactos ambientales negativos generados por la implementación y el desarrollo de la actividad turística (M1). Mientras que la segunda meta aglutina aquellas medidas y recomendaciones que pretenden lograr una distribución de los ingresos generados a través de la actividad turística entre todos los miembros de las comunidades (M2). En tanto que la tercera meta reúne todas aquellas medidas y recomendaciones que ambicionan alcanzar el empoderamiento de las comunidades para la gestión propia de la actividad turística que acontece en su territorio, y donde finalmente, la cuarta meta señala todas aquellas medidas y recomendaciones que tienen por objeto la transformación del objetivo discursivo actual, con objeto de potenciar la transición desde el actual modelo turístico globalizado crecientista, hacia un modelo turístico globalizado decrecientista y/o estacionario.

Por otro lado, y atendiendo a la diversidad de métodos que son presentados por los diversos autores y autoras para la exitosa implementación de las anteriores medidas y recomendaciones, se ha optado por la unificación de todas ellas en tres categorías o apartados. Englobando el primero de ellos la suma de aquellas medidas que para su correcta implementación necesitan el respaldo de acciones políticas y económicas

llevadas a cabo por los diferentes entes de gobernanza nacionales (e internacional) que faciliten el obligado cumplimiento a los y las integrantes de la actividad turística globalizada. Siendo denominado este grupo como el grupo de medidas y recomendaciones dependientes de políticas fuertes.

Mientras que el segundo método, comprende al conjunto de medidas, acciones y propuestas que, aunque no necesariamente necesiten de una obligatoriedad para su realización, debido a diversos factores como pueden ser: la complejidad de las mismas, o el hecho de generar penalizaciones o beneficios a las empresas del sector turístico, se hace necesario el respaldo de las instituciones para su correcta implementación, desarrollo y control. Estando este grupo de medidas y recomendaciones compuesto por aquellas que se apoyan en políticas blandas (instrumentos de mercado). Mientras que, el tercer grupo denominado declaraciones de voluntad y recomendaciones, abarca todas aquellas recomendaciones, junto con las declaraciones de voluntad (deseos) expresados por parte de los diversos autores y las autoras, relativas a las distintas metas a conseguir.

Finalmente, y para mantener el anterior formato relativo a la presentación de la información, en este apartado se va a mantener la numeración dada en el apartado anterior (3.3) para cada uno de los artículos que componen la muestra.

3.4.4. Resultados.

3.4.4.1. Medidas y recomendaciones para la consecución de la reducción de los impactos ambientales negativos generados por la implementación y el desarrollo de la actividad turística globalizada (MI).

Para tratar de dar respuesta a la problemática medioambiental, el 56 % de los artículos que conforman la muestra, presentan algún tipo de medida o recomendación relativa a solventar esta problemática. Estas medidas y recomendaciones han sido ordenadas, atendiendo tanto al tipo de marco económico o jurídico necesario para su implementación, como atendiendo al nivel de concreción que presentan. Presentándose así, en primer lugar, aquellas medidas y propuestas, basadas en la obligatoriedad, y que presentan un ámbito genérico.

Así, el 80,7 % de los autores y las autoras que señalan medidas y recomendaciones para solventar esta problemática consistente en conseguir reducir de forma señalada los múltiples impactos medioambientales asociados al modelo turístico crecentista mundial, optan por utilizar políticas fuertes para señalar la necesidad de introducir de una forma globalizadora, una legislación medioambiental propia, más restrictiva y penalizadora que la actual, en lo referente la degradación ambiental para las empresas del sector turístico (3, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 23, 24, 25, 29, 35, 46, 50, 51, 54, 55, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 91, 92, 93). Legislación, que a su vez, debe incluir tanto medidas que bajo el amparo de las políticas fuertes, permitan controlar la movilidad de los y las turistas con objeto de evitar el colapso de los destinos turísticos que claramente han sobrepasado su capacidad de carga óptima (21, 22, 82); como medidas relativas a la limitación o prohibición de ciertas tipologías de turismo masivas como es el caso de los cruceros turísticos (46).

Mientras que, el 14,3 % de los autores y las autoras, prefieren solventar esta problemática ambiental derivada de la implementación de la actividad turística, introduciendo medidas basadas en políticas blandas orientadas a primar el turismo local y penalizar el turismo internacional a través de la imposición de tasas y precios públicos, (33, 73, 81) que graven los desplazamientos de larga distancia. Así como la creación de figuras como las certificaciones ambientales para las empresas turísticas, las cuales permiten a los y las turistas conocer que las empresas poseedoras de las mismas cumplen con los requisitos

medioambientales previos y necesarios para su obtención, actuando así estas certificaciones como herramienta de diferenciación de la oferta (12).

No obstante, del 14,3 % de autores y autoras, el 48,6 % prefieren abordar la problemática ambiental derivada de la actividad turística globalizada desde una visión orientada en la eficiencia energética (basada en políticas blandas). Para ello, se proponen subvenciones públicas en medios de transportes no fósiles para hacer más cómodo y apetecible el turismo interno a los y las viajeros (12, 21, 26, 28, 31, 33). Donde el tren eléctrico, presentaría un papel predominante en este transporte de corta y media distancia (2, 3, 21), y donde la planificación urbanística se presenta como una herramienta para solventar los posibles problemas que puedan ocurrir por la lucha del espacio entre la actividad turística y el resto de actividades antropológicas que concurren de forma simultánea en el territorio turístico (30). Mientras que, al mismo tiempo, el 25,7 % de los autores y autoras señalan la necesidad de confeccionar líneas de crédito público destinado al sector turístico para sustituir tecnologías no eficientes en el consumo de energía por nuevos sistemas y tecnologías más eficientes energéticamente (cambio de iluminación por bombillas *LED*, nuevos modelos de calefacción y aire acondicionado, electrodomésticos más eficientes en el uso de la energía etc.), (3, 12, 23, 35).

Por otro lado, otro 25,7 % de autores y autoras prefieren utilizar las recomendaciones en detrimento de las políticas fuertes y/o débiles para conseguir transitar desde una demanda turística actual caracterizada por la internacionalidad de los viajes, hacia una demanda turística más localizada. Haciendo recaer el peso de este cambio de demanda tanto sobre las empresas del sector (74, 87), como sobre los hombros de los y las turistas, apelando en última instancia a la responsabilidad individual de estos (53, 56).

Finalmente, es señalado el número de autores y autoras que presentan en su análisis declaraciones expresas de voluntad (el 59,5 %), orientadas a conseguir cambiar los modelos de desarrollo turísticos actuales globalizados basados en la búsqueda del crecimiento de la actividad, a nuevos modelos decrecentistas, que incluyan los límites biofísicos del planeta, con objeto de enfrentar las múltiples y graves problemáticas asociadas a los impactos ambientales derivados del actual modelo turístico crecentista globalizado (1, 6, 8, 9, 10, 14, 16, 22, 27, 38, 39, 47, 48, 49, 52, 53, 56, 58, 65, 69, 74, 85, 86, 87, 90). Señalando de entre los anteriores, aquellos que recomiendan introducir los valores y formas de hacer relacionados con el concepto del *Buen Vivir* como hoja de

ruta para lograr una transición hacia modelos turísticos y ecológicos menos dañinos para el medio ambiente (1, 14, 16, 85, 86), (11,9 %).

Tabla 9. *Medidas agrupadas atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la primera meta (M1).*

Arts.	Herramienta	Descripción
3, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 23, 24, 25, 29, 35, 46, 50, 51, 54, 55, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 91, 92, 93	Políticas fuertes	Creación de una legislación medioambiental propia, más restrictiva y penalizadora para las empresas del sector turístico
21, 22, 82	Políticas fuertes	Creación de una legislación que permita la limitación de la movilidad de los y las turistas en aquellos destinos que presenten claros síntomas de sobreturismo
56	Políticas fuertes	Limitación o prohibición de ciertas tipologías de turismo masivas y altamente contaminantes como es el caso de los cruceros turísticos
33, 73, 81	Políticas blandas	Impuestos y tasas orientados a penalizar los desplazamientos turísticos de larga distancia
12	Políticas blandas	Certificaciones ambientales como herramienta de diferenciación de marca potenciando comportamientos ambientales más cívicos por parte de las empresas turísticas
12, 21, 26, 28, 31, 33	Políticas blandas	Subvenciones públicas en medios de transportes no fósiles para hacer más cómodos y apetecibles el turismo interno a los y las viajeras
2, 3, 21	Políticas blandas	Subvenciones públicas en la red de tren para lograr que el tren eléctrico sea el medio de transporte de corta y media distancia más utilizado
3, 12, 23, 35	Políticas blandas	Medidas de política blanda que faciliten el acceso a las empresas del sector turístico a tecnologías más eficientes respecto al consumo de energía
74, 87	Recomendaciones	Focalizar la responsabilidad individual empresarial en cuanto a la necesidad del fomento del turismo de proximidad a través de herramientas como el <i>desmarketing</i>
53, 56	Recomendaciones	Hacer hincapié en la responsabilidad individual de los y las turistas para lograr un cambio en la demanda turística que implique un mayor consumo del turismo de proximidad en detrimento del turismo internacional

1, 6, 8, 9, 10, 14, 16, 22, 27, 38, 39, 47, 48, 49, 52, 53, 56, 58, 65, 69, 74, 85, 86, 87, 90	Declaración de voluntad	Cambiar los modelos de desarrollo turísticos actuales globalizados basados en la búsqueda del crecimiento de la actividad, a nuevos modelos decrecentistas, que incluyan los límites biofísicos del planeta, con objeto de enfrentar las múltiples y graves problemáticas asociadas a los impactos ambientales
---	-------------------------	--

Tabla 10. *Artículos agrupados atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la primera meta (M1).*

Medidas políticas fuertes	Medidas políticas débiles	Recomendaciones
3, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 23, 24, 25, 29, 35, 46, 50, 51, 54, 55, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 91, 92, 93	3, 12, 21, 26, 28, 30, 31, 33, 35, 73, 81	53, 56, 74, 87

3.4.4.2. *Medidas y recomendaciones cuyo objeto es el de conseguir la redistribución de los ingresos y la riqueza generada por la actividad turística globalizada de forma que toda la comunidad se beneficie de ellos.*

De las cuatro metas presentadas anteriormente, es esta segunda meta donde por parte de los diferentes autores y autoras se pretende señalar las posibles medidas a tomar orientadas a una justa y equitativa distribución de los beneficios económicos generados en el proceso de implementación y desarrollo de la actividad turística globalizada. La cual ha sido la meta menos explorada en cuanto al número de medidas propuestas. Ya que, aunque exista un amplio consenso en la necesidad y la importancia de articular medidas concretas orientadas a este fin, únicamente el 10,8 % de los artículos seleccionados, presentan algún tipo de referencia sobre esta cuestión (12, 14, 16, 18, 37, 46, 48, 56, 60, 71). Mientras que el grueso de los artículos centrados en el decrecimiento (89,2 %) se limitan simplemente a presentar una declaración de voluntad consecuente con el reconocimiento de la necesidad de trabajar en esta vía, pero sin presentar medidas específicas orientadas a tal fin (6, 8, 9, 10, 17, 22, 23, 26, 27, 38, 39, 47, 50, 51, 55, 88, 89, 91, 93).

Por otro lado, de los artículos presentan algún tipo de medidas relativas a la consecución de esta segunda meta troncal para la transición hacia modelos turísticos más sostenibles, el 80 % de los autores y autoras han apostado por la figura de la recomendación, mientras que el 20 % de los mismos, entienden que la mejor forma de conseguir los objetivos es a través de la figura de las políticas fuertes.

Tabla 11. *Medidas agrupadas atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la segunda meta (M2).*

Art.	Tipo de medida	Descripción
12	Recomendación	Fomento de la economía estacionaria
14	Recomendación	Usar el BV como una herramienta de guía para formas alternativas sostenibles de turismo
16	Recomendación	Fomento de alternativas no occidentales al capitalismo neocolonial y neoliberal, como el concepto sudamericano de "Buen Vivir"

18	Recomendación	Convertir instalaciones turísticas intensivas en energía y materiales en viviendas de bajo impacto o centros de empleo comunitario.
37	Recomendación	Sustituir los entes privados de promoción del turismo por entes públicos que gestionen y planifiquen el sector en lugar de centrarse únicamente en la promoción del mismo
46	Recomendación	Redirigir los fondos de dinero público otorgado a las distintas empresas turísticas internacionales, para que sean reinvertidos en el turismo local y comunitario.
48	Políticas fuertes	Legislación impositiva que garantice el traspaso de un porcentaje anual de los beneficios del sector turístico internacional hacia proyectos de turismo comunitario
56	Recomendación	Utilizar la actividad turística como vector de la justicia económica y social
60	Políticas fuertes	Legislación impositiva que garantice el traspaso de un porcentaje anual de los beneficios hacia las comunidades locales
71	Recomendación	Usar el BV como una herramienta de guía para formas alternativas sostenibles de turismo

Tabla 12. *Artículos agrupados atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la segunda meta (M2).*

Medidas políticas fuertes	Recomendaciones	Declaración de voluntad
48, 60	12, 14, 16, 18, 37, 46, 56, 71	6, 8, 9, 10, 17, 22, 23, 26, 27, 38, 39, 47, 50, 51, 55, 88, 89, 91, 93

3.4.4.3. Medidas y recomendaciones cuyo objeto es conseguir la autogestión comunal de la actividad turística en el territorio.

Para poder conseguir los objetivos relativos a esta tercera meta, el 30,3 % de los autores y autoras señalan la necesidad de presentar una estrategia de acción que implique diversos ámbitos de aplicación (6, 8, 12, 15, 20, 22, 27, 36, 76, 87). Estrategia donde se atiende en primer lugar a dar visibilidad a la problemática social derivada de la lucha por el espacio entre la actividad turística y el resto de actividades antropológicas que se desarrollan de forma simultánea en el destino turístico (20, 36). Para posteriormente, reseñar tanto el papel que juega la actividad turística en los procesos de gentrificación de los cascos históricos debido a la inflación inmobiliaria (9 %), (6, 40, 80), como los múltiples problemas socioculturales, asociados a los procesos de aculturación y pérdida de identidad de los destinos como consecuencia de la implementación del modelo turístico globalizado actual (27, 28), (6 %).

Solamente a través de la señalización de dichas problemáticas, y el calado de las mismas en la opinión pública, se puede legitimar la necesidad de la acción política comunal en la toma de decisiones relativas a la implementación, desarrollo y control de la actividad turística que se desarrolla en su territorio. Para lo cual, se hace necesario la generación de una normativa (políticas fuertes) que garantice el papel de las comunidades para aprobar o denegar la realización de los distintos planes turísticos redactados por parte de la administración en connivencia con el sector turístico (6, 27), (6 %), los cuales tienden a no atender a ningún tipo de limitación en cuanto a la capacidad de carga del destino, generando así destinos turísticos sobresaturados (15, 20, 32, 35, 37, 41, 44, 54, 87, 90), (30,3 %), en los cuales se desarrollan en forma de respuesta, movimientos sociales basados en el activismo social, como herramienta contra la actividad turística descontrolada (40, 80), (6 %).

Por lo que, para evitar este tipo de conflictos sociales y culturales, así como para facilitar la transición hacia modelos turísticos realmente sostenibles, son múltiples los autores y autoras que realizan en sus trabajos la necesidad de implementar una legislación turística y urbanística que otorguen a las distintas comunidades locales, herramientas normativas que impliquen la capacidad de decisión sobre cuestiones turísticas relacionadas con la aprobación, desarrollo e implementación de la actividad turística que concurre en su

territorio comunal (6, 8, 12, 15, 16, 20, 22, 27, 28, 29, 36, 37, 39, 40, 46, 47, 54, 65, 71, 76, 83, 85, 86, 87, 91, 92, 93), (81.8 %).

Tabla 13. *Medidas agrupadas atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la tercera meta (M3).*

Arts.	Herramienta	Descripción
6, 8, 12, 15, 16, 20, 22, 27, 28, 29, 36, 37, 39, 40, 46, 47, 54, 65, 71, 76, 83, 85, 86, 87, 91, 92, 93	Políticas fuertes	Creación de una legislación turística y urbanística que otorguen a las distintas comunidades locales, herramientas normativas que impliquen la capacidad de decisión sobre cuestiones turísticas relacionadas con la aprobación, desarrollo e implementación de la actividad turística que concurre en su territorio
20, 36	Políticas fuertes	Legislación que delimite los usos del espacio territorio
6, 27, 28, 40, 80	Políticas fuertes	Legislación que permita evitar la gentrificación de los centros urbanos a consecuencia del desarrollo de la actividad turística
15, 20, 32, 35, 37, 41, 44, 54, 87, 90	Políticas fuertes	Legislación que permita a la comunidad local declarar el cierre temporal de los destinos turísticos claramente saturados
6, 8, 12, 15, 20, 22, 27, 36, 76, 87	Recomendación	Optar por una estrategia de doble acción, señalando en primer lugar los impactos turísticos para después reclamar herramientas políticas y jurídicas para luchar contra ellos

Tabla 14. *Artículos agrupados atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la tercera meta (M3).*

Medidas políticas fuertes	Medidas políticas débiles	Recomendaciones
6, 8, 12, 15, 16, 20, 22, 27, 28, 29, 36, 37, 39, 40, 46, 47, 54, 65, 71, 76, 83, 85, 86, 87, 91, 92, 93	30, 32, 33	3, 21, 31

3.4.4.4. Medidas y recomendaciones cuyo objeto es transformar el objetivo discursivo del turismo desde el actual modelo globalizado crecientista hacia un modelo turístico decrecientista.

Tras el análisis de la muestra, se puede señalar que existe un 32,5 % de trabajos que presentan medidas y recomendaciones para la consecución de los objetivos señalados en esta cuarta meta. Para ello, los distintos autores y autoras, presentan una triple línea de acción, en donde en primer lugar, recomiendan continuar realizando investigaciones críticas con la actual forma de llevar a cabo el modelo turístico globalizado (1, 4, 7, 18, 25, 34, 42, 43), (20 %), para tratar de dejar atrás el reduccionismo económico (neoclásico) y abrir la mirada a nuevos modelos económicos contrarios al crecimiento relacionados con la economía ecológica, la economía circular y la economía feminista con objeto de atender a una nueva visión económica de la actividad turística globalizada (23, 24, 27, 37, 46, 74), (15 %).

Del mismo modo, y en segundo lugar, son diversos los y las autoras que señalan la necesidad de repensar y reconstruir los programas de estudio relativos a la enseñanza superior del ámbito turístico, los cuales, atendiendo a la incardinación de los mismos dentro de los distintos departamentos de economía de las diversas universidades y centros de estudio donde son llevados a cabo, presentan en sus respectivos programas académicos, un claro reduccionismo económico tendente a señalar y enardecer la variable económica de la actividad, mientras se minimizan las múltiples y variadas problemáticas ambientales y socioculturales asociadas al proceso de consumo turístico globalizado. Por lo que señalan la necesidad de construir programas turísticos más compensados, capaces de atender y analizar la realidad sistémica de la actividad turística globalizada, utilizando para ello, las gafas de la multidisciplinariedad, las cuales aportan una visión generalista de la actividad, a través del análisis de la misma por ramas académicas tan dispares como la física, la biología, la geografía del turismo y la antropología (49, 58, 61, 63, 76, 77, 78, 80, 83, 84, 89, 91, 93) (32,5 %).

Finalmente, y, en tercer lugar, son varios los autores y autoras que señalan la necesidad de conformar una legislación jurídica dónde los derechos al disfrute del espacio/territorio de los residentes predominen sobre los intereses económicos de las empresas turísticas por conseguir beneficios *alquilando* dicho espacio/territorio comunal a los y las turistas (15, 19, 20, 32, 35, 37, 41, 44, 54, 64, 79, 87, 90) (32, 5 %).

Tabla 15. *Medidas agrupadas atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la cuarta meta (M4).*

Arts.	Herramienta	Descripción
1, 4, 7, 18, 25, 34, 42, 43	Recomendaciones	Continuar realizando investigaciones críticas con la actual forma de llevar a cabo el modelo turístico globalizado
23, 24, 27, 37, 46, 74	Recomendaciones	Introducir en los estudios de turismo modelos de economía alternativa como son la economía ecológica y la economía feminista
49, 58, 61, 63, 76, 77, 78, 80, 83, 84, 89, 91, 93	Recomendaciones	Introducir la multidisciplinariedad como herramienta que trate de luchar contra el reduccionismo económico clásico y neoclásico que presentan actualmente los contenidos de los programas académicos turísticos
49, 58, 61, 63, 76, 77, 78, 80, 83, 84, 89, 91, 93	Recomendaciones	Desagregar los estudios de turismo de los departamentos de economía con idea de conformar una identidad propia relativa al análisis y estudio de la actividad turística
15, 19, 20, 32, 35, 37, 41, 44, 54, 64, 79, 87, 90	Políticas fuertes	Conformar una legislación jurídica que priorice los derechos de las personas residentes sobre los derechos de los y las turistas en cuanto al uso y disfrute del espacio/territorio

Tabla 16. *Artículos agrupados atendiendo al tipo de herramienta seleccionada como mejor opción para alcanzar el objetivo de la cuarta meta (M4).*

Medidas políticas fuertes	Medidas políticas débiles	Recomendaciones
15, 19, 20, 32, 35, 37, 41, 44, 54, 64, 79, 87, 90		1, 4, 7, 18, 23, 24, 25, 27, 34, 37, 42, 43, 46, 49, 58, 61, 63, 74, 76, 77, 78, 80, 83, 84, 89, 91, 93

3.4.5. Conclusiones.

Atendiendo a lo anteriormente expuesto, se puede señalar que, aunque los diversos autores y autoras están de acuerdo en la necesidad de trabajar en las cuatro metas anteriormente señaladas como puntales sobre los que construir los nuevos modelos de turismo con base decrecentistas, no son muchas las medidas propuestas para avanzar hacia la consecución de los objetivos reseñados en cada una de ellas. Si no que los diversos autores y autoras, y atendiendo a las múltiples declaraciones de voluntad expresada por los mismos en sus respectivos trabajos, más bien parece que se centran más en el qué, es decir el objetivo principal (transitar desde el modelo turístico globalizado devorador implacable de recursos y energía a modelos de turismo realmente sostenibles), sin atender al cómo (medidas y acciones propuestas para la consecución del objetivo anterior).

No obstante, y tras el análisis de las diversas medidas y recomendaciones señaladas en la muestra analizada referente a la meta número uno, es posible señalar que esta meta que se ocupa de tratar de reducir de forma sustancial los impactos medioambientales, presenta como herramienta predilecta las políticas fuertes. Puesto que existe una mayoría de autores y autoras que deciden acudir a ella para conseguir el anterior objetivo (80,7 %). Reclamando la necesidad de conformar una amalgama de medidas basadas en políticas fuertes, las cuales obliguen a las empresas del sector a través de una normativa más restrictiva y penalizadora a mantener un comportamiento ambiental más respetuoso y amigable con el medio ambiente. No obstante, existe un 14,3 % de autores y autoras que prefieren las medidas débiles para acercarse a esta problemática ambiental, mientras que finalmente, un 5 % de los mismos, recurren a las recomendaciones para lidiar con dicha problemática.

Atendiendo a las cifras anteriormente expuestas, se puede considerar que para la consecución de la reducción de los impactos medioambientales generados por la implementación de la actividad turística, los distintos autores y autoras proponen una arista de medidas jurídicas de obligado cumplimiento para el sector turístico. Que combinadas con medidas de políticas débiles basadas en instrumentos del mercado (tasas, impuestos, premios, créditos, deducciones impositivas etc.), conseguirían junto con las recomendaciones de buena praxis medioambiental (defendidas por otros autores y autoras), reducir los impactos ambientales generados por el sector turístico globalizado.

A la hora de analizar las medidas y recomendaciones propuestas por los diversos autores y autoras para la consecución de la segunda meta, y aunque existe entre los anteriores un unánime consenso acerca de la necesidad de llevar a la práctica medidas y recomendaciones que puedan conseguir el reparto equitativo de los beneficios generados por la actividad turística entre todos los integrantes de las comunidades, no se pueden señalar un gran número de medidas propuestas y/o recomendaciones propuestas. Únicamente el 10,8 % de los trabajos que componen la muestra se posicionan sobre el particular, utilizando el 80 % de los autores y autoras la herramienta de la recomendación para encauzar sus propuestas. Siendo las más señaladas, aquellas recomendaciones orientadas a utilizar el BV como hoja de ruta deseada, y en donde el proyecto comunal de turismo regentado bajo esta forma de organización social permite la distribución de los beneficios entre todos los integrantes de la comunidad. En segundo lugar, se pueden señalar aquellas recomendaciones orientadas a conformar entes públicos que además de fomentar la actividad turística, también tengan por objeto su limitación y control. Finalmente, y de forma residual algunos autores y autoras presentan la posibilidad de utilizar las infraestructuras turísticas de alojamiento en desuso para convertirlas en vivienda de protección social. Por otro lado, un 20 % de los académicos y académicas que señalan la necesidad de utilizar las políticas fuertes para poder implementar políticas fiscales que garanticen un porcentaje de los beneficios generados por la actividad turística internacional, en proyectos de turismo comunitario, generándose así una distribución de la renta derivada de la actividad turística de forma más equitativa y justa.

No obstante, y para la consecución de la tercera meta consistente en lograr que las distintas comunidades tengan un papel predominante en el desarrollo de la actividad turística que acontece en sus territorios, se apuesta por una estrategia que se puede considerar por fases. Donde la primera de estas, consiste en dar visibilidad a las múltiples problemáticas causadas por la actividad turística (descontrolada) que acontece en los diversos destinos turísticos maduros, relacionadas tanto con el uso del espacio, como con la consecuente gentrificación de los centros urbanos derivada del proceso turístico globalizado. Para ya en una segunda fase, y apoyándose en el activismo político, contar con la legitimidad social necesaria para demandar derechos políticos comunales expresados en legislaciones basadas en políticas fuertes, que otorguen a las comunidades herramientas políticas y jurídicas capaces de enfrentar los intereses crecientistas de las

administraciones públicas y del sector turístico globalizado. A la hora de analizar las herramientas propuestas a utilizar para la consecución del anterior objetivo, de nuevo, se evidencia que la imposición de medidas de políticas fuertes como la opción más utilizada por el grueso de los autores y autoras que conforman la muestra analizada, ascendiendo a un 63 % del total, y donde las medidas más señaladas hacen referencia a la necesidad de conformar legislaciones de obligado cumplimiento que faciliten herramientas políticas y jurídicas a las comunidades locales con las que estas puedan luchar contra una posible implementación turística que supere la capacidad de carga del destino en cuestión. Mientras que, por otro lado, el 37 % de los autores y autoras, recomiendan el anteriormente mencionado plan de acción por fases. Donde primero se evidencien y sociabilicen las múltiples problemáticas ambientales y socioculturales asociadas a los desbordamientos turísticos, que legitime en posteriores instancias las peticiones y exigencias comunales de medidas políticas y jurídicas para poder combatir dicho desbordamiento turístico.

Finalmente, y para alcanzar el objetivo asociado a la cuarta meta, consistente en influir en el discurso turístico para poder repolitizar y reconstruir el actual modelo turístico globalizado, es presentado desde el ámbito académico a través de recomendaciones y declaraciones de voluntad y políticas fuertes, en una triple vertiente, donde en primer lugar se señala la deseable continuación de estudios y análisis críticos con el actual modelo crecentista de desarrollo turístico globalizado desde una visión crítica (67,5 %). Mientras que, en segundo lugar, se señala lo oportuno de introducir la multidisciplinariedad en los currículos académicos turísticos con objeto de tratar de eliminar o al menos compensar a través de la mirada multidisciplinar, el reduccionismo económico que adolecen dichos currículos. Siendo reseñada en último lugar por parte del 32,5 % de los artículos, la (imperiosa) necesidad de conformar una legislación jurídica que proteja los derechos de los residentes al respecto del uso comunal del espacio/territorio. La cual priorice el derecho natural de las personas residentes en cuanto al uso y disfrute del espacio/territorio, mientras que al mismo tiempo ayude a conformar un nuevo discurso turístico basado en la necesidad de imponer límites a la actividad turística globalizada.

Atendiendo tanto al tipo de herramientas propuestas por los diversos autores y autoras para la consecución de las distintas metas señaladas, donde las herramientas de política fuerte, presentan un carácter claro de preferencia, se puede señalar una cierta

contradicción en sí misma. Ya que *a priori*, no parece muy compatible el reseñar la importancia capital de conformar los nuevos modelos turísticos decrecentistas bajo una base participativa, construida desde abajo hacia arriba, como es señalado por los anteriores autores y autoras que conforman la muestra y, sin embargo, recetar medidas para avanzar en la conformación de estos nuevos modelos turísticos basados en el decrecimiento, que necesariamente dependen para su implementación, control y desarrollo, de la voluntad política de los diferentes organismos políticos nacionales (estados) y demás estructuras políticas supranacionales, los cuales son criticados y señalados por los anteriores autores y autoras por estar inmersos bajo el paradigma del crecentismo. Obligando esta contradicción a unir el nacimiento y conformación de los demandados nuevos modelos turísticos con base decrecentista al éxito del activismo político en defensa del decrecimiento. Para lo cual se hace necesario utilizar herramientas políticas que tengan por objeto el conformar una numerosa base social que reclamen a las anteriores instituciones políticas la imposición de estos nuevos modelos turísticos decrecentistas.

4. Conclusiones y ámbitos de estudio futuros.

4.1. Conclusiones.

Los impactos ambientales, climáticos y socioculturales resultado del actual modelo turístico crecientista globalizado son de tal magnitud que incluso desde la academia turística se comienzan a señalar de forma abierta, a través de debates y discusiones que pretenden señalar medidas y recomendaciones para tratar de conseguir que el actual modelo turístico se vuelva más sostenible. No obstante, y por norma general, estas medidas y recomendaciones propuestas descansan sobre una visión del concepto de sostenibilidad (débil) concurrente con la mirada neoclásica (y clásica) del concepto de sostenibilidad. Concepto este el de la sostenibilidad débil que ha estado, y está, íntimamente ligado al actual modelo turístico globalizado como se ha podido poner de manifiesto a lo largo de este trabajo; y el cual defiende lo coyuntural de las problemáticas anteriormente señaladas, basándose en múltiples postulados que defienden la existencia de la perfecta sustituibilidad entre el capital natural y el capital manufacturado. Que junto con aquellos axiomas y supuestos los cuales señalan una tendencia *natural* en el proceso de desarrollo de las distintas economías globales para alcanzar gracias al desarrollo económico y tecnológico, junto con la implementación de una amalgama de políticas orientadas a la eficiencia energética, el triunvirato axiomático que defiende la llegada a un punto *cuasimágico* (en el actual modelo de desarrollo) donde las problemáticas ambientales (y por añadidura, climáticas) tienden a desaparecer, como se señala desde la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets.

Pero a todas luces, y atendiendo a la magnitud y urgencia de los retos a los que tiene que enfrentarse el actual modelo turístico globalizado, las posibles medidas y políticas a implementar desde una visión de sostenibilidad (débil) son claramente insuficientes. Por ello, desde una parte (residual) de la academia turística que presenta una visión de la sostenibilidad construida desde la sostenibilidad fuerte, se atiende a la naturaleza estructural de las problemáticas ambientales, climáticas y socioculturales generadas durante el proceso de implementación y desarrollo de la actividad turística globalizada. Las cuales son potenciadas por el actual contexto caracterizado por el cambio climático

y escenarios energéticos fósiles decrecientes. Antes estos escenarios decrecentistas (energéticos y económicos) forzosos futuros, existe un reducto académico que señala la urgencia de transitar hacia modelos turísticos realmente sostenibles, donde la sostenibilidad no esté subordinada al beneficio económico, y donde el concepto del decrecimiento turístico, sea utilizado como una potente herramienta para adecuar y reconvertir al actual modelo turístico hacia los límites biofísicos del planeta bajo los preceptos de equidad y justicia social y ambiental, permitiendo así, tanto la natural regeneración de los ecosistemas, como la reducción de los impactos más calamitosos relacionados con la degradación ambiental y el cambio climático. Para lo cual, se hace urgente y necesario el llevar a cabo nuevos estudios de sostenibilidad que sobrepasen los preceptos señalados por la sostenibilidad débil (sustituibilidad de los distintos capitales, EKC, eficiencia energética), para descender hasta el análisis físico de la actividad, a través de indicadores de sostenibilidad fuerte (Huella Ecológica, Huella Hídrica, Contabilidad y Análisis de Flujos de Materiales, Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta, Análisis del Ciclo de Vida, o el Análisis Exergético), que permitan tanto medir las relaciones biofísicas que señalan en última instancia las múltiples y variadas problemáticas derivadas del actual modelo turístico globalizado, como el de conformar nuevas propuestas, medidas y herramientas (políticas, jurídicas y económicas) que permitan la construcción de esa hoja de ruta tan necesaria para transitar entre modelos turísticos (actuales y futuros).

Así pues, y para tratar de contribuir a estos nuevos estudios desde una perspectiva fuerte de sostenibilidad, en primer lugar, en este trabajo se ha tratado de atender al vacío académico sobre la falta de estudio de los nexos, relaciones y dependencias que ocurren entre la actividad turística globalizada y su ingente necesidad de energía (de alta densidad) para llevarse a cabo. Siendo este tema analizado de forma residual por la literatura y nunca bajo un prisma transversal donde se puedan señalar los distintos hallazgos y resultados presentados por los diferentes estudios que tratan de atender a dichas relaciones desde metodologías y visiones diferentes (y contrapuestas). Lo cual en cierto punto no deja de ser algo sorprendente, ya que como se ha señalado en repetidas ocasiones durante este trabajo, para la propia realización de la actividad turística, es necesaria una disponibilidad previa de energía de alta densidad (fósil), como se ha podido atender en el punto 3.1 de la sección de resultados en la que, tras analizar la cadena de valor de la actividad turística globalizada, se señala esta circunstancia. Derivada del anterior análisis, se desprende una

clara dependencia de la energía fósil para llevar a cabo la actividad turística globalizada en cualquiera de sus fases (transporte de origen hacia destino, transporte en destino, alojamiento, restauración, entretenimiento y ocio, compras, otras actividades turísticas). Dicha dependencia, a su vez, se puede dividir atendiendo al tipo de consumo de energía fósil por nodo de la cadena de valor. De este modo, en primer lugar, se puede señalar cómo el nodo del transporte (hacia y en destino) es el nodo que más cantidad de energía fósil consume de forma directa (en forma de fuente de energía primaria: gasolinas, naftas, diésel, queroseno etc.) atendiendo a las lógicas necesidades de desplazamiento a largas distancias y a altas velocidades. Siendo en segundo lugar el nodo de la cadena de valor de la actividad turística globalizada conformado por el alojamiento y la restauración, el que, tras el transporte, más energía fósil consume. No obstante, este segundo nodo, presenta la particularidad de evidenciar un consumo indirecto de la energía fósil como fuente energética secundaria, puesto que sus consumos energéticos están dominados por el uso y consumo de electricidad. La cual se produce a través de recursos naturales fósiles como el carbón y el gas natural en las distintas centrales de ciclo combinado, o bien, empleando estos recursos fósiles que soportan todo el ciclo de vida de los distintos sistemas de captación de energía renovable (fotovoltaica, termosolar, eólica, etc.) los que a la postre, suministran energía a todas estas estructuras que conforman el segundo nodo de la cadena de valor de la actividad turística.

Finalmente, si se analizan los nodos de ocio, compras y distintas actividades turísticas, se observa que para la conformación y el mantenimiento de las diversas infraestructuras (restaurantes, centros comerciales, teatros, parques de atracciones, etc.), junto con sus distintos insumos, materiales, servicios etc., es necesario para la correcta realización de dichas actividades y modos de producción (compras) un soporte energético fósil. Siendo estos consumos energéticos fósiles caracterizados por ser tanto directos como indirectos.

Sin embargo, atendiendo al comportamiento natural de declive que presentan los recursos naturales energéticos en general y el petróleo en particular (6-7 % anual), la cantidad de energía primaria proveniente de estos recursos, los cuales soportan el 86 % del coste energético de las actividades que son realizadas en nuestras sociedades termodinámicas disipativas industriales para su propio mantenimiento y reproducción, se hace evidente que más pronto que tarde, van a surgir tensiones derivadas de una mayor competición por el acceso a la energía primaria, tanto entre países como entre las distintas actividades de los subsistemas económicos de las distintas naciones. Esto generará un creciente coste de

oportunidad energético debido a la menor disponibilidad de energía que va a recibir el subsector económico, teniendo que decidir para qué tipo de actividades se va a utilizar la energía disponible en un contexto energético decreciente. Por todo ello, es muy posible que en este contexto energético decreciente esperado, las actividades no indispensables como la actividad turística globalizada, sean las que sufrirán más el recorte energético. Con objeto de primar la realización de aquellas actividades económicas que sí son troncales e indispensables para el mantenimiento del subsistema económico y social, lo que se traducirá en múltiples y diversas problemáticas asociadas tanto a la oferta como a la demanda turística globalizada. Así pues, estos escenarios decrecentistas (energéticos y económicos) esperados se caracterizarán por la dificultad de acceso a la energía fósil y aumentos de precios de los servicios turísticos, lo cual puede acarrear múltiples y problemáticas en los retornos de la inversión de los proyectos turísticos, así como en la oferta y en la demanda. Ya que muy posiblemente, se tendrá que optar por reformular el modelo turístico crecentista global, hacia un modelo turístico globalizado menos masificado y selecto que tendrá un impacto directo en el número de empleos facilitados por el sector turístico, y generará problemas de desigualdad social en cuanto a la disparidad en la posibilidad de acceso a la actividad turística globalizada.

Continuando con la intención de tratar de contribuir a los estudios turísticos caracterizados por la sostenibilidad fuerte, en este trabajo se han seleccionado y analizado desde una perspectiva integral aquellas publicaciones científicas de las últimas dos décadas que incluyen el análisis de múltiples metodologías, visiones y herramientas utilizadas, para analizar las posibles interrelaciones y dependencias entre el desarrollo turístico, el crecimiento económico, el consumo de energía y la degradación ambiental. Señalando estos estudios en primer lugar, como el desarrollo turístico realiza un papel de potenciador del crecimiento económico a través de las inversiones tanto en infraestructuras turísticas, como en aquellas infraestructuras anexas y necesarias para el normal desarrollo de la actividad (transportes, restauración, ocio, entretenimiento, servicios públicos), lo cual, a su vez, genera el crecimiento económico en los sectores primario (minería, ganadería, pesca, agricultura), secundario a través de la construcción y la industria, y finalmente del sector terciario (banca, inmobiliario, restauración, ocio, seguridad, etc.).

No obstante, para abordar este desarrollo en cuanto a las infraestructuras anteriormente mencionadas, inevitablemente se hacen necesarios aumentos en el consumo de energía.

Por lo que no es extraño que los resultados de los estudios de casos de los diferentes trabajos analizados, presentan, al igual que ocurre con la relación anterior entre el desarrollo turístico y el crecimiento económico, la existencia de una relación positiva entre el desarrollo turístico y el consumo de energía. De manera que el mayor crecimiento del desarrollo turístico, irremediablemente, está vinculado a un aumento del consumo de energía. Por otro lado, donde no existe un consenso claro entre los y las autoras analizados, es en la relación entre las variables desarrollo turístico y degradación ambiental. Así, un 56 % de autores y autoras, tras el análisis de los distintos estudios de casos, presentan datos que sostienen una relación positiva entre la variable desarrollo turístico y la variable degradación ambiental. Sin embargo, un 44 % de los autores y autoras en sus respectivos estudios de caso, presentan datos negativos o mixtos, donde la relación positiva entre ambas variables se obtiene en países/destinos los cuales presentan unos ingresos medios, mientras esta relación positiva entre ambas variables no ocurre en los países que presentan altos ingresos, ni en aquellos países de bajos ingresos. Siendo así validada la hipótesis EKC en los destinos altos y bajos ingresos, y refutada en los destinos de ingresos medios.

Atendiendo a los postulados defendidos por los autores y autoras cuyos datos obtenidos de sus estudios de caso confirman la EKC hipótesis, señalan que estas discrepancias en cuanto a los resultados, pueden ser consecuencia de variables como a) la capacidad de desarrollar y/o acceder a tecnologías energéticas y ambientalmente eficientes (efecto tecnología); b) el nivel de ingreso y tercerización de los países de destino, que los ubica en la parte inferior/superior de la curva en términos del desarrollo de su sistema productivo centrado en el sector primario (efecto composición); y c) el efecto de escala, consistente en el axioma de que a mayor actividad económica, mayor degradación ambiental.

Sin embargo, un análisis más en profundidad tanto de la metodología como de las variables utilizadas en estos estudios que tratan de validar o refutar la EKC hipótesis, presentan varias constantes que se hace necesario señalar. Así, el 94,6 % de los estudios que validan la hipótesis de la ECK ambiental y, por lo tanto, defienden una relación no positiva entre las variables desarrollo turístico y degradación ambiental, utilizan únicamente para medir la variable degradación ambiental, las emisiones de Co^2 . Presentando, además, la particularidad compartida entre estos estudios, de catalogar las cantidades energéticas generadas por los sistemas de captación de energía renovable con

un importe total de cero emisiones. Sin embargo, el 85,7 % de los artículos que presentan datos de estudio de casos que señalan la refutación de la EKC hipótesis, o en su defecto, presentan datos mixtos, incluyen además de las emisiones de CO_2 para medir la variable degradación ambiental, índices multivariantes como la huella ecológica o el índice de sostenibilidad ambiental (ISA). Señalando además la necesidad de incluir las emisiones adecuadas a la energía captada por sistemas de energía renovable, puesto que si se analiza el ciclo de vida de estos sistemas de captación de energía renovable (extracción de minerales, fabricación, transporte, piezas y redes auxiliares, montaje, mantenimiento, posterior desmontaje y eventual reciclado), todas y cada una de estas fases son soportadas por distintas energías fósiles. Es por ello que tratar la energía captada a través de sistemas de energías renovables como una energía totalmente libre de emisiones no solo es algo que no es compatible con lo real, sino que es una variable que puede desvirtuar los datos de cualquier estudio que pretenda analizar las relaciones entre el uso de este tipo de energía y su posible degradación ambiental. Al mismo tiempo, la anterior circunstancia fomenta la ocultación de la complejidad que presenta la posible desagregación de los consumos energéticos (reales) atendiendo a las distintas actividades económicas, así como la dificultad de incluir en dichos balances energéticos, aquellos costes energéticos indirectos y ocultos. Minimizando así tanto la dependencia como la cantidad de energía fósil que el sector turístico crecientista globalizado necesita y, por lo tanto, el alto coste de oportunidad energético que supone el mantener el actual modelo, ya que esta energía podría ser utilizada de formas distintas.

En cuanto al nodo de transporte de la cadena de valor de la actividad turística, el resultado y el grado de validez de los resultados analizados es limitado, puesto que se sigue omitiendo y subestimando el papel del transporte (aéreo), centrándose sólo en un tipo de impacto ambiental (las emisiones de GEI), lo que sugiere la necesidad de repensar las teorías y enfoques existentes de medición y comparación entre estudios.

Por otro lado, la eficiencia de los alojamientos turísticos es el segundo tema más importante evaluado a partir de la recopilación de información primaria a través de encuestas y evaluaciones, y en muchos casos a través de la metodología ACV. Estas metodologías permiten determinar los puntos críticos de los alojamientos turísticos, así como otros pasos de la cadena de suministro turístico. Estos dos temas principales son el foco de muchas de las discusiones sobre las perspectivas del análisis y el cambio de políticas. Otros temas como las alternativas energéticas al transporte globalizado o las

implicaciones económicas de promover un turismo más sostenible y de bajo impacto, o el riesgo de reducción drástica de los vectores energéticos fósiles necesarios para el mantenimiento y desarrollo de la actual actividad turística como consecuencia del *peak* de la producción del petróleo convencional acaecido en 2005-2006, y el *peak* de petróleo total (convencional y no convencional) acaecido en 2018, se abordan de forma menos exhaustiva. Estas, y otras líneas de trabajo empírico y teórico, constituyen sin duda futuras líneas de investigación a considerar para seguir investigando las posibilidades del turismo sostenible dentro de los límites planetarios, considerando, tanto las necesidades climáticas de nuestro tiempo, como escenarios futuros con una menor oferta energética.

No obstante, ante la inevitabilidad del descenso energético (y económico), para tratar de adelantarse a un posible futuro decrecimiento impuesto por el mercado, donde la injusticia social y ambiental sea la norma, se hace necesario conformar una hoja de ruta que permita transitar de forma diligente desde el actual modelo crecentista globalizado hacia nuevos modelos de turismo con base decrecentista. Sin embargo, tras el análisis de la exigua literatura académica turística que señala dicho objetivo como motivo de su análisis, se hace evidente que existe un vacío que limita la consecución de tal fin, posiblemente relacionado con la complejidad que presenta el propio término decrecimiento. Dicho término es extremadamente complejo, ya que comprende una amalgama de conceptos reseñables que lo obligan a ir más allá la crítica al modelo crecentista global, proporcionando un marco analítico y conceptual, que permite mostrar una ruta de actuación para conformar una transición justa desde las formas neoliberales de gobernanza que presentan una explotación del capital natural, para empoderar a los individuos y las comunidades, permitiéndoles buscar soluciones políticas a problemas económicos y políticos. Atendiendo a lo anterior, el concepto de decrecimiento turístico, no solo se presenta como una simple reducción de la actividad, sino que, a su vez, este concepto económico y político pretende dar respuesta a las múltiples problemáticas derivadas de la actividad turística globalizada crecentista, haciendo especial hincapié en las siguientes: aumento de la degradación ambiental, la pérdida de biodiversidad, la falta de equidad, la potenciación del cambio climático, la gentrificación en los espacios/territorios de destino turístico y los procesos de pérdida de identidad cultural entre otros.

Sin embargo, el reto al que se enfrenta la conformación de un modelo turístico global ligado al decrecimiento, consiste en buscar herramientas que permitan un decrecimiento

justo, mientras se eluden o se soportan las múltiples y variadas presiones llegadas del BAU turístico para conformar un modelo turístico elitista. Para tratar de evitar esa amenaza, se hace indispensable el uso de medidas económico y políticas que fiscalicen y eviten el derroche de recursos y los excesos de la actividad turística internacional, orientada únicamente a personas con un alto poder adquisitivo, lo que, a la postre, generaría injusticia social. Para luchar contra ello, y siendo posible, como se ha demostrado durante la pandemia de Covid-19 muy posiblemente las herramientas orientadas a la implementación de medidas de restricción de movimientos y control de la movilidad de las personas a nivel global pueden ser alternativas a considerar en aquellos destinos que claramente han superado su capacidad de carga. Pudiendo este tipo de medidas coercitivas tener un papel fundamental que desempeñar en la implementación de modelos turísticos decrecentistas que ayuden a respetar los límites de capacidad de carga de los distintos espacios/territorios turísticos a través de implementación de cupos y de moratorias turísticas.

La implementación de un modelo turístico decrecentista que implique el descenso en el consumo de energía y materiales en los países del Norte Global para que los países del Sur Global puedan alcanzar unos niveles de consumo compatibles con un estilo de vida saludable y sostenible en la actualidad es más una quimera que una realidad. No obstante, a nivel concreto y localizado, se pueden señalar proyectos turísticos esperanzadores en cuanto a la posibilidad de conseguir implementar un desarrollo de la actividad turística realmente inclusiva, sostenible y generadora del cambio social, como se pone de manifiesto en los diversos estudios de caso analizados en los artículos que componen la muestra de estudio.

Para conseguir la implementación de estos nuevos modelos turísticos decrecentistas a nivel global, desde la parte más crítica (y minoritaria) de la academia turística, y como se ha puesto de manifiesto en el anterior punto 3.4 de la sección de resultados donde se han reseñado, clasificado y ordenado la amalgama de medidas y propuestas realizadas por los diferentes autores y autoras que defienden la conformación de modelos turísticos decrecentistas, se hace evidente que las herramientas predilectas seleccionadas para lograr cumplir los objetivos señalados en las cuatro metas necesarias y básicas para poder transitar entre modelos, a saber: la reducción drástica de los impactos ambientales generados por la actividad turística globalizada; la justa y equitativa redistribución entre los miembros de las distintas comunidades previamente generados por el desarrollo de la

actividad turística globalizada; la consecución de la autogestión comunal de la actividad turística que se desarrolla en cada territorio por parte de las distintas comunidades, y finalmente transformar el discurso crecentista del actual turismo globalizado hacia un discurso basado en modelos turísticos decrecentistas, han sido aquellas herramientas jurídicas que presentan la particularidad de ser de obligado cumplimiento para todos y todas los y las integrantes del sistema turístico globalizado. No obstante, necesitando estas medidas jurídicas de llevarse a cabo bajo el paraguas de las diversas estructuras políticas nacionales e internacionales a través de modelos de arriba hacia abajo, esta circunstancia puede o bien presentar una incongruencia en sí misma, atendiendo a la importancia que los distintos autores y autoras señalan de conformar estos nuevos modelos turísticos desde abajo hacia arriba, o al menos, la necesidad de asociar el posible éxito de estos modelos turísticos decrecentistas al activismo político. Puesto que difícilmente se puede esperar que aquellas estructuras políticas que tan duramente han sido criticadas por los propios autores y autoras por haber sucumbido al dogma crecentista, viren 180 grados para abrazar postulados decrecentistas, a no ser que esto se derive de la necesidad de tener que cumplir por parte de estas estructuras políticas el deseo de una mayoría social (decrecentista) políticamente organizada.

Antes de concluir este trabajo de investigación, se hace necesario recordar una vez más las excepcionales características termodinámicas que presentan los combustibles fósiles. Siendo su gran densidad energética la que se encuentra detrás del enorme dinamismo económico y complejidad que las sociedades termodinámicas disipativas industriales han alcanzado en las últimas décadas. Pero por desgracia, por su origen y composición, estos compuestos son incapaces de reproducirse en una escala de tiempo humana. Esto quiere decir, que cuando son extraídos, (la producción es imposible), la posibilidad futura de acceder a ellos se reduce inevitablemente. Todo combustible extraído, procesado y/o quemado es un combustible perdido e irremplazable. Nuestra opción civilizatoria ha sido la de apostar por un uso desmedido y acelerado de este regalo geológico que, como parece evidente, ha entrado ya en una trayectoria de agotamiento. Esto implica que nuestras sociedades termodinámicas disipativas industriales, se están acercando a una situación energética decreciente, totalmente contraria a la situación energética ocurrida tres siglos atrás, cuando el ser humano pudo acceder por primera vez al almacén energético del planeta; dónde a través de procesos químicos y biofísicos, parte de la energía solar pasada, se almacenó en forma de recursos naturales fósiles. Generando la posibilidad de acceso a

esta energía en el ser humano, la ilusión momentánea de haber conseguido superar los propios límites de la física y de la termodinámica. Presentándose al calor de esta ilusión fósil, teorías económicas y políticas basadas en la ensoñación de poder disponer de una cantidad de energía creciente *ad eternum*, y obviando en sus postulados los límites biofísicos que regulan el funcionamiento del universo y la vida en el planeta. Siendo estas teorías económicas y políticas las responsables de construir y parapetar ideológicamente actividades económicas tan insostenibles desde un punto de vista energético como es el caso de la actividad turística crecientista global, la cual bajo el amparo de la energía fósil se ha convertido en el santo y seña del modelo económico y político liberal globalizado.

Sin embargo, y como consecuencia de estar cercano el *peak* de los recursos naturales energéticos fósiles, de los que se obtienen la energía para poder mantener el orden establecido (mantener la complejidad sistémica de las actuales sociedades) a través de las diversas actividades y tareas diarias necesarias, para el mantenimiento del metabolismo socioeconómico, así como las graves y evidentes crisis ambientales y climáticas originadas a consecuencia del uso masivo de los recursos naturales fósiles, se hace necesario descomplejizar dichas sociedades para adaptarlas a la nueva realidad energética, ambiental y climática actual. Necesitando para ello, de nuevas teorías económicas y políticas que asuman en sus postulados, la inclusión de los límites termodinámicos y biofísicos que regulan la naturaleza. Permitiendo así conformar nuevos escenarios económicos, políticos y sociales, que sean consecuentes con la extremadamente compleja situación energética, ecológica y climática actual.

Para ello, se hace necesario la superación del concepto de sostenibilidad desde una perspectiva débil, que no analiza correctamente las interacciones entre los procesos económicos y sus distintos sostenes biofísicos, por lo que a la postre, no es capaz de detectar las amenazas nacidas y derivadas tanto de la interacción de la actividad turística globalizada, y su necesidad creciente de energía (de alta densidad) y de materiales, como de los impactos ambientales y climáticos generados en el proceso de producción turístico. Siendo esto evidente a la hora de obviar el creciente coste de oportunidad energético entre la actividad turística y el resto de las actividades antropológicas que se realizan en los espacios/territorios a consecuencia de un cada vez más complejo acceso a la energía primaria fósil en un escenario energético decrecientista. Esta circunstancia puede presentar grandes cambios en el patrón de consumo de la actividad, e incluso puede llegar a presentar, un riesgo sistémico para la actividad turística

globalizada, y por lo que se hace necesario su estudio tanto desde el ámbito académico, como desde el ámbito empresarial.

Atendiendo a lo anterior, se hace evidente que el actual modelo turístico crecentista global, necesita transitar hacia un nuevo modelo turístico bajo el control de la sostenibilidad fuerte, más inclusivo en sus variantes de estudio, que además de analizar la sostenibilidad económica, social y medioambiental de la actividad turística, presente el análisis de la variable energética, (convirtiendo el triángulo de la sostenibilidad turística en un cuadrado), la cual a la postre, soporta y permite tanto la implementación, como el desarrollo de la actividad turística globalizada.

Por lo que ya sea por atender al actual escenario energético decrecentista, por tratar de paliar las consecuencias más funestas relacionadas con el cambio climático, o por intentar revertir los impactos ambientales y la constante pérdida de biodiversidad de los ecosistemas, se hace evidente una apremiante necesidad de transitar desde el actual modelo turístico crecentista global, devorador implacable de energía y materiales, hacia un modelo de turismo más cercano e inclusivo, basado en la búsqueda de la equidad, el empoderar a las comunidades locales, la sobriedad energética y la disminución de la degradación ambiental. Un modelo turístico conformado y analizado bajo la certera visión de la sostenibilidad fuerte, donde conceptos como el decrecimiento turístico y el turismo estacionario tengan cabida, aunque esto suponga despertar del sueño energético (fósil) en el que nuestras sociedades disipativas industriales están inmersas, para cuestionar los objetables postulados económicos, políticos, ambientales, climáticos y socioculturales, que configuran el actual modelo turístico crecentista globalizado.

4.2. *Ámbitos de estudio futuros.*

Atendiendo a los datos recopilados y analizados en esta investigación, se abren atendiendo a los vacíos presentes en la literatura turística, dos caminos a explorar. Siendo el primero de ellos, el relativo al análisis de futuras alternativas energéticas al transporte globalizado, así como las implicaciones económicas de promover un turismo más sostenible y de bajo impacto, y finalmente, el riesgo de reducción drástica de los vectores energéticos fósiles necesarios para el mantenimiento y desarrollo de la actual actividad turística como consecuencia del *peak* de la producción del petróleo convencional acaecido en 2005-2006, y el *peak* de petróleo total (convencional y no convencional) acaecido en 2018, ya que estas líneas de investigación, son abordadas de forma residual por parte de la literatura turística.

Por otro lado, parece aconsejable la comprobación a través de nuevos estudios y análisis, acerca de las posibles relaciones entre el reduccionismo económico al que está sometida la actividad turística globalizada y los contenidos de los diversos estudios de turismo, como es señalado por la parte crítica de la academia. Para ello, actualmente se está trabajando en un estudio que va a permitir dilucidar, cuál es la formación académica de los profesores y las profesoras que imparten clases en los distintos estudios de turismo a nivel estatal, y si esto afecta en alguna medida tanto a la conformación de los contenidos académicos turísticos, como a la posible problemática relativa al reduccionismo económico de la actividad señalada anteriormente.

Fuentes empleadas.

Abarca-Arenas, L. G., Valero-Pacheco, E., Delfín-Alfonso, C. A., Morteo-Ortiz, E., & Franco-López, J. (2022). Redes tróficas como herramienta para el estudio de la diversidad y complejidad de ecosistemas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93(1), e934126. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.4126>

Abdel-Aal, H. K., Aggour, M. A. & Fahim, M. A. (2003). Petroleum and Gas Field Processing. *CRC Press*. <https://doi.org/10.1201/9780429258497>

Acosta-Díaz, S., Barrios-San Martín, Y., González-Hernández, F. & Tacoronte-Morales, J. E. (2011). Evaluación de biocidas para su posible uso en depósitos de combustibles. *Cenic Ciencias Biológicas*, 42(3), 119-123.

Acot, P. (1990). *Historia de la Ecología*. Taurus.

Adewusi, V. A. & Adetona, S.A (1998). Model studies of alkaline hot water drive in Nigerian tar sands. *Petroleum Science and Technology*, 16(5-6), 503-520. <https://doi.org/10.1080/10916469808949795>

Adie, B. A. & Amore, A. (2020). Transnational World Heritage, (meta)governance and implications for tourism: An Italian case. *Annals of Tourism Research*, 80(1), 102844. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.102844>

Adityanandana, M. & Gerber, J. F. (2019). Post-growth in the Tropics? Contestations over Tri Hita Karana and a tourism megaproject in Bali. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(12), 1-18. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1666857>

AENOR (2018). *Evaluación del ciclo de vida. Requisitos y directrices*. UNE-EN ISO 14040; UNE-EN ISO 14044. Disponible online en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=norma-une-en-iso-14044-2006-a1-2018-n0060852>

Airbus (2023). *Global Market Forecast*. Disponible online: <https://www.airbus.com/en/products-services/commercial-aircraft/market/global-market-forecast>

Akadiri, S., Akadiri, A., & Alola, U. (2017). Is there growth impact of tourism? Evidence from selected small island states. *Current Issues in Tourism*, 22(1), 1480-1498. <https://doi.org/10.1080/13683500.2017.1381947>

Akhtar, N., Geyer, B., Rockel, B., Sommer, P. & Schrum, C. (2021). Accelerating deployment of offshore wind energy alter wind climate and reduce future power generation potentials. *Sci. Rep.*, 11(3), 11826, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91283-3>

Akinbamini, O. E., Babatunde, A. & Obioma, E. C. (2022). Oil Spill Modeling for the Mariner Oil Field, East of Shetland, United Kindom, Nort Sea. *Journal of Environmental Engineering*, 148(8), 12-20. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.00020](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.00020)

Akttar, N., Geyer, B. & Schrum, C. (2022). Impacts of accelerating deployment of windfarms on near-surface climate. *Scientific Reports*, 12(1), 18307. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22868-9>

Albarado, V. & Manrique, E. (2010). *Enhanced Oil Recovery: Field Planning and Development Strategies*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-30583-8>

Ali, R. (2020). *The day the world stopped travelling*. Skift. Disponible online en: <https://skift.com/2020/03/15/the-day-the-world-stopped-traveling-a-letter-from-skift-founder/>

Almeida, T.A. das N., Cruz, L., Barata, E. & García-Sánchez, I. M. (2017). Economic growth and environmental impacts: An analysis based on a composite index of environmental damage. *Ecological Indicators*, 76(1) 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.028>

Alpizar, F., Bernedo Del Carpio, M. & Ferraro, P. J. (2024). Input Efficiency as a Solution to Externalities and Resource Scarcity: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economist*, 11(1), 171-211. <https://doi.org/10.1086/725700>

Alt, K. W., Al-Ahmad, A. & Woelber, J. P. (2022). Nutrition and Health in Human Evolution—Past to Present. *Nutrients*, 14(17), 3594. <https://doi.org/10.3390/nu14173594>

Alvarado, R., Deng, Q., Tillaguango, B., Méndez, P., Bravo, D., Chamba, J., Alvarado-Lopez, M., & Ahmad, M. (2021). Do economic development and human capital decrease

non-renewable energy consumption? Evidence for OECD countries. *Energy*, 215, 119147. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119147>

Amankwah-Amoah, J. (2020). Mayday, Mayday, Mayday! Responding to environmental shocks: Insights on global airlines' responses to COVID-19. *Transportation Research Part E. Logistics and Transportation Review*, 143(1), 102098. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123000>

Amer, M. W., Khdeir, E. M., Haimour, L. E., Aljariri-Alhesan, S. I., Barzagli, F. & Alzughoul, K., A. (2023). Effective recovery of bitumen from Jordanian tar sand using several extraction methods. *International Journal of Coal Preparation and Utilization*, 2(3),16-21. <https://doi.org/10.1080/19392699.2023.2213649>

American Petroleum Institute (2009). API RP 2009: *Safe Welding, Cutting and Hot Work Practices in the Petroleum and Petrochemical Indust.*, Disponible online: <https://www.apiwebstore.org/standards/2009>

Amore, A. (2019). *Tourism and Urban Regeneration: Processes Compressed in Time and Space*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429460159>

Amore, A. de Bernardi, C., & Arvanitis, P. (2020). The impacts of Airbnb in Athens, Lisbon and Milan: A rent gap theory perspective. *Current Issues in Tourism*, 25(20), 3329-3342. <https://doi.org/10.1080/13683500.2020.1742674>

Andreoni, V. (2022). A multiscale integrated analysis of the COVID-19 restrictions: The energy metabolism of UK and the related socio-economic changes. *Journal of Cleaner Production*, 363(6), 132616, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132616>

Andriotis, K. (2018). *Degrowth in Tourism: Conceptual, Theoretical and Philosophical Issues*. Cabi.

Anhalt-Depies, C., Stenglein, J. L., Zuckerberg, B., Townsend, P. M., & Rissman, A. R. (2019). Tradeoffs and tools for data quality, privacy, transparency, and trust in citizen science. *Biological Conservation*, 238(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108195>

Aoun, G. (2021). *Estimación de las causas de la crisis de las hipotecas de alto riesgo: Crisis de las hipotecas subprime*. Ediciones Nuestro Conocimiento.

- Aristóteles (384 A.C.- 322 A.C). *Política*. Traducción de Patricio Azcárate. Espasa Calpe, 1997.
- Armani, A. M., Hurt, D. E., Hwang, D., McCarthy, M. C. & Scholtz, A. (2020). Low-tech solutions for the COVID-19 supply chain crisis. *Nat. Rev. Mater.*, 5(1), 403-406. <https://doi.org/10.1038/s41578-020-0205-1>
- Armstrong, E. K. & Kern, C. L. (2011). Demarketing manages visitor demand in the Blue Mountains National Park. *Journal of Ecotourism*, 10(1), 21-37. <https://doi.org/10.1080/14724040903427393>
- Armstrong, E. K. & Reich, B. (2015). Less is more: Is a green demarketing strategy sustainable? *Journal of Marketing Management*, 31(13,14), 1403-1427. <https://doi.org/10.1080/0267257X.2015.1059874>
- Arp, H. P., Kühnel, D., Rummel, C., MacLeod, M., Potthoff, A., Reichelt, S., Rojo-Nieto, E., Schmitt-Jansen, M., Sonnenberg, J., Toorman, E. & Jahnke, A. (2021). *Environmental Science & Technology* 55(11), 7246-7255. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c01512>
- Arráix-Lucca, R. (2016). *El petróleo en Venezuela. Una historia global*. Editorial Alfa.
- Arrighi, G. & Silver, B. J. (2001). *Caos y orden en el Sistema-Mundo Moderno*. Akal.
- Arsuaga, J. L. (2002). *Los aborígenes: la Alimentación en la Evolución Humana*, RBA Libros.
- Arvesen, A. & Hertwick, E. G. (2015). More caution is needed when using life cycle assessment to determine energy return on investment (EROI). *Energy Policy*, 76(1), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.025>
- Aşıcı, A., and Acar, S. (2018). How does environmental regulation affect production location of non-carbon ecological footprint? *Journal of Cleaner Production*, 178(1), 927-936. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.030>
- Asimov, I. & Drescher, J. E. (1980). *How Did We Find Out About Oil*. Library Binding, Walker & Co.
- Astarita, R. (2011). *La Gran Depresión y el capitalismo del siglo XXI: Teorías económicas, explicaciones de la crisis y perspectivas de la economía mundial*. La Catarata.

ASTM G173-03 (2020). *Standard Tables for Reference Solar Spectral Irradiances: Direct Normal and Hemispherical on 37° Tilted Surface*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/G0173-03R20al>

Atlason, R. & Unnthorsson, R. (2014). Ideal EROI (energy return on investment) deepens the understanding of energy systems. *Energy*, 67(1), 241-245. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.01.096>

Atwi, M., Barberán, R., Mur, J. & Angulo, A. (2018). CO² Kuznets Curve Revisited: From Cross-Sections to Panel Data Models. *Journal of Regional Research*, 40(1), 169-196. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816797-7.00007-2>

Ayres, R. U. & Simonis, U. E. (1994). *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. UNU Press.

Ayres, R. U. (1996). INSEAD, *Theories of Economic Growth*. Center for The Management of Environmental Resources.

Ayres, R. U. (1999). The Second Law, the Fourth Law, Recycling and Limits to Growth. *Ecological Economics*, 29(3), 473-783, [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00098-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00098-6)

Ayres, R. U. (2023). *The History and Future of Economics*. Springer.

Ayres, R. U., Ayres, L. W. (2002). *A Handbook of Industrial Ecology*. Edward Elgar.

Ayres, R. U., van den Bergh, J.C., Lindenberger D. W. (2013) The underestimated contribution of energy to economic growth. *Struct Change Econ Dyn*, 27(1), 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2013.07.004>

Bachmann, M., Zibunas, C., Hartmann, J. et al. (2023). Towards circular plastics within planetary boundaries. *Nat Sustain* 6(1), 599–610, <https://doi.org/10.1038/s41893-022-01054-9>

Bacon, R. F. & Hamor, W. A. (1916). *American Petroleum Institute, Vol I*. McGraw.

Bagliani, M., Bravo, G. & Dalmazone, S. (2008). A consumption-based approach to environmental Kuznets curves using the ecological footprint indicator. *Ecological Economics*, 65(1), 650–661. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.01.010>

Bajracharya, A., Shrestha, S. & Skotte, H. (2020). Linking Travel Behavior and Urban Form with Travel Energy Consumption for Kathmandu Valley, Nepal. *Journal of Urban*

Planning and Development 146(1), 05020008. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000590](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000590)

Bano, S., Alam, M., Khan, A. & Lu, L. (2021). The nexus of tourism, renewable energy, income, and environmental quality: an empirical analysis of Pakistan. *Environment, Development and Sustainability*, 23(10), 14854–14877. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01275-6>

Barletta, M., Lima, A. R. A. & Costa, M. F. (2019) Distribution, sources and consequences of nutrients, persistent organic pollutants, metals and microplastics in South American estuaries. *Sci Total Environ*, 6(51), 1199–1218. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.276>

Barree, R. D., Fisher, M. K., and R. A. Woodroof. (2002). A Practical Guide to Hydraulic Fracture Diagnostic Technologies. Paper presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition. <https://doi.org/10.2118/77442-MS>

Bauman, Z. (2001). *La Globalización: Consecuencias humanas*. Fondo de Cultura Económica de España.

BdE (2022). *La evolución de la solvencia y de la demografía empresarial en España desde el inicio de la pandemia*. BdE Press.

Becken, S. & Simmons, D. (2002). Understanding energy consumption patterns of tourist attractions and activities in New Zealand. *Tourism Management*, 23(4), 343-354. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(01\)00091-7](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(01)00091-7)

Becken, S. (2008). Developing indicators for managing tourism in the face of peak oil. *Tourist Management*, 29(4), 695-705. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2007.07.012>

Becken, S. (2011). A critical review of tourism and oil. *Annals of Tourism Research*, 38(2), 359-379. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2010.10.005>

Becken, S. (2015). *Tourism and Oil: Preparing for the Challenge*. Channel View Publications.

Becken, S. (2016). Peak Oil: A hidden issue? Social representations of professional tourism perspectives. *Journal of Sustainable tourism*, 24(1), 31-51. <https://doi.org/10.1080/09669582.2015.1042484>

- Becken, S. and Lennox, J. (2012). Implications of a long- term increase in oil price for tourism. *Tourism Management*, 33(1), 133-142. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2011.02.012>
- Becken, S., Frampton, C., & Simmons, D. (2001). Energy consumption patterns in the accommodation sector - The New Zealand case. *Ecological Economics*, 39(1), 371-386. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00229-4](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00229-4)
- Becken, S., Simmons, D. & Frampton, C. (2003a). Segmenting Tourists by Their Travel Pattern for Insights into Achieving Energy Efficiency. *Journal of Travel Research*, Vol. 42(1), 48-56. <https://doi.org/10.1177/0047287503253938>
- Becken, S., Simmons, D. & Frampton, C. (2003b). Energy use associated with different travel choices. *Tourism Management*, 24(3), 267-277. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(02\)00066-3](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(02)00066-3)
- Beckwith, R. (2010). Hydraulic fracturing: The Fuss, the Facts, the Future. *Society of Petroleum Engineers Report*, 62(12), 34-40. <https://doi.org/10.2118/1210-0034-JPT>
- Bella, G. (2018). Estimating the tourism induced environmental Kuznets curve in France. *Journal of Sustainable Tourism*, 26(12), 2043-2052. <https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1529768>
- Benitez-Aurioles, B. (2022). Políticas Económicas para Superar la Crisis Turística de la COVID-19. *Revista de Estudios Empresariales Segunda Época*, 1(1), 45-67. <https://doi.org/10.17561/ree.n1.2022.6534>
- Ben-Jebli, M., Ben Youssef, S., & Apergis, N. (2019). The dynamic linkage between renewable energy, tourism, CO2 emissions, economic growth, foreign direct investment, and trade. *Lat Am Econ Rev.*, 28(2), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s40503-019-0063-7>
- Ben-Naim, A. (2016b). *Entropy: The Truth, The Whole Truth, and Nothing But the Truth*, WSPS.
- Ben-Naim, A. (2020). *Entropy: The Greatest Blunder in the History of Science*. WSPS.
- Bennett, L., Le Calvez, J., Sarver, D.R., Tanner, K., Birk, W.S., Waters, G., Drew, J. & Tezuka, K. (2005). The source for hydraulic fracture characterization. *Oilfield Review*, 17(4), 42-56. <https://doi.org/10.2118/66398-ms>

- Bermejo, R. (2008). *Un futuro sin petróleo: Colapsos y transformaciones socioeconómicas*. CIP Ecosocial y la Catarata.
- Bernard, M. V. & Cheynet, B. (2003). *Objectif décroissance*. Clémentin.
- Bianchi, R. V. (2009). The Critical Turn in Tourism Studies: A Radical Critique. *Tourism Geographies*, 11(4), 484-504. <https://doi.org/10.1080/14616680903262653>
- Bianco, V. (2019). Analysis of electricity consumption in the tourism sector. A decomposition approaches. *Journal of Cleaner Production*, 248(1), 119286. 10.1016/j.jclepro.2019.119286
- Blázquez, M. (2016). Per on decréixer turísticament? Una alternativa ecosocialista. *Alba Sud*. Disponible online: <http://www.albasub.org/blog/ca/883/per-on-decr-ixer-tur-isticament-una-alternativa-ecosocialista> (01/09/2022)
- BM (2019). *Informe sobre las perspectivas económicas mundiales*, junio de 2019. Consultado en diciembre 2023, disponible online en: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/31655/9781464813986.pdf>
- Bobulescu, R. (2015). From Lotka's Biophysics to Georgescu-Roegen's Bioeconomics. *Ecological Economics*, 120(1), 194-202. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.10.016>
- Bogin, B. (1998). From caveman cuisine to fast food: the evolution of human nutrition. *Growth Hormone & IGF Research*, 8(2),79-86. [https://doi.org/10.1016/S1096-6374\(98\)80027-0](https://doi.org/10.1016/S1096-6374(98)80027-0)
- Bonilla-Sánchez, A. (1988). El petróleo y la guerra Irán-Iraq. *Problemas del Desarrollo*, Vol. 21(1), 137-167. <http://www.jstor.org/stable/43837206>
- Bosecken K. (1996). *Deterioration of Hydrocarbons. Microbially Influenced Corrosion of Materials*. Resources.
- Bottà, G. Binelli, C. Agostoni, A. Aliverti, G. Scari, R. Manenti & C. La Vecchia. (2020). Evaluating human basal metabolism: the erroneous and misleading use of so-called "prediction equations". *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 71(2), 249-255. <https://doi.org/10.1080/09637486.2019.1641472>
- Boué, J. C. (2012). *El Síndrome de la Orimulsión*. Waraima.

Bourtsalas, A. C. (2023). Energy recovery and GHG impact assessment of biomass, polymers, and coal. *Energy*, 285(1), 129393. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129393>

Boyden, S., Milla, S., Newcombe, K. & O'Neil, B. (1981): *The Ecology of a City and its People: the case of Hongkong*. Australian National University Press.

Bozdogan, Sert. E., Kaya, E., Adiguzel, F., Çetin, M., Güngör, Ş., Zeren C. İ., Dinç, Y., 2021. Effect of the surface temperature of surface materials on thermal comfort: a case study of Iskenderun (Hatay, Turkey). *Theor Appl Climatol*, 144(1), 103–113. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03524-0>

BP (2023). *Energy Outlook*. Disponible online: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2023.pdf>

Brecha, R.J. (2012). Logistic curves, extraction costs and effective peak oil. *Energy Policy*, 51(1), 586-597. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.09.016>

Briggs, P. J., Baron, P. R., Fulleylove, R. J. & Wright, M. S. (1988). Development of heavy oil reservoirs. *Journal of petroleum technology*, 40(2), 206-2014. <https://doi.org/10.2118/15748-PA>

Brockway, P. E., Owen, A., Brand-Correa, L. I. & Hardt, L. (2019). Estimation of global final-stage energy-return-on-investment for fossil fuels with comparison to renewable energy sources. *Nature Energy*, 4(1), 612-621. <https://doi.org/10.1038/s41560-019-0425-z>

Bryan, W. R. (1981). Reviewed Work: *Economic Policy and the Great Stanglfation*. Alan S. Blinder, 24(2), 63-65. <https://www.jstor.org/stable/40719964>

Buch-Hansen, H. (2014). Capitalist diversity and de-growth trajectories to steady-state economies. *Ecological Economics*, 106(1), 167-173. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.07.030>

Bhuiyan, M., Bari, M., Chamhuri, S., Mohamad Ismail, S. & Islam, R. (2012). Measurement of Carbon Dioxide Emissions for Eco-tourism in Malaysia. *Journal of Applied Sciences*, 12(1), 1832-1838. <https://doi.org/10.3923/jas.2012.1832.1838>

- Burrai, E., Buda, D. & Stanford, D. (2019). Rethinking the Ideology of Responsible Tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(7), 992-1007. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1578365>
- Büscher, B. & Fletcher, R. (2017). Destructive creation: Capital accumulation and the structural violence of tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 25(5), 651-667. <https://doi.org/10.1080/09669582.2016.1159214>
- Butcher J. (2021b). Debating tourism degrowth post COVID-19. *Ann Tour Res.*, 89(1), 103250. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2021.103250>
- Butcher, J. (2007). *NGOs ecotourism and development: A critical análisis*. Routledge.
- Butcher, J. (2021a). Covid-19, tourism and the advocacy of degrowth. *Tourism Recreation Research*, 48(5), 633-642. <https://doi.org/10.1080/02508281.2021.1953306>
- Byrne, K. & Healy, S. (2006). Cooperative Subjects: Toward a Post-Fantasmatic Enjointment of the Economy. *A Journal of Economics, Culture & Society*, 18(2), 241-258. <https://doi.org/10.1080/08935690600578919>
- Cabrerizo, C. C. (2016). *La ciudad del negocio: Turismo y movilización social en pugna*. Cisma Editorial.
- Cadillo-Benalcazar, J., Silva-Macher, J.C. & Salinas, N. (2022). Applying the Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism (MuSIASEM) to characterize the society–agriculture–forest system: the case of Huayopata, Cuzco (Peru). *Environ Dev Sustain*, 24(1), 13-19. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02457-6>
- Calomiris, C. W. & Haber, S. H. (2015). *Fragile by Design*. The Princeton Economic History of the Western World.
- Calvo, G., Mudd, G., Valero, Alicia, Valero, Antonio (2016). Decreasing ore grades in global metallic mining: A theoretical issue or a global reality? *Resources* 5(4), 11-17. <https://doi.org/10.3390/resources5040036>
- Calvo, G., Valero, A. (2020). Strategic mineral resources: Availability and future estimations for the renewable energy sector. *Environmental Development*, 41(1), 100640. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2021.100640>

- Campbell, C. J. & Laherrère, J. H. (1998). The End of Cheap Oil. *Scientific American*, 278(3), 78-83. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0398-78>
- Campbell, C. J. (1991). *The Golden Century of Oil 1950-2050: The Depletion of a Resource*. Springer Science+Business Media, B. V.
- Campos-Herrero, C., Laso, J., Cristóbal, J., Fullana-i-Palmer, P., Albertí, J., Fullana, M., Herrero, A., Margallo, M. and Aldaco, R. (2022). Tourism under a life cycle thinking approach: A review of perspectives and new challenges for the tourism sector in the last decades. *Science of The Total Environment*, 845(1), 157261. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157261>
- Cañada, E. & Murray, I. (2019). *Turistificación Global. Perspectivas críticas en turismo*. Icaria.
- Capellán-Pérez, I., Blas, I, de Castro, C. & González, L. J. (2019). Dynamic Energy Return on Energy Investment (EROI) and material requirements in scenarios of global transition to renewable energies. *Energy Strategy Reviews*, 26(1), 100399. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100399>
- Capellán-Pérez, I., Blas, I. de, Nieto, J., Castro, C. de, Miguel, L.J., Carpintero, Ó., Mediavilla, M., Lobejón, L.F., Ferreras-Alonso, N., Rodrigo, P., Frechoso, F., Álvarez-Antelo, D., (2020). MEDEAS: a new modeling framework integrating global biophysical and socioeconomic constraints. *Energy & Environmental Science*, 14(1), 7-13. <https://doi.org/10.1039/C9EE02627D>
- Capellán-Pérez, Iñigo; de Castro, Carlos y Arto, Iñaki (2017). Assessing vulnerabilities and limits in the transition to renewable energies: Land requirements under 100% solar energy scenarios. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77(1), 760-782. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.137>
- Cardoso-Jiménez, C. (2006). Turismo Sostenible: una revisión conceptual aplicada. *El Periplo Sustentable*, 11(1), 5-21.
- Carpintero, O. (2005). La economía española: el «dragón europeo» en flujos de energía, materiales y huella ecológica, 1955-1995. *Environmental Science and Technology*, 49(4), 2262-2269.

Carpintero, O. (2009). La sonrisa de la heterodoxia. *Principios: estudios de economía política. Revista de Economía Política*, 91-105. ISSN: 1698-7616.

Carrasco-Bengoia, C. (2021). La economía del cuidado: Planteamiento actual y desafíos pendientes. *Revista De Economía Crítica*, 1(11), 205–225. Recuperado a partir de <https://revistaeconomicritica.org/index.php/rec/article/view/498>

Castellani, V. & Sala, S. (2012). Ecological Footprint and Life Cycle Assessment in the sustainability assessment of tourism activities. *Ecological Indicators*, 16(1), 135-147. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.08.002>

Caviglia-Harris, J.L., Chambers, D. & Kahn, J.R. (2009). Taking the “U” out of Kuznets. A comprehensive analysis of the EKC and environmental degradation. *Ecological Economics*, 68(1), 1149–1159. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.08.006>

Cengel, Y., Boles, M. & Kanaglu, M. (2019). *Termodinámica*. McGraw-Hill Interamericana de España, S. L.

Cetin, M. & Alrabiti, O. B. M. (2022). Determination of appropriate areas in terms of bio comfort by using summer temperature index with the help of GIS throughout Ordu province. *Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning*, 3(3), 409–417. <https://doi.org/10.47818/DRArch.2022.v3i3065>

Cetin, M. (2020). Climate comfort depending on different altitudes and land use in the urban areas in Kahramanmaraş City. *Air Qual Atmos Health*, 13(1), 991–999. <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00858-y>

Çetin, M., 2019. The effect of urban planning on urban formations determining bioclimatic comfort area’s effect using satellite images on air quality: a case study of Bursa city. *Air Quality, Atmosphere & Health*. 12(1), 875-883. <https://doi.org/10.1007/s11869-019-00742-4>

Çetin, M., Sevik, H., Koc, I. & Zeren C. I. (2022). The change in biocomfort zones in the area of Mugla province in near future due to the global climate change scenarios. *Journal of Thermal Biology*, Vol. 112(1), 103434. <https://doi.org/103434.10.1016/j.jtherbio.2022.103434>

Çevik D. B. & Çetin, M. (2022). Using the Remote Sensing Method to Simulate the Land Change in the Year 2030. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10(12), 2453-2466. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i12.2453-2466.5555>.

Cheer, J. M. & Lev, A. A. (2017). *Tourism, Resilience and Sustainability. Adaptin to Social, Political and Economic Change*. Routledge.

Cheer, J. M. (2020). Human flourishing, tourism transformation and COVID-19: a conceptual touchstone. *Tourism Geographies*, 22(3), 514-524. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1765016>

Chen, X. (2002). China special: *An orimulsion plant for CNPC in Venezuela*, Petrole et Gaz Informations.

Chiang, T., Chen, W., Chou, C., Chang, S. & Wu, T. (2023). Effects of boundary layervariations on physicochemical characteristics of aerosols in mid-low-altitude regions. *Science of The Total Environment*, 904(1), 166849, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166849>

Chiaramonti, D. & Maniatis, K. (2020). Security of supply, strategic storage and Covid19: which lessons learnt for renewable and recycled carbon fuels, and their future role in decarbonizing transport? *Appl. Energy*, 271(1), 115216. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115216>

Christmas, B. (2017). Incommensurability and property rights in the natural environment. *Environmental Politics*, 26(3), 502-520. <https://doi.org/10.1080/09644016.2016.1256959>

Christoph, S. (2023). Failing to Plan Is Planning to Fail: Toward an Expanded Notion of Democratically Planned Postcapitalism. *Critical Sociology*, 49(3), 475-493. <https://doi.org/10.1177/08969205221081058>

Cingoski, V. and Petrevska, B. (2018). Making hotels more energy efficient: the managerial perception. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 31(1), 87-101. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2017.1421994>

Cipolla, C. L. (1974). *The economic history of world population*. Penguin.

Cipolla, C. L., Williams, M. J. Weng, X. & Maxwell, S.C (2010). *Hydraulic Fracture Monotoring To reservoir Simulation: Maximizing Value*. Paper presented at the SPE

Annual Technical Conference and Exhibition, Florence, Italy, <https://doi.org/10.2118/133877-MS>

Cirer-Costa, J. C. (2023). Creation of mass sun-and-beach tourism in Spain: the definition of the tourist product through architecture. *Journal of Historical Research in Marketing*, 16(1), 71-95. <https://doi.org/10.1108/JHRM-06-2023-0020>

Clausius, R. (1850). Über die bewegende Kraft der Wärme. *Annalen der Physik und Chemie* 79(1), 368-397, 500-524.

Clausius, R. (1865). Ueber verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie. *Annalen der Physik und Chemie* 125(1), 351-400.

Clavijo, P. H. & Ros, J. (2015). La Ley de Thirlwall: una lectura crítica. *Investigación Económica*, 74(292), 11-40. <https://doi.org/10.1016/j.inveco.2015.08.001>

Cleveland, C. J. (1987). Biophysical economics: historical perspectives and current recent trends. *Ecological Modelling*, 38(1-2), 47-73. [https://doi.org/10.1016/0304-3800\(87\)90044-5](https://doi.org/10.1016/0304-3800(87)90044-5)

Cleveland, C., Stern, J. D. & Costanza, R. (2001). *The Nature of Economics and the Economics of the Nature*. Edward Elgar Publishing.

Cobanli, S. E., Wohlgeschaffen, G., MacDonald, J., Gladwell, A., Davis, A., Robinson, B., Mason, J. & King, T. J. (2020). Measuring the fate of different diluted bitumen products in coastal surface Waters. *Marine Pollution Bulletin*, 153(1), 111003. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111003>

Cooper, J. A. & Alderman, D. H. (2020). Cancelling March Madness exposes opportunities for a more sustainable sports tourism economy. *Tourism Geographies*, 22(3), 525-535. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1759135>

Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R. & Norgaard, R. (1999). *Introducción a la economía ecológica*. Aenor.

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S. & Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26(1), 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>

Cotrell, F. (1958). *Energía y Sociedad: La relación existente entre la energía, el cambio social y el desarrollo económico*. Agora.

Craid, J., Vaughan, D. & Skinner, B. J. (2001). *Resources of the Earth: Origin, Use and Environmental Impact*. Prentice Hall.

Craighead, C.W., Ketchen, D. J. & Darby, J. L. (2020). Pandemics and Supply Chain Management Research: Toward a Theoretical Toolbox. *Decis. Sci.*, 51(4), 1-29. <https://doi.org/10.1111/dec.12468>

Cross, C. (2023). *Anatomía de un Esquema Ponzi: Estafas Pasadas y Presentes*. Slice Publishing.

Crutzen, P. & Stoermer, E. (2000). The Anthropocene. *Global Change News*, 41(1), 17-18. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82202-6_2

D'Alessandro, M. (2018). *Economía Feminista, las Mujeres, el Amor y el Trabajo*. Ediciones B.

D'Alisa G. & Kallis, G. (2020). Degrowth and the State. *Ecological Economics*, 169(1), 106486. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106486>.

D'Alisa, G., DeMaria, F. & Kallis, G. (2015). *Degrowth. A vocabulary for a new era*. Routledge.

Daggett, C. (2019). *The Birth of Ennergy: Fossil Fuel, Thermodynamics and the Politics of Work*. Duke University Press.

Dahal, K., Brynolf, S., Xisto, C., Hansson, J., Grahn, M., Grönstedt, T., Lehtveer, M., 2021. Techno-economic review of alternative fuels and propulsion systems for the aviation sector. *Renew. Sustain. Energy*, 151(1), 111564. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111564>

Daly, H. (1972). In Defense of a Steady-State Economy. *American Journal of Agricultural Economics*, 54(5), 945-954. <https://doi.org/10.2307/1239248>

Daly, H. (1974). The Economics of the Steady State. *American Economic Review*, 64(2), 15-21. <https://www.jstor.org/stable/1816010>

Daly, H. (1997). *Beyon Growth: The Economics of Sustainable Development*. Beacon Press.

- Daly, H. E. & Farley, J. (2004). *Ecological Economics. Principles and Applications*. Island Press.
- Daly, H. E. (1990). Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological Economics*, 2(1), 2-6. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(90\)90010-R](https://doi.org/10.1016/0921-8009(90)90010-R)
- Daly, H. E. (1999). *Entropy, Growth, and the Political Economy of Scarcity*. In *Scarcity and Growth Reconsidered*. Resources for the Future Press.
- Daly, H. E. (2014). *From Uneconomic Growth to a Steady-State Economy*. Edward Elgar Publishing.
- Danish and Zhaohua, W. (2018). Dynamic relationship between tourism, economic growth, and environmental quality. *Journal of Sustainable Tourism*, 26(11), 1928-1943. <https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1526293>
- Dasgupta, P. (1996). *The Economics of the Environment*. Proceedings of British Academy.
- Dasgupta, P. (2021). *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*. Crown. Disponible online en: <https://www.miteco.gob.es/fr/ceneam/recursos/pag-web/economics-biodiversity-dasgupta.html>
- de Angelis, D., L. & Gross, L., J. (2018). *Individual-based models and approaches in ecology: populations, communities, and ecosystems*. Chapman and Hall.
- de Arce, R., & Mahía, R. (2007). *Técnicas de Previsión de variables financieras: Modelos Arima*. Educalia.
- de Blas, I., Miguel, L.J., Capellán-Pérez, I., 2019. Modelling of sectoral energy demand through energy intensities in MEDEAS integrated assessment model. *Energy Strategy Reviews* 26(1), 100419. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100419>
- de Camillis, C., Raggi, A. & Petti, L. (2010). Tourism LCA: State-of-the-art and perspectives. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(1), 148-155. <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0139-8>
- de Castro, C. & Capellán-Pérez, Í. (2020). Standard, Point of Use, and Extended Energy Return on Energy Invested (EROI) from Comprehensive Material Requirements of Present Global Wind, Solar, and Hydro Power Technologies. *Energies*. 13(12), 3036. <https://doi.org/10.3390/en13123036>

de Castro, C. (2023). Límites y potenciales tecnosostenibles de la energía: una mirada heterodoxa y sistémica. *Arbor*, 199(807): a690. <https://doi.org/10.3989/arbor.2023.807004>

de Castro, C., Mediavilla, M., Miguel, L. J. & Frechoso, F. (2011). Global Wind Power Potential: Physical and Technological Limits. *Energy Policy* 39(10), 6677-82. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.027>

de Castro, C., Mediavilla, M., Miguel, L. J. & Frechoso, F. (2013). Global solar electric potential: A review of their technical and sustainable limits. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28(1), 824-835. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.040>

De Luis Blanco, A. (2011). Una aproximación al turismo slow: el turismo slow en las Citta. low de España. *Investigaciones Turísticas*, 1(1), 122-133. <https://doi.org/10.14198/INTURI2011.1.08>

de Oliveira, O. M. C., Queiroz, A. F., Cerqueira, J. R., Soares, S. A., Garcia, K. S., Pavani Filho, A., da Rosa, M., Suzart, C., Pinheiro, L. & Moreira, I.T. (2020). Environmental disaster in the northeast coast of Brazil: Forensic geochemistry in the identification of the source of the oily material. *Marine Pollution Bulletin*, 160(1), 111597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111597>

De Vita, G., Katircioglu, S., Altinay, L., Fethi, S. & Mercan, M. (2015). Revisiting the environmental Kuznets curve hypothesis in a tourism development context. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(21), 16652-16663. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4861-4>

Debeir, J. C., Deléage, J. P. y Hémerly, D. (1986): *Les servitudes de la puissance. Une histoire de l'énergie*. Flammarion.

Deepak, S.R. & Ananthasuresh, G. K. (2009). James Watt and his linkages. *Reson* 14(1), 530–543, <https://doi.org/10.1007/s12045-009-0063-z>

del Pero, F., Delogu, M. & Pierini, M (2018). Life Cycle Assessment in the automotive sector: a comparative case study of Internal Combustion Engine (ICE) and electric car. *Procedia Structural Integrity*, 12(1), 521-537. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2018.11.066>

- Delannoy, L., Longaretti, P. Y., Murphy, D. J. & Prados, E. (2021). Peak oil and the low-carbon energy transition: A net-energy perspective. *Applied Energy*, 304(1), 117843. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117843>
- Della Porta, D. & Diani, M. (2011). *Los movimientos sociales*. Editorial Complutense.
- Demaria, E., Schneider, E., Sekulova, E. & Martinez-Alier, J. (2013). What is degrowth? From an activist slogan to a social movement. *Environmental Values*, 22(2), 191 -215. <https://doi.org/10.2307/23460978>
- Demmer, U. & Hummel, A. (2017). Degrowth, anthropology, and activist research: The
- Escobar, A. (2015). Degrowth, post development, and transitions: A preliminary conversation. *Sustainability Science*, 10(3), 451-462. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0297-5>
- Descifrado (2023, veintidós de diciembre). *Escasez de diésel produjo una de las peores cosechas de maíz en Venezuela en años*. Economía, Descifrado, disponible en: <https://www.descifrado.com/2023/12/22/escasez-de-diesel-produjo-una-de-las-peores-cosechas-de-maiz-en-venezuela-en-anos/>
- Deshmukh, S.G. & Haleem, A. (2020). Framework for manufacturing in post-Covid-19 world order: An Indian perspective. *Int. J. Glob. Bus. Compet.*, 15(1), 49-60. <https://doi.org/10.1007/s42943-020-00009-1>
- Destek, M.A., Ulucak, R. & Dogan, E. (2018). Analyzing the environmental Kuznets curve for the EU countries: the role of ecological footprint. *Environnemental Science Pollution Research*, 25(1), 29387–29396. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2911-4>
- Di Clemente, E., De Salvo, P. & Hernández-Mogollón, J. M. (2011). Slow Tourism o Turismo de la lentitud: un nuevo enfoque al desarrollo de territorios lentos. *Tourism & Management Studies*, 1(1), 883-893. <https://doi.org/10.4324/9781315686714-12>
- Dickenson, H. W. (1935). *James Watt: Craftsman and Engineer*. Cambridge University Press.
- Dogan, E. and Aslan, A. (2017). Exploring the relationship among CO² emissions, real GDP, energy consumption and tourism in the EU and candidate countries: Evidence from panel models robust to heterogeneity and cross-sectional dependence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77(1), 239-245. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.111>

- Dogru, T., Bulut, U., Kocak, E., Isik, C., Suess, C. & Sirakaya-Turk, E. (2020). The nexus between tourism, economic growth, renewable energy consumption, and carbon dioxide emissions: contemporary evidence from OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 27(32), 40930-40948. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10110-w>
- Dryzek, J. S. (1997). *The Politics of the Earth: Environmental Discourses*. Oxford University Press.
- Dubois, R., (2006), *Introducción a la refinación del petróleo*. Eudeba.
- Duffie, J.A. & Beckman, W.A. (1991). *Solar Engineering of Thermal Processes*. Wiley.
- Duffy, R. & Moore, L. (2010). Neoliberalising nature? Elephant-backtourism in Thailand and Botswana. *Antipode*, 42(3), 742-766. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8330.2010.00771.x>
- Dunbar, R. (2014). *Human Evolution*. Penguin Books.
- Duncan, R. C. & Youngquist, W. (1999). Encircling the Peak of World Oil Production. *Natural Resources Research*, 8(3), 2-11. <https://doi.org/10.1023/a:1021646131122>
- Duncan, R. C. (2001). World energy production, population growth, and the road to the Olduvai Gorge. *Population and Environment*, 22(5), 503-522, <https://doi.org/10.1023/A:1010793021451>
- Dupont, E., Germain, M. & Jaanmart, H. (2021). Estimate of the societal Energy Return on Investment (EROI). *Biophysical Economics and Resource Quality*, 6(1), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s41247-021-00084-9>
- Dupont, E., Koppelaar, R. & Jeanmart, H. (2020). Global available solar energy under physical and energy return on investment constraints. *Applied Energy*, 257(1), 113968. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113968>
- Duverger, T. (2011). *La décroissance, une idée pour demain: Une alternative au capitalisme Synthèse des mouvements*. Sang de la Terre.
- Eckstein, O. (1978). *The great recession, with a postscript on stagflation*. North-Holland Pub. Co.

EFE (2022, catorce de junio). *La OPEP reconoce problemas para cumplir su promesa de elevar su oferta de crudo*. Mercados, Cinco Dias, disponible en: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/06/14/mercados/1655219863_554644.html

Ehigiamusoe, K. U. (2020). Tourism, growth and environment: analysis of non-linear and moderating effects. *Journal of Sustainable Tourism*, 28(89), 1174-1192. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1729164>

El-Magd, I. A., Zakzouk, M., Ali, E. M., Abdulaziz, A. M., Rehman, A. & Saba, T. (2023). Mapping oil pollution in the Gulf of Suez in 2017–2021 using Synthetic Aperture Radar. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 26(3), 826-838. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2023.08.005>

Elwell-Sutton, L. P. (1975). *Persian Oil: A Study in Power Politics*. Greenwood Press.

Engler, L. (1909). *Das Erdöl.*, Vol I., Leipzig, S. Hirzel Verlag. (In: Gruse y Stevens, 1964).

ENTSO-e, (2021). *Annual Report*. Disponible en: <https://annualreport2021.entsoe.eu/>

Érij, V.N., Rásina, M. G. & Rudin, M.G. (1985). *Química y tecnología del petróleo y del gas*. Mir Moscú.

Eriksson, A. & Blaslev-Clausen, H. (2024). Nature always recovers! A degrowth analysis of event participants' perspective on environmental impacts. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 45(1), 100706. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2023.100706>

Estensoro, F. (2015). El Ecodesarrollo como concepto precursor del desarrollo sustentable y su influencia en América Latina. *Universum*. 30(1), 6-12. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-23762015000100006>

Esteva, M., Tamborero, G., Arias, A., Segui, M. & Llobera, J. (2013). Utilización de servicios sanitarios públicos por la población flotante en Mallorca. *Revista de Administración Sanitaria*, 1(3), 441-456.

European Commission (2020). *Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability*. Disponible en: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42849>

European Commission (2023). *Medidas inmediatas par apoyar a la industria europea de la energía eólica*. Disponible online: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_23_5185

Everingham, P. & Natasha Chassagne, N. (2020). Post COVID-19 ecological and social reset: moving away from capitalist growth models towards tourism as Buen Vivir. *Tourism Geographies*, 22(3), 555-566. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1762119>

Eversberg, D. & Schmelzer, M. (2018). The Degrowth Spectrum: Convergence and Divergence Within a Diverse and Conflictual Alliance. *Environmental Values*, Vol. 27(3), 245-267. <https://doi.org/10.3197/096327118X15217309300822>

Fagnart, J. F. & Germain, M. (2016). Net energy ratio, EROEI and the Macroeconomy. *Structural Change and Economic Dynamics*, 37(1), 121-126. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2016.01.003>

Fahim, M., A., Alsahhaf, T., A., & Elkilani, A. (2010): *Fundamental of petroleum refining*. Elsevier.

Fernández-Durán, R. & González-Reyes, L. (2018). *La Espiral de la Energía Volumen II*. Libros en Acción.

Figge, L., Oebels, K. & Offermans, A., 2017. The effects of globalization on Ecological Footprints: an empirical analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 19(1), 863–876. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9769-8>

Fischer-Kowalski, M. & Haberl, H. (2015). *Social metabolism: A metric for biophysical growth and degrowth*. Edward Elgar. <https://doi.org/10.4337/9781783471416>

Fischer-Kowalski, M. (1998): Society's metabolism: the intellectual history of materials flow analysis, Part I: 1860-1970, Part II (with W. Huettler): 1970-98. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1) y 2(4), 61-78, <https://doi.org/10.1162/jiec.1998.2.1.61>

Fischer-Kowalski, M. (2023). On the Mutual Historical Dynamics of Societies' Political Governance Systems and their Sources of Energy: The Approach of the Vienna School of Social Ecology. *Historical Social Research*, 48(1), 170-189. <https://doi.org/10.12759/hsr.48.2023.08>

Fischer-Kowalski, M., Krausmann, S., Giljum, S., Lutter, A., Mayer, S., Bringezu, Y., Moriguchi, H., Schütz, H. & Weisz, H. (2011). Methodology and Indicators of Economy-

- wide Material Flow Accounting, State of the Art and Reliability Across. *Journal of Industrial Ecology*, 15(6), 855-876. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00366.x>
- Flecher, R., Murray, I., Blanco-Romero, A. & Blázquez-Salom, M. (2019). Tourism and degrowth: an emerging agenda for research and praxis. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(12), 1745-1763. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1679822>
- Fournier, S. (2008). *When Brands Resonate*. In book: Handbook on Brand and Experience Management. Edward Elgar editors: Schmitt, B.H. & Rogers, D.L. <https://doi.org/10.4337/9781848446151.00009>
- Frederico, G.F., Kumar, V., Garza-Reyes, J.A., Martins, R.A. & Kumar, A. (2023). Guest editorial: Performance measurement in supply chains during disruptions: lessons from the COVID-19 pandemic. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 40(5), 1113-1118. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2023-451>
- Freise, J. (2011). The EROI of Conventional Canadian Natural Gas Production. *Sustainability*, 3(11), 2080-2104. <https://doi.org/10.3390/su3112080>
- Friedemann, A. J. (2021). *Life After Fossil Fuels. A Reality Check on Alternative Energy Cham*. Springer-Lecture Notes in Energy. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-70335-6>
- Friedman, M. (1966). *The Methodology of Positive Economics*. Chicago Press, 3-16; 30-43. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511581427.002>
- Friedman, M. (1996). *The Counter-Revolution in Monetary Theory*. In: Wood, G.E. (eds) Explorations in Economic Liberalism. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-1-349-24967-1_1
- Gago, V. (2019). *La potencia feminista, o el deseo de cambiarlo todo*. Tinta Limón.
- Gainsborough, M. (2017). Transitioning to a Green Economy? Conflicting Visions, Critical Opportunities and New Ways Forward. *Development and Change*, Vol. 49(1), 223-237. <https://doi.org/10.1111/dech.12364>
- Gainsforth, S. (2019). *Airbnb citta merce*. Storie di resistenza alla gentrificazione digitale. Derive Approdi.

- Gao, D., Tan, L., Zhou, J., Liu, W., Li, X., Liu, Y., Wang, Z., Gu, Y. & Li, W. (2018). Failure analysis of a cracked Q125 casing for ultra-deep wells at the Tarim Oilfield. *Materials Testing*, 60(10), 1026-1032. <https://doi.org/10.3139/120.111246>
- Gary, J. & Handwerk, G. (1980). *Reino de petróleo: Tecnología y Economía*. Reverte.
- Gautier, D. L. (2005). *Kimmeridgian Shales Total Petroleum System of the North Sea Graben Province*. U.S. Geological Survey Press.
- Gavioli, N. & Dubois, R. A. (2000). *Producción de Olefinas Etileno Prolipeno Butilenos y sus Posteriores Materias Primas*. Nueva Librería.
- Geddes, P. (1885): *An analysis of the principles of economics*. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 17 March, 7 April, 16 June, 7 July 1884, repr. Williard and Norgate, London.
- Geddes, P. (1904). *City development: A report to the Carnegie Dunfermline Trust*. Rutgers University Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1974). *Dynamic models and economic growth*. Pergamon Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1975). Energy and Economic Myths. *Southern Economic Journal*, Vol. 14(3), 347-381, <https://doi.org/10.2307/1056148>
- Georgescu-Roegen, N. (1979). Energy: Analysis and Economic Valuation. *Southern Economic Journal*, 45(4), 1023-1058. <https://doi.org/10.2307/1056953>
- Georgescu-Roegen, N. (1983). La teoría energética del valor económico: un sofisma económico particular. *El Trimestre Económico*, 50(2), 829-860. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-021027-8.50005-9>
- Ghosh, S. (2020). Tourism and the environmental Kuznets Curve: A panel estimation. *International Journal of Tourism Research*, 22(6), 839-852. <https://doi.org/10.1002/jtr.2387>
- Giampietro, M. E. & Kozo, T. M. (2023). *Multi-scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism (MuSIASEM)*. Dictionary of Ecological Economics, Haddad & Solomon Economics. <https://doi.org/10.4337/9781788974912>

- Giampietro, M. E., Mayumi, K. & Sorman, A. (2012). *The Metabolic Pattern of Societies. Where Economists Fall Short*. Routledge.
- Giampietro, M. E., Mayumi, K. & Sorman, A. (2013). *Energy Analysis for a Sustainable Future. Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism*. Routledge.
- Gilbert, J. (2022, siete de abril). *Falta gasoil en Argentina: la escasez de diésel causa estragos en inicio de cosecha*. Bloomber Línea, disponible en: <https://www.bloomberlinea.com/2022/04/07/falta-de-gasoil-en-argentina-escasez-de-diesel-causa-estragos-en-inicio-de-cosecha/>
- Gölz, O. (2019). The Dangerous Classes and the 1953 Coup in Iran: On the Decline of ‘lutigari’ Masculinities. In *Crime, Poverty and Survival in the Middle East and North Africa: The Dangerous Classes since 1800*. I. B. Tauris.
- Gonçalves Jr, S.J., Evangelista, H., Weis, J. *et al.* (2023). Stratospheric ozone depletion in the Antarctic region triggers intense changes in sea salt aerosol geochemistry. *Commun Earth Environ*, 4(77), 1689. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00739-z>
- González de Molina, M. & Toledo, V. M. (2011). *Metabolismos, naturaleza e historia: hacia una teoría socio-ecológica de las transformaciones*. Icaria editorial.
- Gössling, S., Balas, M., Mayer, M. & Sun, Y. Y. (2023). A review of tourism and climate change mitigation: The scales, scopes, stakeholders and strategies of carbon management. *Tourism Management*, 95(1), 104681. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2022.104681>
- Gordon, B. M. (2012). El turismo de masas: un concepto problemático en la historia del siglo XX. *Historia Contemporánea*, 25(1), 125-156. <https://doi.org/10.1387/hc.5928>
- Gorz, A. (2012). *Economía Ecológica*. Clave Intelectual.
- Gössling, S. & Higham, J. (2021). The low-carbon imperative: Destination management under urgent climate change. *Journal of Travel Research*, 60(6), 1167–1179. <https://doi.org/10.1177/0047287520933679>
- Gössling, S. & Humpe, A. (2023). Net-zero aviation: Time for a new business model? *Journal of Air Transport Management*, 107(1), 102353. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2022.102353>

- Gossling, S. & Peeters, P. (2015). Assessing tourism global environmental impact 1900-2050. *Journal of Sustainable Tourism*, 23(5), 639-659. <https://doi.org/10.1080/09669582.2015.1008500>
- Gössling, S., Balas, M., Mayer, M. & Sun, Y.Y. (2022). A review of tourism and climate change mitigation: The scales, scopes, stakeholders and strategies of carbon management. *Tourism Management*, 95(1), 104681. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2022.104681>
- Gössling, S., Scott, D., & Hall, C.M. (2015). Inter-market variability in CO² emission-intensities in tourism: Implications for destination marketing and carbonmanagement. *Tourism Management*, 46(1), 203–212. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.06.021>
- Govindan, K., Mina, H. & Alavi, B. (2020). A decision support system for demand management in healthcare supply chains considering the epidemic outbreaks: A case study of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, 138(1), 101967. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101967>
- Govind-Mishra, H., Pandita, S., Ali-Bhat, S., Kumar-Mishra, R. & Sharma, S. (2022). Tourism and carbon emissions: a bibliometric review of the last three decades: 1990–2021. *Tourism Review*, 77(2), 636-658. <https://doi.org/10.1108/TR-07-2021-0310>
- Gowdy, J. (2021). *Ultrasocial: The Evolution of Human Nature and the Quest for a Sustainable Future*. Cambridge University Press.
- Graeber, D. (2021). *En deuda: Una Historia Alternativa de la Economía*. Ariel.
- Greenberg, D. (1990). Energy, Power and Perceptions of Social Change in the Early Nineteenth Century. *The American Historical Review*, 95(3), 693-714, <https://doi.org/10.1086/ahr/95.3.693>
- Grossman, G. M. & Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper*, 3914. <https://doi.org/10.3386/w3914>
- Grossman, G. M. & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 112(1), 353-378. <https://doi.org/10.3386/w4634>
- Gruber, E.S., Stadlbauer, V., Pichler, V. (2023). To Waste or Not to Waste: Questioning Potential Health Risks of Micro- and Nanoplastics with a Focus on Their Ingestion and Potential Carcinogenicity. *Expo Health*, 15(1), 33–51. <https://doi.org/10.1007/s12403-022-00470-8>

Guan, D., Wang, S., Hallegatte, S.J., Davis, J., Huo, S., Li, Y., Bai, T., Lei, Q., Xue, D.M., Coffman, D., Cheng, P., Chen, X., Liang, B., Xu, X., Lu, S., Wang, K., Hubacek, & Gong, P. (2020). Global supply-chain effects of COVID-19 control measures. *Nat. Hum. Behav.*, 4(1), 577-587. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0896-8>

Guillemot, J. (1980). *Geología del petróleo*. Traducción de Melendez-Hevia, F. Ediciones Paraninfo.

Gurbuz, I. B. & Ozkan, G. (2020). Transform or perish: preparing the business for a post-pandemic future. *IEEE Eng. Manag. Rev.*, 48(3), 139–145. <https://doi.org/10.1109/EMR.2020.3014693>

Haas, w., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., Lauk, C., Mayer, A. (2020). Spaceship earth's odyssey to a circular economy - a century long perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 163(1), 105076, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105076>

Haberl, H. (1997). Human Appropriation of Net Primary Production as an Environmental Indicator: Implications for Sustainable Development. *Ambio*, 26(3), 143-146. <http://www.jstor.org/stable/4314572>

Haberl, H. (2001). The energetic metabolism of societies, Parts I and II. *Journal of Industrial Ecology*, 5(1), 11-33; 5(2):71-88. <https://doi.org/10.1162/10881980152830141>

Haberl, H. Wiedenhofer, D., Virág, D., Kalt, G., Plank, B., Brockway, P., Fishman, T. (2020). A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part II: synthesizing the insights. *Environmental Research Letters*, 15(6), 065003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab842a>

Hall, A. S. C. (2018). *Energy Return on Investment. A Unifying Principle for Biology, Economics, and Sustainability*. Springer.

Hall, C. A. Dale, B. & Pimentel, D. (2011a). Seeking to understand the reasons for the different EROIs of biofuels. *Sustainability*, 3(12), 2433-2442, <https://doi.org/10.3390/su3122413>

Hall, C. A., Lambert, J. G. & Balogh, S. B. (2014a). EROI or different fuels and the implications for society. *Energy Policy*, 64(1), 141-152, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.049>

- Hall, C.A.S., Powers, R., Schoenberg, W. (2008). Peak Oil, EROI, Investments and the Economy in an Uncertain Future. In: Pimentel, D. (eds) *Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8654-0_5
- Hall, C. M. (2009). Degrowing tourism: Décroissance, sustainable consumption and steady-state tourism. *Anatolia*, 20(1), 46-61. <https://doi.org/10.1080/13032917.2009.10518894>
- Hall, C. M. (2010). Changing Paradigms and Global Change: From Sustainable to Steady-state Tourism. *Tourism Recreation Research*, 35(2), 131-143. <https://doi.org/10.1080/02508281.2010.11081629>
- Hall, C. M. (2014). *Tourism and social marketing*. Routledge.
- Hall, C. M. (2015b). Economic greenwash: On the absurdity of tourism and Green growth. In V. Reddy & K. Wilkes (Eds.). *Tourism in the Green economy*, 339-358, Earthscan.
- Hall, C. M., Scott, D. & Gössling, S. (2020). Pandemics, transformations and tourism: be careful what you wish for. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 577-598, <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1759131>
- Hall, C.A. & Cleveland, C. (1981). Petroleum drilling and production in the United States; yield per effort and net energy analysis. *Science*, 211(1), 576-579. <https://doi.org/10.1126/science.211.4482.576>
- Hall, C.A.S. (2022). The 50th Anniversary of The Limits to Growth: Does It Have Relevance for Today's Energy Issues? *Energies* 15(1), 4953, <https://doi.org/10.3390/en15144953>
- Hall, C.M., Amelung, B., Cohen, S., Eijgelaar, E., Gössling, S., Higham, J., Leemans, R., Peeters, P., Ram, Y. & Scott, D. (2015a). On climate change skepticism and denial in tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 23(1), 4-25. <https://doi.org/10.1080/09669582.2014.953544>
- Hall, C. M. (2011). Policy learning and policy failure in sustainable tourism governance: From first –and second- order to third order change? *Journal of Sustainable Tourism*, 19(4-5), 649-671. <https://doi.org/10.1080/09669582.2011.555555>

- Hall, C. M. (2019). Constructing sustainable tourism development: The 2030 agenda and the managerial ecology of sustainable tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(7), 1044-1060. <https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1560456>
- Hamilton, J. (2009). *Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-8*. Brookings Papers on Economic Activity, Spring, 215-261. The Johns Hopkins University Press, <http://www.jstor.org/stable/25652719>
- Han, S., Chen, H., Long, R. & Cui, X. (2018). Peak coal in China: A literatura review, Resources. *Conservation and Recycling*, 129(1), 293-306. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.08.012>
- Hartley, T., van den Bergh, J. & Kallis, G. (2020). Policies for Equality Under Low or No Growth: A Model Inspired by Piketty. *Review of Political Economy*, 32(2), 243-258. <https://doi.org/10.1080/09538259.2020.1769293>
- Hartwick, J. (1977). Interenerational Equity and the Investing of Rent from Exhaustible Resources. *American Economic Review*, 67(5), 972-974. <https://doi.org/10.2307/2297349>
- Hazari, B. R. and Sgro, P. M. (1995). Tourism and growth in a dynamic model of trade. *Journal of International Trade and Economic Development*, 4(2), 243-252. <https://doi.org/10.1080/09638199500000019>
- He, H., Shen, L., Du, X. and Liu, Y. (2023). Analysis of temporal and spatial evolution of tourism resource carrying capacity performance in China. *Ecological Indicators*, 147(1), 109951. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.109951>
- He, Z., Li, F., Dominech, S., Wen, X. & Yang, S. (2019). Heavy metals of surface sediments in the Changjiang (Yangtze River) Estuary: Distribution, speciation and environmental risks. *Journal of Geochemical Exploration*, 198(1), 18-28. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2018.12.015>
- Heinberg, R. G. (2007). *Peak coal: sooner tan you think*. Energy Bulletin, disponible en: <https://web.archive.org/web/20080522155229/http://www.energybulletin.net/29919.html>
- Heinberg, R. G. (2014). *Fracking: El Bálsamo Milagroso*. Icaria.

- Helmut, H., Marin, S., Haas, W., Wiedenhofer, D., Henrike, R., Winiwarter, V. (2021). Stocks, flows, services and practices: Nexus approaches to sustainable social metabolism, *Ecological Economics*, 182(1), 106949. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106949>
- Hernández-Peñaloza, N., Zizumbo-Villarreal, L. & Torregrosa-Martí, T. (2017). Agua y turismo como instrumentos de acumulación de capital, el caso de Beniderom, España. *Teoría y Praxis*, 21(1), 31-53. <https://doi.org/10.22403/uqroomx/typ21/02>
- Herrera-Franco, G., Merchán-Sanmartín, B. Caicedo-Potosí, J., Bitar, J. B., Berrezueta, E. & Carrión-Mero, P. (2024). A Systematic review of coastal zone integrated waste management for sustainability strategies. *Environmental Research*, 245(1), 17968. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117968>
- Herrera-Hebert, J. (2020). *Ingeniería de la perforación de pozos de petróleo y gas*. Universidad Politécnica de Madrid Press. <https://doi.org/10.20688/UPM.book.62718>
- Hervieux, M.S. & Darné, O. (2015). Environmental Kuznets Curve and ecological footprint: A time series analysis. *Economic Bulletin*, 35(1), 814–826. <https://doi.org/10.1080/21606544.2015.1090346>
- Herzog, C. (2004). *La Guerra del Yom Kippur*. Inédita.
- Hickel, J. (2019). Degrowth: A teory of radical abundance. *Real-world Economics Review*, Vol. 87(19), 54-63. <https://doi.org/10.4324/9781003174707-3>
- Hickel, J. (2021). *Less is more: How Degrowth Will Save the World*. Windmill Books.
- Hiernaux, D. & Imelda-González, C. (2014). Turismo y gentrificación: pistas teóricas sobre una articulación. *Revista de geografía Norte Grande*, 58(1), 35-39. ISSN 0718-3402. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022014000200004>
- Higgins-Desbiolles, F. (2021). The “war over tourism”: challenges to sustainable tourism in the tourism academy after COVID-19. *Journal of Sustainable Tourism*, 29(4), 551-569. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1803334>
- Higgins-Desbiolles, F., Carnicelli, S., Krolikowski, C., Wijesinghe, G. & Boluk, K. (2019). Degrowing tourism: rethinking tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(12), 1926-1944. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1601732>

Hinkelammert, F. J. & Mora-Jiménez, H. (2003). Por una economía orientada hacia la vida. *Economía y Sociedad*, 8(22-23), 14-26. <https://doi.org/10.17141/iconos.33.2009.319>

Holgado-Gómez, J. (2012). *BrokerManiac*. Ediciones Atlantis.

Holtz-Eakin, D. & Selden, T. M. (1995). Stoking the fires? Co² emissions and economic growth. *Journal of Public Economics*, 57(1), 85-101. <https://doi.org/10.3386/w4248>

Hornborg, A. & Crumley C. L. (2006). *The World System and the Earth System. Global SocioecenvIRONMENTAL Change and sustainability since the Neolithic*. Left Coast Press.

Hornborg, A. (1998). Towards an ecological theory of unequal Exchange: Articulating world system theory and ecological economics. *Ecological Economics*, 25(1), 127-136, [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00100-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00100-6)

Hornborg, A. (2009). Zero-Sum World: Challenges in Conceptualizing Environmental Load Displacement and Ecologically Unequal Exchange in the World-System. *International Journal of Comparative Sociology*, 50(3-4), 237-262. <https://doi.org/10.1177/0020715209105141>

Huang, L. H., Hu, A. H., & Kuo, C. (2020). Planetary boundary downscaling for absolute environmental sustainability assessment — Case study of Taiwan. *Ecological Indicators*, 114(1), 106339. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106339>

Hubbert, M. K. (1956). *Nuclear energy and the fossil fuels*. Shell development Company. Publicación n° 95.

Hudson, M. (2023). *The Collapse of Antiquity*. Islet.

Hunt, J., Nascimento, A., Nascimento, N., Vieira, L. & Romerr, O. J. (2022). Possible pathways for oil and gas companies in a sustainable future: From the perspective of a hydrogen economy. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 160(1), 112291. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112291>

Hutton, J. (1859). *Considerations on the Nature, Quality and Distinctions of Coal*. McMillan.

Idahosa, L. O., Marwa, N. & Akotey, J. O. (2017). Energy (electricity) consumption in South African hotels: A panel data analysis. *Energy and Buildings*, 156(1), 207-217. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.051>

I.E.A. (2008). *World Energy Outlook*. Disponible online en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2008>

I.E.A. (2010). *World Energy Outlook*. Disponible online en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2010>

I.E.A. (2012). *World Energy Outlook*. Disponible online en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2012>

I.E.A. (2016). *World Energy Outlook*. Disponible online en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2016>

I.E.A. (2018). *World Energy Outlook*. Disponible online en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018>

I.E.A. (2020). *World Energy Outlook*. Disponible online en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>

I.E.A. (2021a). *World Energy Outlook*. Disponible online en: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acae-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf>

I.E.A. (2021b). *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. Disponible online en: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

I.E.A. (2022c). *Coal 2022, Analysis and forecast to 2025*. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/coal-2022>

I.E.A. (2023a). *World Energy Outlook*. Disponible online en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>

I.E.A. (2023b). *Oil Market Report, November 2023*. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/oil-market-report-november-2023>

I.E.A. (2023c). *Oil 2023, Analysis and forecast to 2028*. Disponible en: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/cc7fd38f-3d68-4796-a958-8dfa3f3ef4a6/Oil2023.pdf>

I.E.A. (2023d). *Gas Market Report Q2 2023*. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/gas-market-report-q2-2023>

I.E.F. (2023). *Upstream Oil and Gas Investment Outlook Report*. Disponible online: <https://www.ief.org/focus/ief-reports/upstream-investment-report-2023#:~:text=A%20cumulative%20%244.9%20trillion%20will,capital%20availability%20to%20capital%20allocation.>

International Council On Clean Transportation, (2011): *Introducción a la refinación del petróleo y producción de gasolina y diésel con contenido ultra bajo de azufre*. The International Council On Clean Transportation Press.

INE (2023). *Coyuntura Turística Hotelera, diciembre 2023 y año 2023*. Nota de Prensa. Disponible online en: <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/CTH1223.htm>

IPCC, 2022: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, 3056. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

IPCC, 2023: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)], 35-115. <http://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

Ishida, S. (2020). Perspectives on supply chain management in a pandemic and the post-COVID-19 era. *IEEE Eng. Manag. Rev.*, 48(3), 146-152. <https://doi.org/10.1109/EMR.2020.3016350>

ISO (2021). *Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework - Amendment 1 (ISO 14040: 2006/Amd 1:2020)*. Available online: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=norma-une-en-iso-14040-2006-a1-2021-n0066670> (06/09/2022)

- Ivanov, D. & Dolgui, A. (2020). Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak. *International Journal of Production Research*, 58(10), 2904-2915. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727>
- Jackson, T. (2021). *Post Growth-Life after Capitalism*. Polity Press.
- Jacobs, M. (1996). *La economía verde*. Icaria.
- Jamal, T. & Budke, C. (2020). Tourism in a world with pandemics: local-global responsibility and action. *Journal of Tourism Futures*, 6(2), 181-188. <https://doi.org/10.1108/JTF-02-2020-0014>
- Jamal, T. (2019). *Justice and Ethics in Tourism*. Routledge.
- Jaramillo-Escobedo, J. V., Lyuando-Cuevas, J. R., Guzowski, C., & Zabaloy, M. F. (2019). Energy Efficiency and Sustainability in Sun and Beach Hotels in Northeast Mexico. *Investigaciones Turísticas*, 18(1), 42-70. <https://doi.org/10.14198/INTURI2019.18.03>
- Jeurig, J. & Diaz-Soria, I. (2018). *Proximity and Intraregional Aspects of Tourism*. Routledge.
- Jevons, W. S. (1866). *The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal-Mines*. Macmillan & Co.
- Jiao, B. B., and Shi, P. J. (2013). A Rough Estimation of Energy Consumption and CO² Emission in Tourism of GanSu Province Based on Low-Carbon. *In Applied Mechanics and Materials*, 316–317, 435–440. Trans Tech Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.316-317.435>
- John, A. & Pecchenino, R. (1994). An Overlapping Generations Model of Growth and the Environment. *The Economic Journal*, 104(1). 1393-1410. <https://doi.org/10.4324/9781315257570-7>
- Johnsen, C., Nelund, M., Olaison, L. & Meier-Sorensen, B. (2017). Organizing for the Post-Growth Economy. *Organization* 17(1), 1–21. <https://doi.org/10.4324/9781315447599-7>
- Johnson, A. W. & Earle, T. (2003). *La evolución de las sociedades humanas*. Ariel

- Joule, J. P. (1850). *On the Mechanical Equivalent of Heat*. Royal Society.
- Kaisheng-Luo, K. & Moiwo, J. P. (2023). Sensitivity of the land surface hydrological cycle to human activities in China. *Gondwana Research*, 123(1), 255-264, <https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.04.006>
- Kallis, G. (2011). In defense of degrowth. *Ecological Economics*, 70(1), 873-880. <https://doi.org/doi:10.1016/j.ecolecon.2010.12.007>
- Kallis, G. (2018). *Degrowth (The Economy Key Ideas)*. Agenda Publishing.
- Kapp, W. K. (1994). *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica*. Fuhem e Icaria.
- Katamadze, A., Vergara-Díaz, O., Uberegui, E., Yoldi-Achalandabaso, A., Araus, J.L. & Rubén, V. (2023). Evolution of wheat architecture, physiology, and metabolism during domestication and further cultivation: Lessons for crop improvement. *The Crop Journal*, 11(4), 1080-1096, <https://doi.org/10.1016/j.cj.2023.06.006>
- Katircioglu, S. T. (2009) Revisiting the tourism-led-growth hypothesis for Turkey using the bounds test and Johansen approach for cointegration. *Tourism Management*, 30(1), 17–20. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2008.04.004>
- Katircioğlu, S. T. (2014). Testing the tourism-induced EKC hypothesis: The case of Singapore. *Economic Modelling*, 41(1), 383-391. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.05.028>
- Kerschener, C. (2010). Economic de-growth vs steady-state economy. *Journal of Cleaner Production*, 18(6), 544-551. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.10.019>
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Macmillan Cambridge University Press.
- Kiefer, T. A. (2013). *Twenty-First Century Snake Oil. Why the United States Should Reject Biofuels as Part of a Rational National Security Energy Strategy*. Waterloo Institute for Complexity & Innovation, WICI, Paper N° 4.
- Kim, M.-S., Lee, Y. H., Lee, Y., Byeon, E., Kim, D.-H., Wang, M., Hagiwara, A., Aranda, M., Wu, R. S. S., Park, H. G., & Lee, J.-S. (2023). Transgenerational adaptation to ocean acidification determines the susceptibility of filter-feeding rotifers to nanoplastics.

Journal of Hazardous Materials, 461(1), 132593.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132593>

King, C. W., Maxwell, J. P & Donovan, A. (2015). Comparing world economic and net energy metrics, part 1: Single technology and commodity perspective. *Energies*, 8(1), 12949-12974. <https://doi.org/10.3390/en81112346>

Kinzer, S. (2008). *All the Shah's Men: An American Coup and the Roots of Middle East Terror*. Trade Paper Press.

Kitamura, H., Sumi, t., Kubota, S., Kokuryo, S., Tamura, K., Miyake, K., Uchida, Y., Miyamoto, M. & Nishiyama, N. (2023). Stable and selective conversion of ethylene to propylene and butylene using Ni-loaded dealuminated Beta zeolite catalyst. *Applied Catalysis A: General*, 668(1), 119429. <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2023.119429>

Kitamura, Y., Yuki, I., Karkour, S., & Itsubo, N. (2020). Carbon Footprint Evaluation Based on Tourist Consumption Toward Sustainable Tourism in Japan. *Sustainability*, 12(6), 2219-2242. <https://doi.org/10.3390/su12062219>

Klarin, A., Park, E., Xiao, Q. & Kim, S. (2023). Time to transform the way we travel? A conceptual framework for slow tourism and travel research. *Tourism Management Perspectives*, 46(1), 101100. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2023.101100>

Kondonassis, A. J. (1986). [Review of Rhythms in Politics and Economics, by P. M. Johnson & W. R. Thompson]. *Journal of Economic Issues*, 20(1), 242–244. <http://www.jstor.org/stable/4225696>

Kothari, A. Salleh, A., Escobar, A., DeMaria, F. & Acosta. A. (2019). *Pluriverse. A post-development dictionary*. Tulika Books.

Krausmann, F. & Haberl, H. (2002). The process of industrialization from the perspective of energetic metabolism: socioeconomic energy flows in Austria 1830-1995. *Ecological Economics* 41(1), 177-201. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00032-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00032-0)

Kressing, W. K. (1991). *Prime Minister Mossaddegh and Ayatullah Kashani From Unity to Enmity: As Viewed from the American Embassy in Tehran, June 1950 – August 1953*, University of Texas at Austin. Defense Technical Information Center.

- Kubiszewski, I., Costanza, R., Anderson, S. & Sutton, P. (2017). The future value of ecosystem services: Global scenarios and national implications. *Ecosystem Services*, 26(1), Part A, 289-301. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.05.004>
- Kuo, N. W., Lin, C. Y., Chen, P. H. & Chen, Y. (2012). An inventory of the energy use and carbon dioxide emissions from island tourism based on a life cycle assessment approach. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 31(1), 459-465. <https://doi.org/10.1002/ep.10585>
- Kuo, N., K. and Chen, P. H. (2009). Quantifying energy use, carbon dioxide emission, and other environmental loads from island tourism based on a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 17(15), 1324-1330. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.04.012>
- Kuzmina, S., Butula, K. K., & Nikitin, A.N. (2018). Reservoir pressure depletion and water flooding influencing hydraulic fracture orientation in low-permeability oilfields Society Petrol. Eng, Vol. 57(2), 103-107. *Hydraulic Fracture Modeling*, 14(2) 111-154. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812998-2.00005-9>
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28. <http://www.jstor.org/stable/1811581>
- Lahèrre, J. (2004). *Perspectives Energetiques et Scientifiques*. Presentation au Club des Jeunes Dirigeants de Quimper”.
- Lahèrre, J. (2006). *Oil and gas: what future?* Groningen annual Energy Convention 21 Nov. 2006, ASPO.
- Laherrère, J., Hall, C. A. S., & Bentley, R. (2022). How much oil remains for the world to produce? Comparing assessment methods, and separating fact from fiction. *Current Research in Environmental Sustainability*, 4(1), 100174. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2022.100174>
- Lai, T., To, W. M., Lo, E., Choy, Y. & Lam, K. H. (2011). The causal relationship between electricity consumption and economic growth in a Gaming and Tourism Center: The case of Macao SAR, the People’s Republic of China. *Energy*, 36(1), 1134-1142. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.11.036>

- Lam, J. C. and Chan, W. W. (2001). Life cycle energy cost analysis of heat pump application for hotel swimming pools. *Energy Conversion and Management*, 42(11), 1299-1306. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(00\)00146-1](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(00)00146-1)
- Lancerini, E. (2005). Territori Lenti: Contributi per una nuova geografia dei paesaggi abitati italiani. *Territorio*, 34(1), 9-15. [https://doi.org/10.1016/s0001-2092\(07\)64530-x](https://doi.org/10.1016/s0001-2092(07)64530-x)
- Latouche, S. (2023). *Introducción al decrecimiento*. Traducción de Oscar Carpintero. Popular.
- Laurent, E. (2007). *La cara oculta del petróleo*. Arco Press.
- Lazarín, F. y Pichardo, H. (2016). *Utopía del uranio*. Universidad Autónoma Metropolitana Press.
- Le Noe, J., Roux, N., Billen, G., Gingrich, S., Erb, K. H., Krausmann, F., Thieu, V., Silvestre, M. & Garnier, J. (2020). The phosphorus legacy offers opportunities for agroecological transition (France 1850-2075). *Environmental Research Letters*, 15(6), <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab82cc>
- Lee H., Lye, H. & Lee, S. (2017). *Environmentally Sustainable and Cost Effective Offshore Disposal of Drilling Wastes: A Review of Current Practice in Malaysia*. Paper presented at the SPE Asia Pacific Health, Safety, Security, Environment and Social Responsibility Conference, Kuala Lumpur, Malaysia. <https://doi.org/10.2118/185191-MS>
- Lee, Y. T., Wu, Y. T., Kueh, M. T., Lin, C. Y. Lin, Y. Y. & Sheng, Y. F. (2022). Impacts of offshore wind farms on the atmospheric environment over Taiwan Strait during an extreme weather typhoon event. *Scientific Reports*, 12(1), 823. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-04807-w>
- Lenzen, M., Sun Y.Y., Faturay, F., Ting, Y.P., Geschke, A. & Malik A. (2018). The carbon footprint of global tourism. *Nature Climate Change*, 8(1), 522–528. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0141-x>
- Levi, P. & Molnar, G. (2022). *How the energy crisis is exacerbating the food crisis*. IEA, Disponible en: <https://www.iea.org/commentaries/how-the-energy-crisis-is-exacerbating-the-food-crisis>

- Li, C., Guo, S., Wang, C. & Zhang, J. (2019). Veni, vidi, vici: The impact of social media on virtual acculturation in tourism context. *Technological Forecasting and Social Change*, 145(1), 513-522. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.013>
- Li, Q.; Luo, Y.; Qian, Y.; Dou, K.; Si, F.; Liu, W. (2023). Record Low Arctic Stratospheric Ozone in Spring 2020: Measurements of Ground- Based Differential Optical Absorption Spectroscopy in Ny-Ålesund during 2017–2021. *Remote Sens.*, 15(1), 4882. <https://doi.org/10.3390/rs15194882>
- Li, T., Zhang, X., Zhong, Y., Davidson, E. A., Dou, Z., Zhang, W, Pavinato, P. S., Martinelli, L. A., Kanter, D. R., Liu, J. and Zhang, F. (2022). A Hierarchical Framework for Unpacking the Nitrogen Challenge. *Earth's Future*, 10(11), 1-19. <https://doi.org/10.1029/2022EF002870>
- Li, Z., Li, N., Yan, X., He, Y., Yang, Y., Xu, X., Yin, Q., Liu, X., Hao, Y. & Ji, J. (2023). Fracture failure analysis of an offshore drilling centralizer. *Materials Testing*, 65(10), 1508-1527. <https://doi.org/10.1515/mt-2023-0012>
- Liao, X., Liu, A. & Chai, L. (2023). Global food trade alleviates transgressions of planetary boundaries at the national scale. *iScience*, 26(10), 107794. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107794>
- Liu, J. Feng, T., & 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(1), 2887-2894. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.02.029>
- Lloveras, J., Quinn, L. and Parker, C. (2018). Reclaiming Sustainable Space: A Study of Degrowth Activists. *Marketing Theory* 18(2), 188–202. <https://doi.org/10.1177/1470593117732458>
- Lluch-Urpí, J. (2008). *Tecnología y Margen de Refino del Petróleo*. Diaz de Santos.
- Lok, C. and Chan, W. (2001). Life cycle energy cost analysis of heat pump application for hotel swimming pools. *Energy Conversion and Management*, 42(1), 299-1306. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(00\)00146-1](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(00)00146-1)
- Lopez-Escalante, G. (2021, 15 de agosto). *50 años del portazo de Nixon al patrón oro y a Bretton Woods*. Economía, Cinco Dias.

- Lou, B., Liang, Y., & Gao, X. (2021). Energy Consumption Assessment and Energy-Saving Management in Tourist Resorts. *International Journal of Heat and Technology*, 39(1), 195-204. <https://doi.org/10.18280/ijht.390121>
- Luncie, S., Dwyer, L. & Forsyth, P. (2007). Environmental-Economic Measures of Tourism Yield. *Journal of Sustainable Tourism*, 15(5), 503-519. <https://doi.org/10.2167/jost713.0>
- Luz-Sant'Ana, I., Román-Román, P., Torres-Ruiz, F. (2017). Modeling oil production and its peak by means of a stochastic diffusion process based on the Hubbert curve. *Energy*, 133(1), 455-470. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.125>
- M.O.P.T. (1993). *Rio 92*. Programa 21. Tomo II. Ministerio de Obras Pública y Transporte.
- Ma, Y., Xin, J., Tian, Y., Yue, C., Zhou, X., Ren, Y., Hao, F., Wang, P., Xie, F., Ren, X., Zhao, D., Wu, L., Pan, X. & Wang, Z. (2023). The interactions of aerosol and planetary boundary layer over a large city in the Mongolian Plateau. *Science of The Total Environment*, 907(1), 167985. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167985>
- Mahajan, K. & Tomar, S. (2020). COVID-19 and Supply Chain Disruption: Evidence from Food Markets in India. *American Journal of Agricultural Economics*, 103(1), 35-52. <https://doi.org/10.1111/ajae.12158>
- Majumdar, A., Shaw, M. & Sinha, S. K. (2020). COVID-19 debunks the myth of socially sustainable supply chain: a case of the clothing industry in South Asian countries *Sustain. Prod. Consum*, 24(1), 150-155. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.07.001>
- Margulis, L. & Schwartz, K. V. (1987). *Five Kingdoms: An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth*. Freeman & Company.
- Martínez-Alier, J. & Roca-Jusmet, J. (2000). *Economía Ecológica y Política Ambiental*. Fondo de cultura económica.
- Martínez-Alier, J. & Schlüpmann, K. (1992). *La Ecología y la Economía*. Fondo de Cultura Económica.
- Martínez-Alier, J. (2002). *The environmentalism of the poor. A study of ecological conflicts and valuation*, Edward Elgar, Cheltenham UK, Northampton MA.

Martínez-Alier, J. (2011). *El ecologismo de los pobres: Conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Antrazyt

Martínez-Alier, J., Munda, G. y O'Neill, J. (1998). Weak comparability of values as a foundation for ecological economics. *Ecological Economics*, 26(1), 277-86. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00120-1)

Martínez-Cabañas, B. R., Ladrón de Guevara-Cortes, R. & Madrid-Peredones, R. M. (2019). *El papel de las calificadoras de riesgo en la crisis subprime, Fides Et Ratio, Vol.17*. Universidad de La Salle.

Marzo, M. (2012, catorce de febrero). *Petróleo inelástico*. Nabarralde. Disponible online: <https://nabarralde.eus/es/petroleo-inelastico/>

Masoud, N., Ahmad, D. K. & Mehdi, S. (2023). Thermodynamic analysis and techno-economic assessment of fluid catalytic cracking unit in the oil refining process. *Journal of Cleaner Production*, 43(1), 137447. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137447>

Max-Neef, M. A. (2003). *Desarrollo a escala humana: Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*. Icaria.

Mayumi, K (2002). *The Origins of Ecological Economics. The bioeconomics of Georgescu-Roegen*. Routledge.

McLean, B. (2018). *Saudi America: The Truth About Fracking and How It's Changing the World*. Columbia Global Reports.

McNeill, J. R. (2000). *Something new under the sun. An environmental history of the twentieth-century world*. Norton.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. & Behrens III, W.W. (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. Universe Books.

Meana-Acebedo, R. (2016). Decrecimiento y turismo: el papel del sector turístico en la extralimitación planetaria. La necesidad de un cambio de modelo puesto al día. *Journal of Tourism and Cultural Change*, 14(2), 1-8. <https://doi.org/10.0866581.2016.175842>

Mediavilla-Pascual, M. (2012). Una visión global de la crisis energética. *El Ecologista*. 73(1), 30-34, ISSN 0211-6472.

- Meyer, A., Wiebke, W. & Seuring, S. (2021). The Impact of the Coronavirus Pandemic on Supply Chains and Their Sustainability: A Text Mining Approach. *Frontiers in Sustainability*, 2(1), 631182. <https://doi.org/10.3389/frsus.2021.631182>
- Michailidou, A., Vlachokostas, C., Moussiopoulos, N., & Maleka, D. (2016). Life Cycle Thinking to Assess the Environmental Impacts of Tourism Activity for a Greek Tourism Destination. *Journal of Cleaner Production*, 111(1), 499-510. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.099>
- Mikayilov, J., Mukhtarov, S., Mammadov, J. & Azizov, M. (2019). Correction to: Re-evaluating the environmental impacts of tourism: Does EKC exist? *Environmental Science and Pollution Research*, 26(19), 19389-19402. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05269-w>
- Milani, A. (2008). *Eminent Persians: The Men and Women Who Made Moder Iran, 1941-1979*. University Press.
- Milanovic, B. (2018). *Global inequality: A new approach for the age of globalization*. Belknap Press.
- Milanovic, B. (2020). *The illusion of 'degrowth' in a poor and unequal world*. Global Inequality, consultado en diciembre 2023. Disponible online en: <http://glineq.blogspot.com/2017/11/the-illusion-of-degrowth-in-poor-and.html>.
- Mill, J. S. (1848). *The Principles of Political Economy: with some of their applications to social philosophy*. W. J. Ashley, Longman`s Green and Co.
- Miller, D., Merrilees, B. & Coghlan, A. (2014). Sustainable urban tourism: understanding and developing visitor pro-environmental behaviours. *Journal of Sustainable Tourism*, 23(1), 26-46. 10.1080/09669582.2014.912219.
- Miller, T. (1990). *Resource Conservation and Management*. Wadsworth Pub. Co.
- Millward-Hopkins, J., Steinberger, J. K., Rao, N. D. & Oswald. Y. (2021) Providing Decent Living with Minimum Energy. *Global Environmetal Change*, 65(1), 102168. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102168>
- Miron-Pérez, M. D. (2004). Oikos y oikonomía: El análisis de las unidades domésticas de producción y reproducción en el estudio de la Economía Antigua. *Gerión. Revista de Historia Antigua*, 22(1), 61-79. ISSN: 0213-0181.

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G. & PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med.*, 151(4), 264-9. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Momer, B. (2004). *La Orimulsión: Verdades científicas y mentiras políticas*. Interciencia.
- Montgomery, C. T. & Smith, M. B. (2010). Hydraulic Fracturing: History of an Enduring Technology. *Society of Petroleum Engineers Report*, 62(1), 26-32. <https://doi.org/10.2118/1210-0026-JPT>
- Moore, G. E. (1965). Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics*, 38(1), 114. <https://doi.org/10.1109/N-SSC.2006.4785860>
- Moradi, M., Eng, A., Staebler, R. & Harner, T. (2023). Atmospheric emissions estimation of polycyclic aromatic compounds from an oil sand tailings pond using passive air samplers. *Chemosphere*, 345(1), 140423. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140423>
- Morlino, L. (2010). *Introducción a la investigación comparada*. Alianza.
- Moss, M. (1973). *The Measurement of Economic and Social Performance*. NBER Books.
- Mowatt, R. (2022). A people's history of leisure studies: Colonial pedagogies, touring empires. *Annals of Tourism Research*, 96(1), 103462. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2022.103462>
- Mukherjee, S., Goswami, S. & Zakauilla, S. (2023). Geological relationship between hydrocarbon and uranium. Review on two different sources of energy and the Indian scenario. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 221(1), 111255. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2022.111255>
- Murphy, D. J., Hall, C. A., Costnaza, R., Limburg, K. & Kubiszewski, I. (2011). Energy return on investment, peak oil, and the end of economic growth. *Ecological Economic Reviews*, 219(1), 52-79. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05940.x>.
- Murray, J. and King, D. (2012). Climate policy: Oil's tipping point has passed. *Nature*, 481(1), 433-435. <https://doi.org/10.1038/481433a>
- Nae-Wen, K. and Pei-Hun, C. (2009). Quantifying energy use, carbon dioxide emission, and other environmental loads from island tourism based on a life cycle assessment

approach. *Journal of Cleaner Production*, 17(15), 1324-1330.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.04.012>

Narayan, P.K. (2004) Reformulating Critical Values for the Bounds F-Statistics Approach to Cointegration: An Application to the Tourism Demand Model for Fiji. *Open Journal of Social Sciences*, 3(4), 1-33. <https://doi.org/10.5367/000000004323142425>

Naredo, J. M. (2000). *El decálogo de la globalización financiera*. Le Monde Diplomatique (edición española), febrero 2000.

Naredo, J. M. (2006). *Raíces económicas del deterioro ecológico y social*. Siglo XXI.

Naredo, J. M. (2015). *La Economía en Evolución: Historia y Perspectivas de las Categorías Básicas del Pensamiento Económico* (4ª Ed). Siglo XXI.

Naredo, J. M. (1996). Sobre el origen, el uso y el contenido del término “sostenible”. *Documentación social*, 102(3), 129-147. ISSN: 0417-8106.

National Academy of Sciences (1990). Tribute to M. King Hubbert. Printed in: *Letter to Members*, 19(4), 14-19. <https://doi.org/10.1093/anb/9780198606697.article.1302407>

Navarro-Jurado, E., Romero-Padilla, Y., Romero-Martínez, J. M., Serrano-Muñoz, E., Habegger, S. & Mora-Esteban, R. (2019) Growth machines and social movements in mature tourist destinations Costa del Sol-Málaga. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(12), 1786-1803. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1677676>

Ndehedehe, C. E., Adeyeri, O. E., Onojeghuo, A. O., Ferreira, V. G., Kalu, I., Okwuashi, O. (2023). Understanding global groundwater-climate interactions. *Science of The Total Environment*, 904(1), 166571. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166571>

Nelson, V. (2010). Investigating Energy Issues in Dominica's Accommodations. *Tourism and Hospitality Research*, 10(4), 345-358. <https://doi.org/10.1057/thr.2010.10>

Nepal, R., Al Irsyad, M. I. & Nepal, S. K. (2019). Tourist arrivals, energy consumption and pollutant emissions in a developing economy—implications for sustainable tourism. *Tourism Management*, 72(1), 145-154. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.08.025>

Nernst, W. (1893). *Theoretische Chemie: Vom Standpunkte der Avogadro'schen Regel und der Thermodynamik*. Gotinga.

- Nieto-González, J. L., Román-Sánchez, I. M., Bonillo-Muñoz, D. & Paulova, N. (2016). El Turismo a Nivel Mundial. *International Journal of Scientific Management and Tourism*, 2(1), 129-144. <https://doi.org/10.18111/9789284409723>
- Nieves, V. (2023, nueve de febrero). *El peak oil del fracking está a la vuelta de la esquina: la industria que revolucionó el petróleo se apaga*. Cinco Días, disponible en: <https://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/12141990/02/23/El-peak-oil-del-fracking-esta-a-la-vuelta-de-la-esquina-la-industria-que-revolucion-el-petroleo-se-apaga.html>
- Nima, N., Maryam, F. & Zahra Karami, Z. (2020). The fall of oil Age: A scenario planning approach over the last peak oil of human history by 2040. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 188(1), 106827. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106827>
- Norouzi, N. Fani, M & Ziarani, Z. K (2020), The fall of oil Age: A escenario planning approach over the last peak oil of human history by 2040. *Journal of petroleum Science and Engineering*, 188(1) 106827. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106827>
- Norton, W. (1990). Work and Waste: Political Economy and Natural Philosophy in Nineteenth century Britain (I)-(III). *History of Science* 27, 28(1), 263-301; 391-449; 221-261. <https://doi.org/10.1177/007327538902700302>
- Nuez, I., & Osorio, J. (2019). Calculation of tourist sector electricity consumption and its cost in subsidised insular electrical systems: The case of the Canary Islands, Spain. *Energy Policy*, 132(1), 839-853. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.032>
- Nygren, E., Aleklett, K. & Höök, M. (2009). Aviation fuel and future oil production scenarios. *Energy Policy*, 37(1), 4003-4010. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.04.048>
- Odum H. T. (1994). *Ecological and General Systems: An Introduction to Systems Ecology*. Univ. Press of Colorado.
- Odum H. T. (1996). *Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making*. Wiley.
- Odum H. T. (2007). *Environment, Power and Society for the Twenty-First Century: The Hierarchy of Energy*. Columbia University Press.
- Odum, H. (1983). *Systems Ecology: An Introduction*. John Wiley and Sons Inc.

- Odum, H. T. (1971). *Environmet, Power and Society*. John Wiley & Sons Inc.
- Oilchange International (2020). Fracking Fiasco: *The Banks That Fueled The U.S. Shale Bust*. Disponible en: https://www.ran.org/wp-content/uploads/2020/09/RAN_OCI_Fracking_Fiasco.pdf
- OIM (2020). *Covid-19 and the State of Global Mobility in 2020*. Disponible online en: <https://publications.iom.int/books/covid-19-and-state-global-mobility-2020>
- OIT (2021). *La COVID-19 y el mundo del trabajo, 7ª edición*. Consultado en diciembre 2023. Disponible online en: https://www.ilo.org/global/topics/coronavirus/impacts-and-responses/WCMS_767045/lang--es/index.htm
- Olaya-Escobar, D. R. & Olaya-Escobar, E. S. (2022). Oil and its influence on the creation of a sustainable society: A systematic literature review. *Intangible Capital*, 18(3), 402. <https://doi.org/10.3926/ic.1833>
- Olson, R. & Halstead, E. H. (2007). The Fertilizer Nitrogen Problem. *Agricultural and Food Services, Environmental Science*, 149451061. <https://doi.org/10.2136/sssaj1956.03615995002000040015x>
- Oluka, N., Iyalla, I., Mahon, R., and J. Andrawus. (2023). Decarbonisation of Offshore Oil & Gas Production Platforms a Case Study of the North Sea. *Paper presented at the SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition*, Lagos, Nigeria. <https://doi.org/10.2118/217186-MS>
- OMT (2007). *Cambio climático y turismo. Responder a los retos mundiales*. Disponible online en: <https://www.uncclearn.org/wp-content/uploads/library/summarydavoss.pdf>
- OMT (2016). *Panorama del turismo internacional. Edición 2016*. Disponible online en: <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284418152>
- OMT (2019a). *Panorama del turismo internacional. Edición 2019*. <https://doi.org/10.18111/9789284421237>.
- OMT (2019b). *Transport-related Co² Emissions of the Tourism Sector-Modelling Results*. Disponible online en: <https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284416660>

- OMT (2020a). *Transport-related CO² Emissions of The Tourism Sector. Modelling Results*. Disponible online: <https://www.unwto.org/es/desarrollo-sostenible/cambio-climatico-emisiones-turismo> (9/10/2022).
- OMT (2020b). *Covid-19 y el sector turístico*. Disponible online en: <https://www.unwto.org/es/covid-19-y-sector-turistico-2020>
- Ordawey, S. H. (1953). *Resources and The American Dream, Including a Theory of the Limit of Growth*. The Ronald Press Company.
- Ortega, E. & Bacic, M. J. (2014). Social Metabolism Analysis Using Emergy, *Ecological Questions*, 19(1), 97-105, <https://doi.org/10.12775/EQ.2014.011>
- Osorio, J. (2010). La exclusión desde la lógica del capital. *Migración y Desarrollo*, 8(14), 89-104. ISSN: 2448-7783.
- Ostwald, W. (1902). *Naturwissenschaft*. Wentworth Press.
- Otero, I., Farrell, K. N., Pueyo, S., Kallis, G., Kehoe, L., Haberl, H., ... & Pe'Er, G. (2020). Biodiversity policy beyond economic growth. *Conservation letters*, 13(4), e12713. <https://doi.org/10.1111/conl.12713>
- Owen, T. E. & Humenick, M. (1986). Cost analysis of water pollution control during in situ production of bitumen from tar sand. *In Situ*, 10(2), 145-174. ISSN:1630-7305.
- Ozcan, B., Apergis, N. & Shahbaz, M. (2018). A revisit of the environmental Kuznets curve hypothesis for Turkey: new evidence from bootstrap rolling window causality. *Environmental Science Pollution Research*, 25(1), 32381–32394. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3165-x>
- Pablo-Romero, M., Sánchez-Braza, A., & Sánchez-Rivas, J. (2019). Tourism and electricity consumption in 9 European countries: a decomposition analysis approach. *Current Issues in Tourism*, 24(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1684881>
- Pablo-Romero, M. P., Sánchez-Braza, A. & García-Soto, M. A. (2023). The Impact of Tourism on Energy Consumption: A Sectorial Analysis for the Most Visited Countries in the World. *Economies*, 11(10), 263. <https://doi.org/10.3390/economies11100263>
- Page, J., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A.,

- Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L., Stewart, L., Thomas, J., Tricco, A., Welch, V., Whiting, P., Moher, D., Yepes-Nuñez, J., Urrútia, G., Romero-García, M. & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>.
- Panzer-Krause, S. (2017). Un-locking unsustainable tourism destination paths: The role of voluntary compliance of tourism businesses with sustainability certification on the island of Rügen. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie*, 61(3-4), 174-190. <https://doi.org/10.1515/zfw-2017-0013>
- Papavasileiou, E. F. and Tzouvanas, P. (2021). Tourism Carbon Kuznets-Curve Hypothesis: A Systematic Literature Review and a Paradigm Shift to a Corporation-Performance Perspective. *Journal of Travel Research*, 60(4), 896–911. <https://doi.org/10.1177/0047287520915276>
- Pata, U.K. and Balsalobre-Lorente, D. (2021). Exploring the impact of tourism and energy consumption on the load capacity factor in Turkey: a novel dynamic ARDL approach. *Environmental Science Pollution Research*, 29(1), 13491–13503. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16675-4>
- Paulson, S. (2017). Degrowth: culture, power and change. *Journal of Political Ecology*, 24(1), 425-448. <https://doi.org/10.2458/v24i1.20882>
- Pearce, D. & Kerry, T. (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Celeste Ediciones.
- Peels, R. (2018). *A Conceptual Map of Scientism” in Scientism: Prospects and Problems*, ed. Jeroen de Ridder, Rik Peels and René van Woudenberg, Oxford University Press, 28-56. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190462758.003.0002>
- Peeters, P. M. (2017). *Tourism's impact on climate change and its mitigation challenges: How can tourism become climatically sustainable?* Delft University of Technology. <https://doi.org/10.4233/uuid:615ac06e-d389-4c6c-810e-7a4ab5818e8d>
- Peeters, P., Gössling, S. & Becken, S. (2006). Innovation towards tourism sustainability: Climate change and aviation. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 1(3), 184-200. <https://doi.org/10.1504/IJISD.2006.012421>

- Peinado, M. (2014). *El Fracking, ¡Vaya timo!* Post Carbon Institute.
- Peinado, M. (2013). *Perfora, chico, perfora ¿Pueden los combustibles fósiles introducirnos en una nueva era de abundancia energética?* Post Carbon Institute.
- Pengue, W. (2009). *Fundamentos de Economía Ecológica*. Kaicron.
- Pereiro, X (2020). Antropología del turismo: ¿para qué? ¿y para quién? Crítica de la razón turística». *Disparidades. Revista de Antropología*, 75(1), 1-6. <https://doi.org/10.3989/dra.2020.001b>
- Pérez de las Heras, M. (2004). Turismo sostenible: hacia una industria económica, social y ambientalmente responsable. *Meda*, 21(1), 74-80. ISSN:1579-4539.
- Pérez Soto, Carlos (2008). *Desde Hegel. Hacia una crítica radical de las ciencias sociales*. Itaca.
- Pérez-Neira, D. (2010). *Economía, Energía, Retomando el Debate: el Caso Aplicado a la Agricultura y Ganadería Ecológica en Andalucía*. Tesis doctoral inédita. UNIA.
- Perissi, I., Lavacchi, A. & Bardi, U. (2021). The role of energy return on energy invested (EROEI) in complex adaptative systems. *Energies*, 14(24), 8411. <https://doi.org/10.3390/en14248411>
- Pfaundler, L. (1902): *Die Weltwirtschaft imLichte der Physik*. Deutsche Revue, 22, abril-junio, 29-38, 171-82.
- Pfaundler, L. (1906). *Die Physik des täglichen Lebens. Gemeinverständlich dargestellt*. Mit 464 Abbildungen.
- Phillips, L. (2020). *Austerity ecology & the collapse-porn addicts: A Defence of Growth, Progress, Industry and Stuff*. Zero Books.
- Phillips, L. (2019, August 30). *The growth delusión*. Open Democracy. Consultado en diciembre 2023. Disponible online en: <https://www.opendemocracy.net/en/oureconomy/degrowth-delusion/>
- Podolinsky, S. A. (1880). Trud cheloveka i ego ot- noshenie k raspredeleniiu energí. *Slovo*, 4(5), 135-211.
- Polanyi, K. (1944). *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*. Beacon Press.

Poliseli, L. (2020). Emergence of scientific understanding in real-time ecological research practice. *History and Philosophy of the Life Science*, 42(51). <https://doi.org/10.1007/s40656-020-00338-7>

Popper, K. (1934). *Logik der Forschung*. Tübingen.

Pranckuté, R. (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: The Titans of Bibliographic Information in Today's Academic World. *Publications*, 9(12), 1-59. <https://doi.org/10-3390/publications9010012>

Prasad, K., & Singh, A. (2014). Towards Low Carbon Hotels in the Pacific Region: A Study of Energy Consumption and Efficiency in Hotels Using Models Based on Energy Performance Indicators. *Climate Change in the Asia-Pacific Region*, 14(1), 357-374. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14938-7_21

Prieto, P. & Hall, C. (2012). *Spain's Photovoltaic Revolution. The Energy Return on Investment*. Springer.

Prigogine I, & George C. (1983). The second law as a selection principle: The microscopic theory of dissipative processes in quantum systems. *Proc Natl Acad Sci*, 80(14), 4590-4. <https://doi.org/10.1073/pnas.80.14.4590>

Prigogine I. (1978). Time, structure, and fluctuations. *Science*, 1(201), 777-785, <https://doi.org/10.1126/science.201.4358.777>

Prigogine I. (1983). *¿Tan solo una ilusión?* Tusquets.

Prigogine, I & Stengers, I. (1990). *La Nueva Alianza*. Alianza.

Prigogine, I. & Stengers, I. (2018). *Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*. Verso Books.

Prigogine, I. (2017). *Non-Equilibrium Statistical Mechanics*. Dover Publications Inc.

Rabinbach, A. (1992). *The Human Motor: Energy, Fatigue and the Origins of Modernity*. University of California Press.

Raeuchle, S. K., Hamilton, D. S. & Uzcátegui, M. (1997). Integrating 3-D seismic imaging and seismic attribute analysis with genetic stratigraphy; Implications for infield reserve growth and fiel extensión, Budare Field, Venezuela. *Geophysics*, 62(5), 1510-1523. ISSN: 0016-8033.

Ragnarsdottir, K. V., Sverdrup, H. U., Koca, D. (2011). Challenging the planetary boundaries I: Basic principles of an integrated model for phosphorous supply dynamics and global population size. *Applied Geochemistry*, 26(1), Supplement, S303-S306, <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2011.03.088>

Rahman, S.M.M., Kim, J. & Laratte, B. (2021). Disruption in circularity? Impact analysis of COVID-19 on ship recycling using Weibull tonnage estimation and scenario analysis method. *Resour. Conserv. Recycl.*, 164(1), 105139. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105139>

Ramos, S. P. & Mundet, L. (2021) Tourism-phobia in Barcelona: dismantling discursive strategies and power games in the construction of a sustainable tourist city. *Journal of Tourism and Cultural Change*, 19(1), 113-131. <https://doi.org/10.1080/14766825.2020.1752224>

Rasoolimanesh, S. M., Ramakrishna, S., Hall, M. C., Esfandiar, K. & Seyfi, S. (2020). A Systematic Scoping Review of Sustainable Tourism Indicators in Relation to the Sustainable Development Goals. *Journal of Sustainable Tourism*, 31(7), 1497-1517. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1775621>

Rätzer, M., Hartz, R. and Winkler, I. (2018). Editorial: Post-Growth Organizations. *Management Revue* 29(3), 193–331. <https://doi.org/10.5771/0935-9915-2018-3-193>

Rauf, A., Ahmad, F., Shehzad, K., Chandio, A., Irfan, M., Abid, S., Jinkai, L. & Boggia, A. (2021). Do Tourism Development, Energy Consumption and Transportation Demolish Sustainable Environments? Evidence from Chinese Provinces. *Sustainability*, 13(1), 12361. <https://doi.org/10.3390/su132212361>

Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment & Urbanization*, 4(2), 121-130. <https://doi.org/10.1177/09562478920040>

Reifsnider, E. (2022). President's pen: The importance of peer review. *Research in Nursing and Health*, 45(3), 270-271. <https://doi.org/10.1002/nur.22224>

Renaud, L. (2020). Reconsidering global mobility – distancing from mass cruise tourism in the aftermath of COVID-19. *Tourism Geographies*, 22(3), 679-689. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1762116>

- Renkert, S. R. (2019). Community-owned tourism and degrowth: a case study in the Kichwa Añangu community. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(12), 1893-1908. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1660669>
- Repsol (2023). *Anuario estadístico energético*. Fecha de consulta:12/2023. Disponible en:<https://www.repsol.com/es/tecnologia-digitalizacion/anuario-energetico/index.cshtml>
- Ribeiro, S. & Soromenho-Marques, V. (2022). The Techno-Optimist of Climate Change: Science Communication or Technowashing? *Societies*, 12(2), 64. <https://doi.org/10.3390/soc12020064>
- Riechmann, J. (1995). *Desarrollo sostenible: La lucha por la interpretación. De la economía a la Ecología*. Trotta.
- Riehl S, Pustovoytov KE, Weippert H, Klett S, Hole F. (2014). Drought stress variability in ancient Near Eastern agricultural systems evidenced by $\delta^{13}\text{C}$ in barley grain. *Proc Natl Acad Sci*, 111(34), 12348-12353. <https://doi.org/10.1073/pnas.1409516111>
- Riehl, S., Zeidi, M. & Conard, N. J. (2013). Emergence of agriculture in the foothills of the Zagros Mountains of Iran. *Science*. 5(1), 341(6141), 65-67. <https://doi.org/10.1126/science.1236743>
- Roca, J. A. (2023, 25 de noviembre). *El estrecho de Ormuz es el punto de estrangulamiento más importante del mundo para el tránsito de petróleo*. El Periódico de la Energía, disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-estrecho-de-ormuz-es-el-punto-de-estrangulamiento-mas-importante-del-mundo-para-el-transito-de-petroleo/>
- Rockström, J., W., Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S., Chapin, III, E., Lambin, T. M., Lenton, M., Scheffer, C., Folke, H., Schellnhuber, B., Nykvist, C. A., de Wit, T., Hughes, S., van der Leeuw, H., Rodhe, S., Sörlin, P. K., Snyder, R., Costanza, U., Svedin, M., Falkenmark, L., Karlberg, R. W., Corell, V. J., Fabry, J., Hansen, B., Walker, D., Liverman, D., Richardson, P., Crutzen, P. & Foley, J. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2), 32. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>. ISSN: 1708-3087.
- Roddier, F. (2020). *The Thermodynamics of evolution: Essay*. Editions Parole.
- Rodolphe, C. (2023). *Contra el turismo, ¿podemos seguir viajando?* Ediciones el salmón.

Rodriguez, F. (2022). Sanctions and Oil Production: Evidence from Venezuela's Orinoco Basin. *Latin American Economic Review*, 31(6), 4735. <https://doi.org/10.47872/laer.v31.33>

Rodríguez-Jiménez, A. & Pérez-Jacinto, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *EAN*, 82(1), 179-200. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>

Rogers, H.D., 1863, Coal and petroleum. *Harper's New Monthly Magazine*, 27(1), 259-264.

Romero-Padilla, Y., Cerezo-Medina, A., Navarro-Jurado, E., Romero-Martínez, J. M. & Guevara-Plaza, A. (2019). Conflicts in the tourist city from the perspective of local social movements. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 83(1), 2837, 1–35. <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2837>

Rostow, W.W. (1961). *Las Etapas del Crecimiento Económico: un Manifiesto no Comunista*. Fondo de cultura económica.

Roy, A., Dutta, T., Li, Y. (2023). Human development at the cost of the environment? An application of planetary pressures-adjusted human development index in the lens of planetary boundaries. *Environ Sci. Pollut. Res.*, 30(1), 32383–32405. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24399-2>

Rui, W., Nabila, A., Suchang, Y. & Fayyaz, A. (2023). From crisis to resilience: Strengthening climate action in OCDE countries through environmental policy and energy transition. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30(54), 115480-115495. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29970-z>

Sæþórsdóttir A. D., Hall, C. M. & Wendt, M. (2020). From Boiling to Frozen? The Rise and Fall of International Tourism to Iceland in the Era of Overtourism. *Environments*, 7(8), 59. <https://doi.org/10.3390/environments7080059>

Salehi, M., Filimonau, V., Asadzadeh, M. & Ghaderi, E. (2021). Strategies to improve energy and carbon efficiency of luxury hotels in Iran. *Sustainable Production and Consumption*, 26(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.007>

- Salinas-Chavez, E. & La O Osorio, J. A. (2006). Turismo y sustentabilidad: de la teoría a la práctica en Cuba. *Cudernos de Turismo*, 17(1), 201-221. <https://doi.org/10.3989/egeogr.1996.i223.670>
- Samuelson, P. A. & Nordhaus, W. D. (2006). *Economis*. McGraaw-Hill Interamericana.
- Sánchez-Ron, J. M. (2012). *Energía. Una historia del progreso y desarrollo de la humanidad*. CSIC & Lunwerg Editores.
- Sánchez-Ron, J. M. (2016). *El Siglo de la Ciencia*. Taurus.
- Sandri, P. M. (2020, 12 de septiembre). *La revolución del “fracking” se convierte en un fiasco*. Economía, La Vanguardia.
- Sani T, Prada F, Radi G, Caroselli E, Falini G, Dubinsky Z, Goffredo S. (2023). Ocean warming and acidification detrimentally affect coral tissue regeneration at a Mediterranean CO² vent. *Sci. Total. Environ.*, 12(906), 167789. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167789>.
- Santín-Peña, O. (2015). La política exterior candiense en el gobierno de Stephen Harper: entre la convicción y la polémica. *Norteamérica*, 2(1), 14-19. ISSN 2448-7228
- Santos, J. (2013). *Hydraulic Fracturing: Stimulating the coal seam to generate gas. Flow Fact sheet*. GLNG Project.
- Sanyé-Mengual, E., Romanos, H., Molina, C., Oliver, M., Ruiz, N., Pérez, M., Carreras M., Boada, M., Garcia-Orellana, J., Duch, J., & Rieradevall, J. (2014). Environmental and self-sufficiency assessment of the energy metabolism of tourist hubs on Mediterranean Islands: The case of Menorca (Spain). *Energy Policy*, 65(1), 377–387. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.011>
- Sattraburut, T., Prueksakorn, K., Kitcharoen, T., Amattayakul, T. Pinituwan, P. & Pratum, C. (2024). The Connection between Phuket’s Water Supply and the Hotel Sector’s Water Use for Assessment of Tourism Carrying Capacity. *Sustainability*, 16(2), 621. <https://doi.org/10.3390/su16020621>
- Scalia, M., Angelini, A., Fraioli, F., Mattioli, G. F., Ragnisco, O. & Saviliano, M. (2020). An Ecology and Economi Coupling Model. A global satitionary state model for a sustainable economy in the Hamiltonian formalism. *Ecological Economics*, 172(1), 106497. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106497>

- Schmid, B. (2019). Degrowth and Post-capitalism: Transformative Geographies beyond Accumulation and Growth. *Geography Compass*, 13(11), e12470. <https://doi.org/10.1111/gec3.12470>
- Schneider, E. D. & Sagan, D. (2008). *La Termodinámica de la Vida*. Editorial Juventud.
- Schneider, F., Kallis, G. & Martínez-Alier, J. (2010). Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue. *Journal of Cleaner Production*, 16(6), 511-518. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.01.014>
- Scott, D., and Gössling, S. (2022). A review of research into tourism and climate change -Launching the annals of tourism research curated collection on tourism and climate change. *Annals of Tourism Research*, 95(1), 103409. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2022.103409>
- Scott, D., Hall, C. M., & Gössling, S. (2019). Global tourism vulnerability to climate change. *Annals of Tourism Research*, 77(1), 49–61. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.05.007>
- Scott, D., Hall, C. M., Rushton, B. & Gössling, S. (2023). A review of the IPCC Sixth Assessment and implications for tourism development and sectoral climate action. *Journal of Sustainable Tourism*, 18(1), 14-27 <https://doi.org/10.1080/09669582.2023.2195597>
- Selley, C. & Sonnenberg, S. A. (2022). *Elements of Petroleum Geology*, Academic Press.
- Semieniuk, G. (2024). Inconsistent definitions of GDP: Implications for estimates of decoupling. *Ecological Economics*, 215(1), 108000. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108000>
- Sempere, J. & Tello, E. (2007). *El final de la era del petróleo barato*. Icaria editorial.
- Sepulveda, J. E. & Miller, J. D. (1974). Separation of Bitumen from Utah Tar Sands by a Hot Water Digestion-Flotation Technique. *Min. Eng.*, 30(9), 1311-1320.
- Sghaier, A., Guizani, A., Ben Jabeur, S., & Nurunnabi, M. (2019). Tourism development, energy consumption and environmental quality in Tunisia, Egypt and Morocco: a trivariate analysis. *GeoJournal*, 84(1), 593-609. <https://doi.org/10.1007/s10708-018-9878-z>

- Shahbaz, M., Bashir, M. F., Bashir, M.A. & Shahzad, L. (2021). A bibliometric analysis and systematic literature review of tourism-environmental degradation nexus. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(41), 58241-58257. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14798-2>
- Shea, M. (2023). Value Incommensurability in Natural Law Ethics: A Clarification and Critique. *American Catholic Philosophical Quarterly*, 97(3), 361-386. <https://doi.org/10.5840/acpq2023821275>
- Shepovalova, O., Arbuzov, Y., Evdokimov, V., Pavel, I. & Suslov, K. (2023). Assessment of the Gross, Technical and Economic Potential of Region`s Solar Energy for Photovoltaic Energetics. *Energies*, 16(3), 1262. <https://doi.org/10.3390/en16031262>
- Shiller, R. J. (2008). *El estallido de la burbuja: Como se llegó a la crisis y cómo salir de ella*. Gestión 2000.
- Smil, V. (2006). *Energy: A Beginner's Guide*. The MIT Press, USA.
- Smil, V. (2010). *Energy Myths and Realities: Bringing Science to the Energy Policy Debate*. AEI Press
- Smil, V. (2013). *Biomass Energies*. Springer.
- Smil, V. (2015). *Natural Gas: Fuel for the 21st Century*. John Wiley and Sons Ltd.
- Smil, V. (2017). *Energy and Civilization. A history*, The MIT Press.
- Smil, V. (2021). *Grand Transitions: How the Modern World Was Made*. Oxford University Press, USA.
- Smil, V. (2022). *How the World Really Works: The Science Behind How We Got Here and Where We're Going*. Viking.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, W. Strahan & T. Cadell.
- Soddy, F. (1926). *Wealth, Virtual Wealth and Debt*. Horner y Co.
- Soddy, F. (1933). *Money versus Man: A statement of the world problema from the standpoint of the new economics*. E. P., Dutton.

- Soddy, F. (1934). *The Role of Money: What it Should Be, Contrasted with What it Has Become*. Routledge.
- Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Solow, R. M. (1991). Sustainability: An Economist's Perspective. *Economics of the Environment*. Dorfman.
- Solow, R. M. (1992). *An almost Practical Step towards Sustainability*. Conferencia pronunciada con motivo del 40 aniversario de Resources for the Future, 8-10-1991.
- Solow, R. M. (1997). Georgescu-Roegen versus Solow-Stiglitz. *Ecological Economics* 22(3), 267–268. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00081-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00081-5)
- Steffen, W., Richardson, K. & Rockström, J. (2020). The emergence and evolution of Earth System Science. *Nat. Rev. Earth Environ.*, 1(1), 54–63. <https://doi.org/10.1038/s43017-019-0005-6>
- Stiglitz, J. E. (1997). Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz. *Ecological economics*, 22(1), 269-270. [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(97\)00092-x](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(97)00092-x)
- Sun, Y., Bao, Q., Siao-Yun, W., Islam, M. u., & Razzaq, A. (2022a). Renewable energy transition and environmental sustainability through economic complexity in BRICS countries: Fresh insights from novel Method of Moments Quantile regression. *Renewable Energy*, 184(1), 1165–1176. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.12.003>
- Sun, Y. Y., Gossling, S. and Zhou, W. (2022b). Does tourism increase or decrease carbon emissions? A systematic review. *Annals of Tourism Research*, 97(1), 103502. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2022.103502>
- Suton, R. & Staw, B. (1995). What theory is not. *Administrative Science Quarterly*, 40(1), 371-384. <https://doi.org/10.2307/2393788>
- Swanson, D. & Suzuki, Y. (2020). COVID-19 Carves New Facets of Supply Chain Disruption. *Transportation Journal*, 59(4), 325–334. <https://doi.org/10.5325/transportationj.59.4.0325>
- Sylvan, D. & Majeski, S. 2009). *U.S. Foreign Policy in Perspective: Clients, enemies and empire*. Routledge.

- Tallgauer, M. & Schank, C. (2024). Challenging the growth-prosperity Nexus: Redefining undergraduate economics education for the Anthropocene. *Ecological Economics*, 216(1), 108026. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108026>
- Tang, C. & Tan, E. C. (2013). How stable is the tourism-led growth hypothesis in Malaysia? Evidence from disaggregated tourism markets. *Tourism Management*, 37(1), 52-57. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.12.014>
- Tang, C., Zhong, L., Fan, W., & Cheng, S. (2015). Energy consumption and carbon emission for tourism transport in World Heritage Sites: A case of the Wulingyuan area in China. *Natural Resources Forum*, 39(1), 134-150. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12067>
- Tang, C., Zhong, L., & Jiang, Q. (2018). Energy efficiency and carbon efficiency of tourism industry in destination. *Energy Efficiency*, 11(3), 539-558. <https://doi.org/10.1007/s12053-017-9598-0>
- Tekin, O., Çetin, M., Varol, T., Ozel, H., Sevik, H., Zeren, C. İ., 2022. Altitudinal Migration of Species of Fir (*Abies* spp.) in Adaptation to Climate Change. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(1), 385. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05851-y>
- Thomas, S., Settemsdal, S. & Valen, A. O. (2021). *Cost-Effectively Modernizing Offshore Drilling Line-Ups with DC Power Grids and Energy Storage*. Paper presented at the Offshore Technology Conference, Virtual and Houston, Texas. <https://doi.org/10.4043/31264-MS>
- Torrez-Lezama, V. & Bocangel, E. P. A. (2013). *Antropología del turismo: la industria sin chimeneas*. Tinkuy.
- Torrez-Lopez, J. (2010). *La Crisis de las Hipotecas Basura*. Sequitur.
- Torrez-Márquez, A. (2023, treinta y uno de octubre). *Niveles críticos de disponibilidad de diésel amenazan las cosechas en zonas agrícolas*. Crónica Uno, disponible en: <https://cronica.uno/niveles-criticos-de-diesel-amenazan-las-cosechas-agricolas/>
- Trainor, S. F. (2006). Realms of value: Conflicting natural resource values and incommensurability. *Environmental Values*, 15(1), 3-29. <https://doi.org/10.3197/096327106776678951>

- Tridents, (2023). *Ventas mundiales de coches eléctricos y estadísticas de vehículos eléctricos*. Disponible online en: <https://tridentstechnology.com/es/estadisticas-de-ventas-de-coches-electricos>
- Trull-Dominguez, O., Peiró-Signes, A., & Garcia-Diaz, J.C. (2019). Electricity Forecasting Improvement in a Destination Using Tourism Indicators. *Sustainability*, 11(1), 3656. <https://doi.org/10.3390/su11133656>
- Tucker, H. & Akama, J. (2012). Tourism as Postcolonialism, in: *The SAGE handbook of Tourism Studies*. <https://doi.org/10.4135/9780857021076>
- Turiel-Martínez, A. (2020). *Petrocalipsis: Crisis Energética Global y Como no la Vamos a Solucionar*. Alfabeto.
- Turiel-Martínez, A. (2022). *Sin energía: Pequeña Guía para el Gran Descenso*. Alfabeto.
- Tverberg, G. (2012). Oil Supply Limits and the Continuing Financial Crisis. *Energy*, 37(1), 27-34, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.05.049>
- UFOP (2023). *Biodiesel & Co. Deadline*.
- USGS (2007). *Mineral commodity summaries*. US Geology Department Press. Disponible en línea: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs>
- Valenzuela-Feijóo, J. C. (2013). La Economía: ¿ciencia o algo parecido a la ciencia?, *Economía Informa*, 380(1), 5-27. [https://doi.org/10.1016/S0185-0849\(13\)71318-5](https://doi.org/10.1016/S0185-0849(13)71318-5)
- Valero, A. & Valero, A. (2019). Thermodynamic Rarity and Recyclability of Raw Materials in the Energy Transition: The Need for an In-Spiral Economy. *Entropy*, 21(9), 873. <https://doi.org/10.3390/e21090873>
- Valero, A., Valero, A., & Calvo, G. (2021a). *Thanatia. Límites materiales de la transición energética*. Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Valero, A., Valero, A., Calvo, G. & Ortego, A. (2018b). Material bottlenecks in the future development of Green technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93(1), 178-200. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.041>
- Valero, A., Valero, A., Calvo, G., Ortego, A., Ascaso, S. & Palacios, J.L. (2018a). Global material requirements for the energy transition. An exergy flow analysis of

decarbonisation pathways. *Energy*, 159(1), 1175-1184.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.149>

Valero-Capilla, A., Valero-Delgado, A. & Calvo-Sevillano, G. (2021b). Resumen y análisis crítico del informe especial de la Agencia Internacional de la Energía: El Rol de los minerales críticos en la transición hacia energías limpias. *Revista de Metalurgia*, 57(2), 197-206. <https://doi.org/10.3989/revmetalm.197>

Valipour, H., Mollasalehi, H., Bakhtiary, A. B., Fazeli, S. M., Whitlam, J. & Grezak, A. (2023). Subsistence Economy of the Late Neolithic Society of Tepe Khaleseh. *Journal of Archaeological Studies*, 15(1), 325-353, <https://doi.org/10.22059/jarcs.2022.309355.142921>

Valladares, C. & Rojas, G. (2020). Study of the maximum retrograde condensate of Eastern Venezuela oil and gas reservoirs and its impact on liquid reserves. *Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference Proceedings*, 20(1), 161874. <https://doi.org/10.2118/21060-MS>

van de Ven, D. J., Capellán-Pérez, I., Arto, I. Cazarro, I. de Castro, C. Patel, P. & González-Eguino, M. (2021). The potential land requirements and related land use change emissions of solar energy. *Sci. Rep.*, 11(1), 2907. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82042-5>

Varol, T., Canturk, U., Çetin, M., Ozel, H., Sevik, H., Zeren C. İ., 2022b. Identifying the suitable habitats for Anatolian boxwood (*Buxus sempervirens* L.) for the future regarding the climate change. *Theoretical and Applied Climatology*, 150(1), 637-647. <https://doi.org/10.1007/s00704-022-04179-1>

Varol, T., Çetin, M., Ozel, H., Sevik, H., Zeren, C. I., 2022a. The Effects of Climate Change Scenarios on *Carpinus betulus* and *Carpinus orientalis* in Europe. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(1), 45. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05516-w>

Vázquez-García, J. (2015). *La Guerra de Yom Kippur*. Galland Books Editorial.

Verdon-Kidd, D. C., Sandi, S. G., Metcalfe, A. G., Kidd, L. J. (2023). Challenges of classifying and mapping perennial freshwater systems within highly variable climate zones: A case study in the Murray Darling Basin, Australia. *Science of The Total Environment*, 905(1), 167260. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167260>

Vernadsky, V. I. (1997). *La Biosfera*. Fundación Argentaria/Visor, Fundación César Manrique. Disponible online en: <https://bit.ly/3N5SakL>

Verona-Martel, M. C. & Déniz-Mayor, J. J. (2011). Las agencias de rating y la crisis financiera de 2008. ¿El fin de un poder sin control? *Criterio Libre*, 9(14), 127-160. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2011v9n14.1234>

Victor, P. A. (1991). Indicators of sustainable development: some lessons from capital theory. *Ecological Economics*, 4(1), 191-213. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(91\)90051-f](https://doi.org/10.1016/0921-8009(91)90051-f)

Victor, P. A. (2010). Questioning economic growth, *Nature*, 468(1). 370-371. <https://doi.org/10.1038/468370a>

Victor, P. A. (2019). *Managing without Growth: Slower by Design, not Disaster*. Elgar.

Vivien, F. D., Nieddu, M., Befort, N., Debref, R. & Giampietro, M. (2019). The hijacking of the bioeconomy. *Ecological Economics*, 159(1), 189-197, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.027>

von Bertalanffy, L. (1949). *Problems of Organic Growth*. *Nature*, 163(1), 156-158. <https://doi.org/10.1038/163156a0>

von Hayek, F. A. (1940). La libertad y el sistema económico. *El Trimestre Económico*, 6(24), 666–700. Recuperado a partir de <https://www.eltrimestreeconomico.com.mx/index.php/te/article/view/1653>

von Mises, L. (1949). *Human Action: A Treatise On Economics*. Hammond, Kessinger Publishing.

Wallenborn, G. & Gillis, P. (2007). L'économie et la Thermodynamique: analyse critique des thèses de Georgescu-Roegen. *Cahiers Marxistes*, 235(1), 139-155. ISSN: 0591-0633.

Walras, L. (1874). *Éléments D'Économie Politique Pure ou Théorie de la Richesse Sociale*. L. Corbaz & C^{ie}.

Wang, J., Sun, Y., Zhang, L., Zhang, S., Feng, L. & Morrison, A. M. (2024). Effect of Display Methods on Intentions to Use Virtual Reality in Museum Tourism. *Journal of Travel Research*, 63(2), 314-334. <https://doi.org/10.1177/00472875231164987>

- Wang, Y. & Dong, S. (2023). Analytical investigation on a wave energy converter-dual-arc breakwater integration system. *Energy*, 285(1), 129373. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129373>
- Wang, Y. (2020). High-density completion volume fracturing technology for vertical wells in tight gas reservoirs in Dehui fault depression. *Well Testing*, 29(6), 55-61. <https://doi.org/10.19680/j.cnki.1004-4388.2020.06.010>
- Wang, Y., Kang, L., Wu, X., Xiao, Y., (2013). Estimating the environmental Kuznets curve for ecological footprint at the global level: A spatial econometric approach. *Ecological Indicators*, 34(1), 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.03.021>
- Warren, C. and Becken, S. (2017). Saving energy and water in tourist accommodation: A systematic literature review (1987–2015). *International Journal of Tourism Research*, 19(3), 289-303. <https://doi.org/10.1002/jtr.2112>
- Watcharasukarn, M., Page, S. & Krumdieck, S. (2012). Virtual reality simulation game approach to investigate transport adaptive capacity for peak oil planning. *Transportation Research Part A. Policy and Practice*, 46(2), 348-367. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.10.003>
- Weetman, C. (2020). *A Circular Economy Handbook: How to Build a More Resilient, Competitive and Sustainable Business*. Kogan Page.
- Wegerer, P. K. & Nadegger, M. (2023). It's time to act! Understanding online resistance against tourism development projects. *Journal of Sustainable Tourism*, 31(2), 425-441. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1853761>
- Weiler, B., Moyle, B. D., Scherrer, P. & Hill, M. (2019). Demarketing an iconic national park experience: Receptiveness of past, current and potential visitors to selected strategies. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 25(1), 122-131. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2018.06.001>
- Weiss, M. & Cattaneo, C. (2017). Degrowth-Taking Stock and Reviewing and Emerging Academic Paradigm. *Ecological Economics*, 137(1), 220-230. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.01.014>

Wiatros-Motyka, M. (2023). *Global Electric Review*. EMBER. Disponible online en: <https://ember-climate.org/es/an%C3%A1lisis/investigaci%C3%B3n/global-electricity-review-2023/>

Wienhues, A. (2022). Respecting the Nonhuman Other: Individual Natural Otherness and the Case for Incommensurability of Moral Standing. *Environmental Values*, 31(6), 637-656. <https://doi.org/10.3197/096327121X16328186623913>

Wilhelm, D. J., Simbeck, D. R., Karp, A. D. & Dickenson, R. L. (2001). Syngas production for gas-to-liquids applications: technologies, issues and outlook. *Fuel Processing Technology*, 139(1),71. [https://doi.org/10.1016/S0378-3820\(01\)00140-0](https://doi.org/10.1016/S0378-3820(01)00140-0)

Williams, T. A. and Shepherd, D. A. (2017). Mixed method social network analysis: Combining inductive concept development, content analysis, and secondary data for quantitative analysis. *Organizational Research Methods*, 20(2), 268-298. <https://doi.org/10.1177/1094428115610807>

Wilmot, T. (1985). *Inside the Over the Counter Market*. Praeger.

WNA, (2009). *Military Warhead as a Source of Nuclear Fuel*. Informe de la World Nuclear Association, octubre 2009. <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/uranium-resources/military-warheads-as-a-source-of-nuclear-fuel.aspx>

World Commission on Environment and Development, (WCED), (1987). *Our common future*. Oxford, University Press.

World Energy Council (2010). *Eficiencia Energética, una Receta para el Éxito*.

Disponible en línea:

https://www.worldenergy.org/assets/downloads/PUB_Eficiencia_Energetica_Una_receta_para_el_exito_2010_WEC.pdf

World Tourism Organization (UNWTO), (2017). *Communities' protests over tourism a wake-up call to the sector*. Press Release 17120. Consultado en noviembre 223. Disponible online en: <http://media.unwto.org/press-release/2017-11-08/communities-protests-over-tourism-wake-call-secto>

World Tourism Organization (UNWTO), (2018). *'Overtourism'? -Understanding and Managing Urban Tourism Growth beyond Perceptions*. Executive Summary. Consultado

en noviembre 2023. Disponible online en: <https://doi.org/10.18111/9789284420070>, disponible en: <https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284420070>

World Tourism Organization (UNWTO), (2021). *World Tourism Barometer*,19(1), Consultado en diciembre 2023, disponible online: <https://www.unwto.org/news/2020-worst-year-in-tourism-history-with-1-billion-fewer-international-arrivals>

Wowra, K.; Zeller, V.; Schebek, L. (2022). Evaluation of the Environmental Performance of Cropping Systems under Different Nitrogen Management Scenarios Considering Regional Nitrogen Resilience. *Sustainability*, 14(1), 15286. <https://doi.org/10.3390/su142215286>

WTTC (2019). Travel and Tourism: *Benchmarking Trends Report 2019*. World Travel & Tourism Council. Disponible online: <https://wttc.org/en-gb/Research/Economic-Impact/Benchmarking> (03/06/2022).

WTTC (2020). Travel and Tourism: *Benchmarking Trends Report 2020*. World Travel & Tourism Council. Consultado en diciembre 2023. Disponible online: <https://wttc.org/research/economic-impact>

WTTC (2020). *World Economic Impact Report*. Consultado en diciembre 2023. Disponible online en: <https://wttc.org/Portals/0/Documents/Reports/2020/Global%20Economic%20Impact%20Trends%202020.pdf?ver=2021-02-25-183118-360>

WTTC (2023). *World Economic Impact Report*. Consultado en noviembre 2023. Disponible online en: <https://researchhub.wttc.org/product/world-economic-impact-report-2023>

Wu, B., Lin, R., Bose, A., Huerta, J. D., Kang, X., Deng, C. & Murphy, J. D. (2023). Economic and environmental viability of biofuel production from organic wastes: A pathway towards competitive carbon neutrality. *Energy*, 285(1), 129322. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129322>

Wu, Y. S. (2016). *Multiphase Fluid Flow in Porous and Fractured Reservoirs, Chapter 11 - Multiphase Fluid and Heat Flow Coupled with Geomechanics*. Gulf Professional Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803848-2.00011-8>

- Wu, Y., Wang, C., Zhang Z. & Ge Y. (2022). Subsistence, Environment, and Society in the Taihu Lake Area during the Neolithic Era from a Dietary Perspective. *Land*, 11(8),1229. <https://doi.org/10.3390/land11081229>
- Xing, Z., Zhao, S., Guo, W., Meng, F., Guo, X., Wang, S. & He, H. (2023). Coal resources under carbon peak: Segmentation of massive laser point clouds for coal mining in underground dusty environments using integrated graph Deep learning model. *Energy*, 285(1), 12877. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128771>
- Xu, A., Elomri, L., Kerbache, L. & El Omri, A. (2020). Impacts of COVID-19 on Global Supply Chains: Facts and Perspectives. *Engineering Management Review*, 48(3), 153-166. <https://doi.org/10.1109/EMR.2020.3018420>
- Xu, A., Wang, C., Tang, D., & Ye, W. (2022). Tourism circular economy: Identification and measurement of tourism industry ecologization. *Ecological Indicators*, 144(1), 109476. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109476>
- Xu, Z., Elomri, A., El Omri, A., Kerbache, L. & Liu, H. (2021). The Compounded Effects of COVID-19 Pandemic and Desert Locust Outbreak on Food Security and Food Supply Chain. *Sustainability*, 13(3), 1063. <https://doi.org/10.3390/su13031063>
- Yang, B. A., Liang, Z. & Li, X. (2021). Monitoring the global COVID-19 impact on tourism: The COVID19 tourism index. *Annals of Tourism Research*, 90(1), 103120. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.103120>
- Yergin, D. (1992). *Historia del petróleo*. Plaza y Janes Editores.
- Yergin, D. (2009). *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money Power*. Simon & Schuster Ltd.
- Yergin, D. (2021). *The New Map: Energy, Climate, and the Clash of Nations*. Penguin.
- Yesüren, S. & Hale, O. C. (2024). The effect of virtual reality experience quality on destination visit intention and virtual reality travel intention. *Journal of Hospitality and Tourism Tecnology*, 15(1), 70-103. <https://doi.org/10.1108/JHTT-02-2023-0046>
- Yoder, C (1995). Astrometric and geodetic propieties of the Earth and Solar System. In Ahrens, T. J. (1936). *Global Earth Physics: A handbook of physical constants*. American Geophysical Unión, 1-31.

- Zeren C. İ., Sevik, H., 2020. Investigation of the relationship between bioclimatic comfort and land use by using GIS and RS techniques in Trabzon. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(1), 71. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-8029-4>
- Zhang, Q., Jiang X., Tong D., Davis S. J., Zhao, H., Geng, G., Feng, T., Zheng, B., Lu, Z., Streets, D. G., Ni, R., Brauer, M., van Donkelaar, A., Martin, R.V., Huo, H., Liu, Z., Pan, D., Kan, H., Yan, Y., Lin, J., He, K. & Guan, D. (2017). Transboundary health impacts of transported global air pollution and international trade. *Nature*, 29(543),705-709. <https://doi.org/10.1038/nature21712>
- Zhao, X., Gao, S., Ouyang, Da., Chen, S., Qiu, C., Qiu, H. & Chen, Z. (2023). Advances on micro/nanoplastics and their effects on the living organisms: A review. *Science of The Total Environment*, 904(1), 166722. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166722>
- Zhou, D., Zheng, P., Yang, J., Li, M., Xia, Y., Cai, W., Ma, X., & Liu, S. (2019). Optimizing the construction parameters of modified zipper fracs in multiple horizontal Wells. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 71(1), 102966. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2019.102966>
- Zilio, M. I. (2012). The environmental Kuznets curve: The validity of its foundations in developing countries. *Cuadernos de economía*, 35(97), 43-54. ISSN: 0210-0266.

Normativa.

- Normativa ISO 14040:2006 Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida: principios y marco de referencia.
- Directiva (UE) 2015/1513 del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo de 9 de septiembre de 2015 por la que se modifican la Directiva 98/70/CE, relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo, y la Directiva 2009/28/CE, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Normativa H.R.6 Energy Independence and Security Act of 2007 (EEUU).
- OMI 2020. Sexto convenio MORPOL. Regulación del límite máximo de azufre en el combustible de los buques mercantes.

Anexo I. Analizando el comportamiento y el declive natural de los recursos naturales fósiles: previsiones y perspectivas.

1. Crisis del petróleo y situación actual del suministro global de combustibles líquidos.

1.1. Primera crisis del petróleo: 16/10/1973 a 17/03/1974.

El petróleo, a consecuencia de ser un recurso natural fósil finito presenta una limitación biofísica que se representa en su tendencia natural de declive, (tasa de declive natural) que irremediablemente, va a implicar la necesidad de adaptación a la nueva situación energética histórica a la que las sociedades actuales se van a tener que adecuar. Sin embargo, este porcentaje de declive natural global medio (6,7 %), (IEA, 2008), puede incrementarse o reducirse, atendiendo a factores económicos y políticos, sociales y culturales. Prueba de ello fueron la primera y segunda crisis del petróleo crudo, cuyos desencadenantes fueron el sumatorio de factores biofísicos, y factores políticos.

En esta década de los 70, la producción de petróleo de Estados Unidos llega a su máximo de producción, como ya señaló Hubbert en 1956, y junto a este hecho, unido al gigantesco déficit comercial de Estados Unidos, llevó al Presidente Richard Nixon a abandonar el patrón oro (López-Escalante, 2021), originándose una época altamente inestable. Para tratar de suplir este futuro descenso energético esperado, se comenzó a poner en explotación yacimientos que anteriormente no se habían contemplado, debido tanto a la complejidad de la propia extracción de los recursos, como a la cuantiosa necesidad de inversión necesaria para la puesta en marcha de los campos (Gautier, 2005), y el alto coste de explotación del recurso, como fue el caso de los yacimientos de Mar del Norte (Brent Blend). Paralelamente a esta inestable situación energética, económica y política, la tensión política entre Egipto, Jordania, Siria e Israel, se acrecentaba en una escalada de escaramuzas que dieron lugar a la guerra del Yom Kipur (1973), como resultado del ataque sorpresa de Egipto y Siria con objeto de recuperar la península del Sinaí y los Altos del Golán, previamente ocupados por el estado de Israel durante la anterior Guerra de los 6 Días (Herzog, 2004; Vázquez-García, 2015). Durante el conflicto, el estado de Israel obtuvo ayuda militar de sus aliados, en especial de Estados Unidos de América, lo cual tuvo su respuesta por parte de la OPEP tanto en forma de reducción de la producción del

crudo en un 25 % (se ampliaría un 5 % más posteriormente) (Laurent, 2007), como de la realización de un embargo petrolero para los envíos hacia Occidente en general, y especialmente contra Estados Unidos de América y posteriormente también hacia los Países Bajos (Laurent, 2007).

La entrada en vigor del embargo tuvo efectos inmediatos y causó conmoción en Estados Unidos de América. El precio del barril, que estaba en US \$ 2,90 en julio de ese año, escaló en diciembre hasta los US \$ 11,65. En Estados Unidos, las estaciones de servicio se quedaron sin gasolina y las filas de automóviles, a la espera de repostar, se convirtieron en una imagen habitual durante meses (Kondonassis, 1986). Como resultado, en varios estados se impuso un racionamiento de combustible. En un país enamorado del motor y para el que el automóvil era el símbolo de la libertad y los valores del llamado sueño americano, la escasez de gasolina supuso una conmoción nacional sin precedentes a la par que un doloroso golpe económico (Bryan, 1981). Puesto que el Producto Interno Bruto del país cayó un 6 % hasta 1975 y el desempleo se duplicó, llegando a un 9 %. Millones de sus ciudadanos sintieron las consecuencias de la recesión (Eckstein, 1978).

1.2. Segunda crisis del petróleo: 1979-1988.

Aunque se puede señalar que la segunda crisis del petróleo comprendida entre los años 1979-1988, fue la consecuencia derivada de la revolución iraní de 1979, su germen, se puede encontrar en el propio golpe de estado de 1953 perpetrado conjuntamente por los servicios de inteligencia de Estados Unidos de América (Operación Ajax), y el Reino Unido (Operación Boot), contra el primer ministro Mohammad Mosaddegh, debido a su inquebrantable voluntad de nacionalizar la industria del petróleo iraní, con objeto de limitar el control de la compañía Anglo-Iranian Oil Company (AIOC) sobre las reservas de petróleo iraníes (Kinzer, 2008). Todo ello, tras las varias negativas recibidas por parte de la compañía a ser auditada por el gobierno, lo que finalmente provocaría que el parlamento iraní votase para nacionalizar la industria petrolera de Irán y expulsar a los representantes corporativos extranjeros del país. (Elwell-Sutton, 1975; Kressing, 1991; Gölz, 2019). Tras este golpe de estado fue aupado en el poder el gobierno monárquico de Mohammad Reza Pahlavi, el último Sha de Persia (Sylvan & Majeski, 2009), quien gobernaría el país hasta la llegada del Viernes Negro en Teherán (8 sept 1978), donde el

Sha prohibió la multitudinaria manifestación de protesta, y declaró la ley marcial. Y donde, según las fuentes antigubernamentales, el ejército utilizó fuego real, incluyendo en su ataque tanques y helicópteros artillados, para disolver las manifestaciones. En los próximos días se producen revueltas y huelgas masivas en contra del Sha, donde los 37.000 trabajadores de las refinerías iraníes se declaran en huelga, pasando la producción de 6 millones de barriles diarios a 1,5 (Yergin, 2009). Finalmente, a instancias del primer ministro Shapur Bajtiar, el Sha huye del país el 16 de enero de 1979 (Milani, 2008).

Poco después, el 22 de septiembre de 1980 comenzaría la guerra entre Irán e Irak, (países exportadores que sumados cubrían casi dos tercios de la producción de petróleo global) como consecuencia de la invasión de este último sobre el primero, bajo el mandato de Saddam Hussein, quien aprovechando la inestabilidad generada en Irak tras las revueltas sociales generadas por la Revolución Islámica en 1979 en el país, trató de hacerse con el control del río Chat el Arab y la soberanía de las islas de Abu Musa, Tumb Mayor y Tumb Menor, siendo estas islas, fundamentales en cuanto a su ubicación, para la comercialización del petróleo de ambos países, ya que por esa franja de terreno transitan a diario un tercio del petróleo global consumido (Roca, 2023). Durante este periodo bélico, que duró nueve años, el precio del petróleo creció en un 300 % pasando el barril de petróleo de 12 a 36 dólares el precio por barril. (Bonilla-Sánchez, 1988). Finalmente, el conflicto terminaría el 20 agosto 1988, donde ambos países deciden retomar las fronteras del Acuerdo de Argel de 1975.

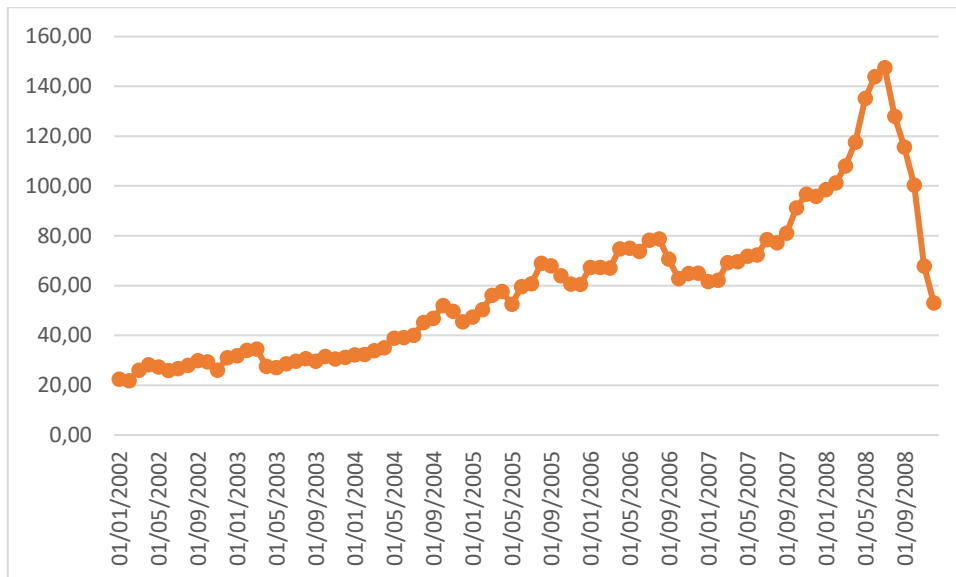
1.3. 2002-2008. ¿Tercera crisis del petróleo?

Hasta ahora, las dos primeras crisis del petróleo, aunque presenten unos fundamentales relacionados con los límites biofísicos representados a través de la tasa de declinación natural del petróleo crudo, se han desencadenado como consecuencia de fricciones políticas no resueltas, que, en ambos casos, llevaron a un conflicto bélico. Sin embargo, en esta tercera crisis del petróleo, y aunque también cuente con otro conflicto bélico (la invasión de Iraq en la primavera de 2003), los límites biofísicos, van a desempeñar un papel crucial en su conformación.

Hasta la llegada del año 2001, la escasez de petróleo había sido una escasez de la producción deseada por parte de los productores, sin embargo, durante el periodo

comprendido entre los años 2002-2008, son varios los años en los que la demanda de petróleo supera a la oferta, vaciando los almacenes y llegando a triplicar su precio, pasando desde los 22,40 dólares americanos el barril de WTI en enero de 2002, a los 64,9 dólares americanos en diciembre de 2006 siendo este el primer punto de rotura e inflexión de la tendencia alcista del precio, a consecuencia de la escasez presentada entre los años 2001-2003 y la imposibilidad de incrementar la producción en los años siguientes, para posteriormente, retomar de nuevo el precio del crudo de referencia americano, la senda alcista, hasta alcanzar los 147,50 dólares en julio de 2008.

Gráfico 25. Precio máximo mensual de cotización del WTI en dólares americanos constantes para el periodo comprendido entre los años 2002 y 2008.

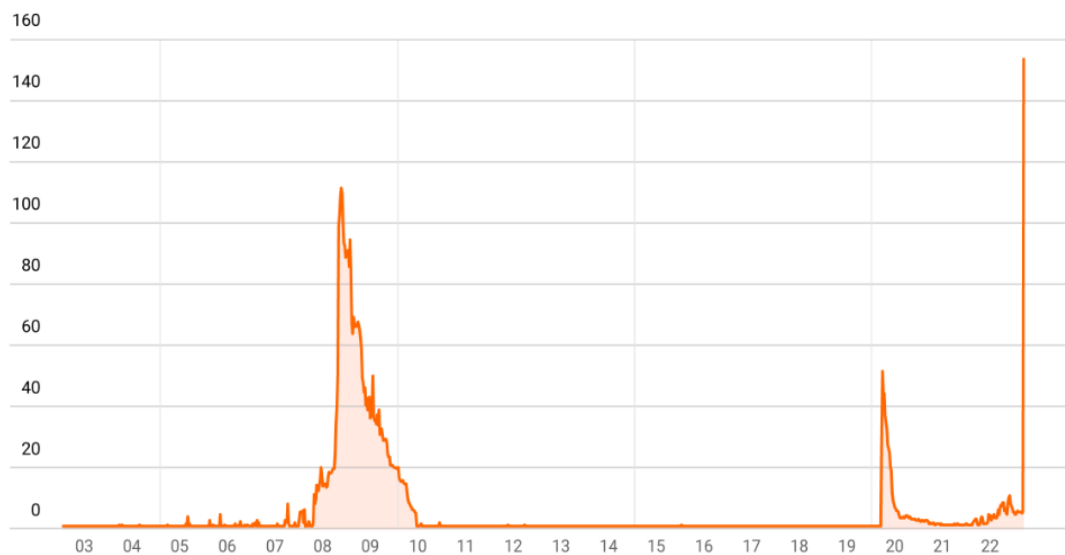


Fuente: Investing.com.

Durante el periodo de tiempo comprendido entre el año 2000 y el año 2004, la Reserva Federal de Estados Unidos de América con objeto de impulsar la economía y luchar contra la deflación, realiza unas agresivas correcciones de la tasa de interés, pasando del 6,5 % en mayo del 2000, a un 1 % en junio de 2003. Siendo estas bajas tasas de interés, junto con los diversos planes de estímulo proporcionados por la Reserva Federal al sector bancario, cuyo montante alcanzó los 110.000 millones de dólares americanos para el año

2008, como se puede apreciar en el gráfico veintiséis¹⁹. Ocasionando esta ingente de oferta monetaria, un exceso de capacidad a nivel macroeconómico que fue orientada hacia el sector inmobiliario. No siendo hasta 2004 cuando este organismo, tratando de controlar la inmensa burbuja inmobiliaria generada a consecuencia del crecimiento derivado tanto de la deuda asociada como de la liquidez añadida al sistema, cuando comienza a aumentar los tipos de interés, llevándolos desde el 1 % hasta el 5,5 % en 2006 (<https://datosmacro.expansion.com/tipo-interes/usa>).

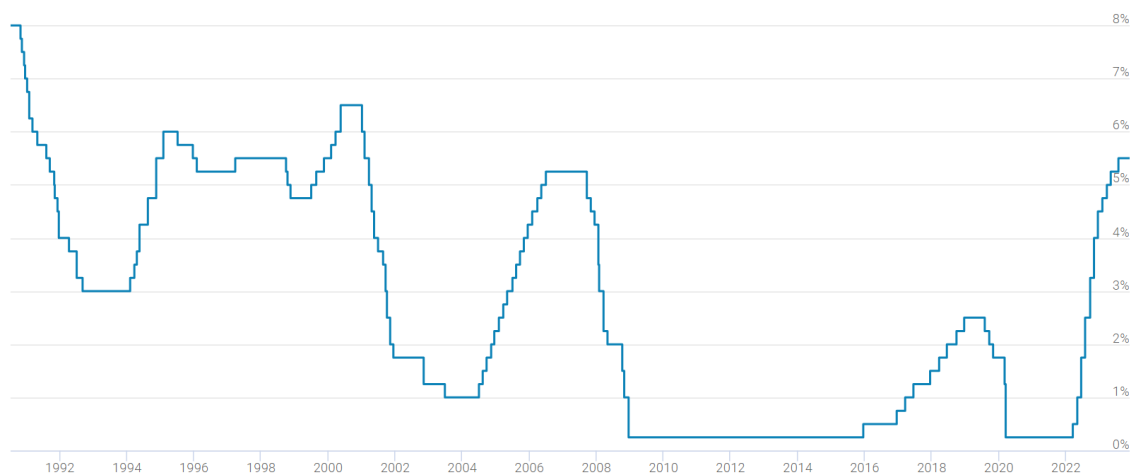
Gráfico 26. *Histórico de la ventana de liquidez de la Reserva Federal, periodo 2003-2023. En miles de millones de dólares.*



Fuente: FED.

¹⁹ Como se puede apreciar en el gráfico número veintiséis, la inyección de liquidez por parte de la Reserva Federal Americana hacia el sector bancario tras la quiebra del banco Silicon Valley Bank, asciende a 164.800 millones de dólares; marcando un nuevo record histórico. Muy posiblemente en los próximos años se señalará esta inyección como causa de la creación de la actual burbuja financiera en Estados Unidos de América.

Gráfico 27. Gráfico FED Federal Funds Rate periodo julio 1990, noviembre 2023.



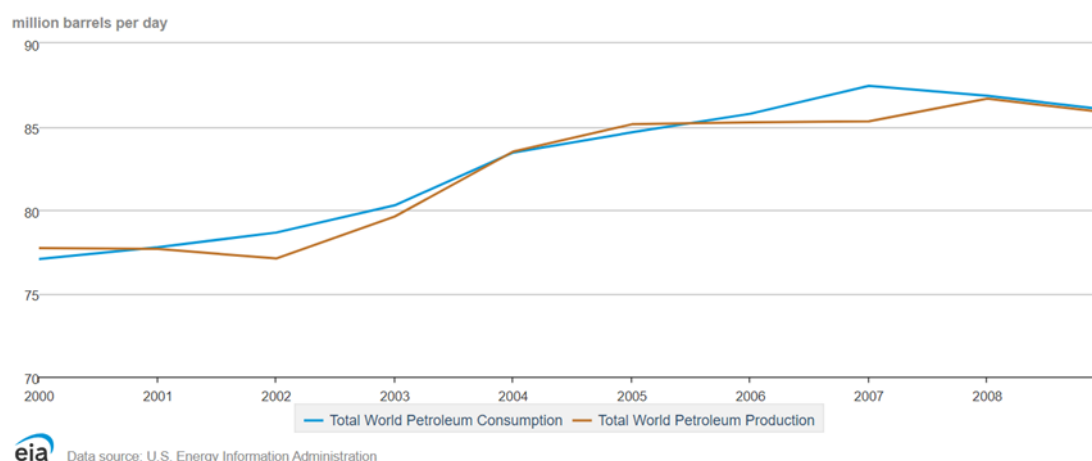
Fuente: Reserva Federal.

Durante este proceso, como se puede apreciar en el gráfico número veintisiete, el precio del petróleo se multiplica por tres, acercándose a los 80 dólares por barril, precios que hacen necesario un mayor crecimiento para poder afrontarlos y que únicamente son posibles de abonar a través de su derivación con cargo al crédito de los consumidores y las consumidoras (nueva deuda), al estar ya las familias sobre endeudadas a consecuencia el inflado precio de la vivienda en Estados Unidos de América (Aoun, 2021). Generándose así un escenario económico en donde se combinan las altas tasas de endeudamiento, con un precio medio alto del petróleo, generando inflación en todo el sistema productivo, reduciendo la capacidad de pago de las familias ya endeudadas, y ralentizando la actividad económica, lo cual, a su vez, generó un aumento del desempleo, lo que acabo produciendo aumentos exponenciales en los impagos hipotecarios (Torrez-López, 2010; Calomiris & Haber, 2015). En julio de 2008, el precio del barril de WTI alcanza los 147.50 dólares americanos por barril, el precio máximo histórico. Ese mismo mes, se produciría la quiebra de IndyMac y Fannie Mae, precipitando la quiebra final de Leman Brothers (Holgado-Gómez, 2012) teniendo el Tesoro Americano, junto con la Reserva Federal, que lanzar el primer programa de rescate financiero (TARP).

Así, y aunque la mala praxis demostrada por el sector bancario estadounidense, y demás órganos relacionados con el mismo, como las agencias de rating (Martínez-Cabañas et al., 2019), tuvo un papel predominante en la conformación de la burbuja inmobiliaria que acabó desencadenando la crisis bancaria (Verona-Martel & Déniz-Mayor, 2011), esta burbuja de deuda, no es nada más que un síntoma del problema principal, esto es, de la incapacidad del sistema energético mundial de poder soportar y satisfacer una demanda de energía creciente durante el periodo comprendido entre los años 2000 y 2008. Presentando durante este periodo, aumentos del PIB que, como explica Hamilton, (2009) no se pudieron corresponder con aumentos en la disponibilidad de energía:

Mientras que anteriores shocks del precio del petróleo fueron causados principalmente por rupturas físicas en el suministro, la subida de precios del petróleo de 2007-08 fue causada por una fuerte demanda que se enfrentaba a una oferta mundial en estancamiento. Aunque las causas fueron diferentes, las consecuencias para la economía parecen haber sido similares a las observadas en episodios anteriores, con efectos significativos sobre el gasto en consumo y la compra de automóviles en particular. Sin estos declives es improbable que el periodo 2007-2008 pudiera ser caracterizado como recesión en los Estados Unidos. Este episodio por lo tanto debería añadirse a la lista de recesiones de Estados Unidos en las cuales los precios del petróleo parecen haber hecho una contribución material.

Gráfico 28. Producción y consumo global de petróleo periodo 2002-2008.



Fuente: U. S. Energy Information Administration.

En definitiva, se puede argumentar que la crisis del 2008 presenta una problemática derivada de una crisis de deuda a consecuencia de un exceso de capacidad monetaria, cuyos rendimientos se tendrían que abonar a través del crecimiento económico futuro. Pero al no ser posible este crecimiento futuro por falta de los fundamentales biofísicos, a saber: el poder acceder a una mayor cantidad de energía a un precio asequible (Brecha, 2012), el sistema financiero acabaría implosionando a través del sector inmobiliario, sector al que se habían orientado gran parte de las malas inversiones realizadas (Shiller, 2008). Siendo la ruptura de esta burbuja de deuda a través de la imposibilidad del pago del interés compuesto generado por la deuda, el ajuste termodinámico del subsistema económico con objeto de eliminar ese crecimiento ficticio (a través de la deuda) y adecuar su tamaño a la cantidad real de energía asequible disponible, lográndolo únicamente a través de excluir de este subsistema económico a numerosas y diversas estructuras disipativas (quiebra de empresas, despidos de trabajadores), (Roddier, 2020).

Por lo tanto, desde una visión termodinámica de la crisis que explotó en 2008, y teniendo en cuenta los límites biofísicos de las actividades productivas, las hipotecas surprime no fueron la causa de la crisis, sino un simple síntoma de la imposibilidad de crecimiento real debido a la incapacidad del sector energético de poder suministrar a la sociedad, la cantidad de energía demandada a un precio asequible, para poder generar la actividad económica suficiente con objeto de generar el crecimiento del subsistema económico necesario para hacer frente al pago del interés compuesto de la deuda (Hudson, 2023).

1.4. Imposibilidad de repercutir los costes de explotación (exponenciales) del petróleo no convencional en los consumidores.

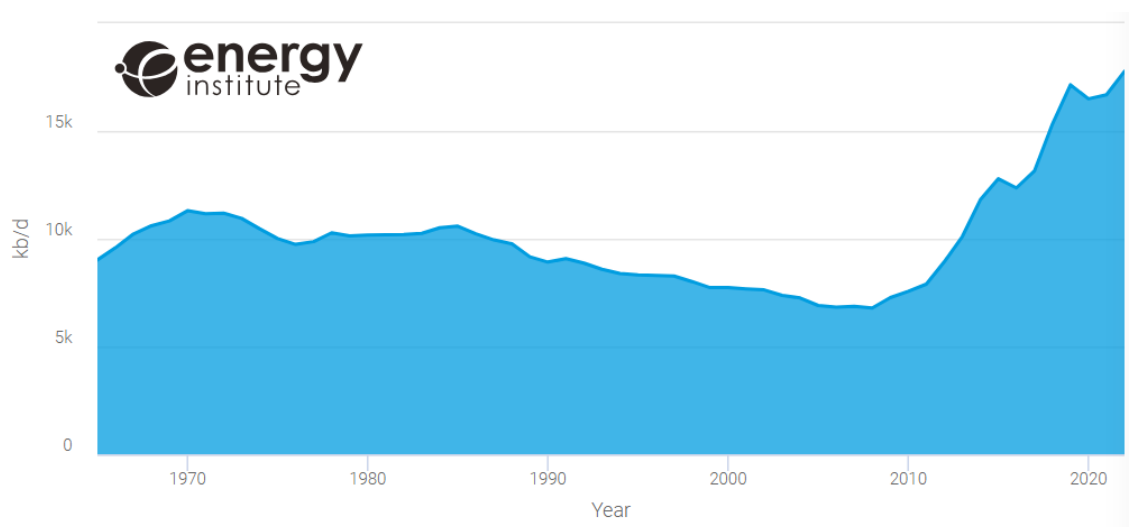
El petróleo, como representante de la energía, debido al ser un prerequisite necesario y previo para realizar los procesos diversos procesos productivos, necesarios para el mantenimiento del metabolismo social de nuestras sociedades termodinámicas disipativas industriales, presenta un comportamiento muy peculiar, en cuanto a su demanda. Puesto que, en principio, y atendiendo a lo anterior, se podría categorizar la demanda del petróleo como una demanda inelástica (Murray & King, 2012). Siendo un recurso cuya sensibilidad al respecto al precio es reducida, o expresado de otra forma, aunque el aumento del precio de la energía derivada del petróleo y sus derivados energéticos se acabe extrapolando a lo ancho y largo de las distintas cadenas de producción, su ineludible necesidad, provoca que el aumento del precio afecte de manera moderada al consumo del mismo (Murray & King, 2012). Sin embargo, y como señala Hamilton (2009), para la economía de Estados Unidos de América, existe un punto crítico en el proceso de conformación de precios del recurso, donde tras superarse, el alto coste de la energía se hace insostenible para el mantenimiento de la producción mundial de bienes y servicios para un momento dado. Presentándose la recurrente situación, donde cada vez que la factura petrolera supera los 5,5 puntos del PIB americano, y/o el coste total de la energía es superior al 10 % del PIB. Cuando esto ocurre, el país entra en recesión, y por efecto contagio, el resto del mundo. Tras superar este punto de *Rubicón*, el precio del petróleo tiende a caer como consecuencia de la futura contracción de la demanda global (reajuste del tamaño del subsector económico a través de la exclusión de estructuras disipativas).

En el anterior gráfico número veinticinco, además de poder comprobar el alto precio medio del petróleo en el periodo seleccionado, también se puede apreciar que el precio del petróleo únicamente superó la barrera de los 120 dólares por barril en dos momentos puntuales, para después presentar sendos descensos bruscos en el precio. Lo que coincide a la perfección con el trabajo de Hamilton, donde señaló un precio máximo de inflexión entre los 110-120 dólares para el periodo comprendido entre los años 2010-2014, como ya expuso en el Congreso de los Estados Unidos de América, cuando fue llamado para exponer sus hallazgos.

Parece ser que las compañías energéticas durante este periodo de tiempo, han tratado de mantener el precio más alto posible para tener un margen de maniobra de beneficios mínimo, sin llegar a sobrepasar, salvo puntualmente, el precio máximo que se puede pagar por el recurso fósil con objeto de evitar la recesión económica. Y a pesar de esto, manteniéndose un precio medio cercano a los 110 dólares por barril, y como ya se ha expuesto con anterioridad, dichas compañías han estado perdiendo la cantidad de 110.000 millones de dólares anuales. Esta circunstancia económica es el reflejo de la realidad biofísica, donde el tipo de yacimiento que mayoritariamente queda por explotar (petróleo de esquisto), son yacimientos de muy compleja explotación, baja rentabilidad (energética y económica) y costes de explotación exponenciales, lo cual hace muy difícil explotar estos yacimientos dentro de los márgenes económicos de seguridad. Siento esto algo reseñable, ya que estos recursos de hidrocarburos líquidos, son incluidos en las reservas probadas, sin embargo, parece algo extremadamente complejo, que se puedan explotar a un precio que la sociedad pueda pagar por ellos.

En definitiva, y nuevamente gracias a la ayuda de los tipos de interés ultra bajos señalados por la Reserva Federal, junto con la desregulación ambiental y la posibilidad de refinanciación de las deudas que ha permitido la creación de la burbuja del *fracking*, se ha conseguido momentáneamente hacer de Estados Unidos de América, el mayor productor de petróleo del planeta, (McClean, 2018).

Gráfico 29. *Histórico de producción de petróleo de Estados Unidos de América (1970-2022).*



Fuente: Instituto de la Energía.

En el anterior gráfico número veintinueve se puede apreciar el comportamiento tan intenso que ha tenido la extracción de petróleo de esquisto en Estados Unidos de América, en 2010 la producción americana estaba estimada en 7,55 millones de barriles/días. En el año 2014, la producción avanzó hasta los 11,80 mb/d, mientras que, en el año 2022, llegaría a los 17,77 mb/d en el año, teniendo para el año 2023, la previsión de alcanzar los 22 mb/d. Señalando desde los sectores más sensacionalistas relacionados con el mundo de la energía (Erik Norland, director ejecutivo de *CME Group*) que EE. UU. conseguiría en pocos años la independencia energética y que prácticamente el poder de la OPEP se desvanecería.

Sin embargo, en términos financieros y debido a la falta de rentabilidad en su modelo de explotación, ocasiona que la propia actividad de explotación del petróleo de esquisto, sea un pozo sin fondo de destrucción de capital (Oilchange, 2020), que únicamente ha sido posible, gracias a la conformación de una nueva burbuja financiera épica, solamente comparable a la burbuja de las *punto.com* a finales de los años noventa, cuando las compañías eran valoradas más por el número de visitas que atraían que por los beneficios que estas compañías tenían la posibilidad de obtener (Mclean, 2018).

1.5. Contabilidad volumétrica de la IEA. Visionando la realidad energética fósil.

La necesidad por parte de la IEA de cuadrar las predicciones de crecimiento de los modelos econométricos señalados e impuestos por la OCDE con la disponibilidad de los recursos naturales fósiles, generan fricciones contables reseñables y que se hace preciso señalar.

Tabla 17. *Demanda global de los líquidos del petróleo y suministro según los distintos escenarios en millones de barriles por día.*

Categorías			Escenario de Políticas Declaradas		Escenario de Políticas Anunciadas		Escenario Emisiones Netas Cero 2050	
	2010	2021	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Transporte por carretera	36,5	40,5	41,9	39	37,8	17,3	27,5	1,3
Aviación y transporte marítimo	9,9	9,9	14	18,1	12,8	9,5	10	2
Industria y petroquímica	17,2	20,5	23,7	25,5	21,5	18,1	20,1	13,4
Edificios y calefacción	12,4	11,4	9,3	7	8,3	3,7	6,5	0,6
Otros sectores	11,2	12,2	13,6	12,5	12,6	8,6	11,1	5,6
Total demanda de petróleo	87,2	94,5	102,4	102,1	93	57,2	75,3	22,8
Biocombustibles líquidos	1,2	2,2	3,4	5,3	5,5	9,2	5,7	5,7
Combustibles con base de hidrógeno	-	-	0,0	0,2	0,2	3,2	0,9	5,6
Demanda global de combustibles líquidos	88,4	96,7	105,8	107,6	98,7	69,5	81,9	34,1
Petróleo convencional	66,8	60,1	62,5	62,6	56,8	31,0	44,2	12,6
Petróleo de esquisto	0,7	7,4	10,9	9,9	9,7	6,7	9,2	1,6
Líquidos del gas natural	12,7	18,2	20,9	19,3	19,2	13,9	16,4	6,1
Petróleo extra pesado y bitumen	2,6	3,7	4,4	6,2	4,1	3,4	3,3	2,0
Otra producción	0,6	0,9	1,2	1,4	1,0	0,3	0,3	0,0
Producción global de petróleo	83,4	90,3	99,9	99,3	90,7	55,3	73,5	22,2
Participación en porcentaje de la OPEP en la producción global	40%	35%	36%	43%	36%	43%	36%	52%
Ganancias en el proceso de producción	2,2	2,3	2,5	2,8	2,3	1,9	1,8	0,6
Suministro mundial de petróleo	85,5	92,6	102,4	102,1	93,0	57,2	75,4	22,8
Previsión precio del petróleo IEA	96	69	82	95	64	60	35	24

Notas: mb/d = millones de barriles por día; STEPS = Escenario de Políticas Declaradas, APS = Escenario de Políticas Anunciadas; NZE = Escenario de emisiones netas cero para 2050. Otra producción incluye carbón a líquido, gas a líquido, aditivos y aceite querógeno. Los volúmenes históricos de oferta y demanda difieren debido a cambios en las existencias. Biocombustibles líquidos y los combustibles líquidos a base de hidrógeno de bajas emisiones se expresan en volúmenes de energía equivalente de gasolina y diésel, expresados en millones de barriles de petróleo equivalente por día.

Fuente: IEA, WEO, 2022, p. 329.

En primer lugar, y aunque este ente internacional utilice diversos factores de conversión energética para determinar el componente energético de los distintos recursos naturales fósiles recogidos en distintos volúmenes, se puede señalar que la contabilidad energética llevada a cabo por la IEA es una contabilidad volumétrica (barriles), sin atender a cantidad bruta y neta de energía que puede aportar cada recurso energético, lo cual permite realizar ciertas trampas contables, como es la de volver a contabilizar las *ganancias del proceso* (*processing gains*) que básicamente hacen referencia a los aumentos de volumen que ocurren cuando los barriles de petróleo son llevados a las distintas refinerías, y sus productos separados. Sin embargo, durante este proceso no se produce aumento de energía, por lo que es una partida que, en una contabilidad energética, no debería de introducirse. Puesto que lo que importa, es medir la cantidad de energía que los recursos naturales fósiles pueden ofrecer, y no tanto, el volumen que ocupa esa energía.

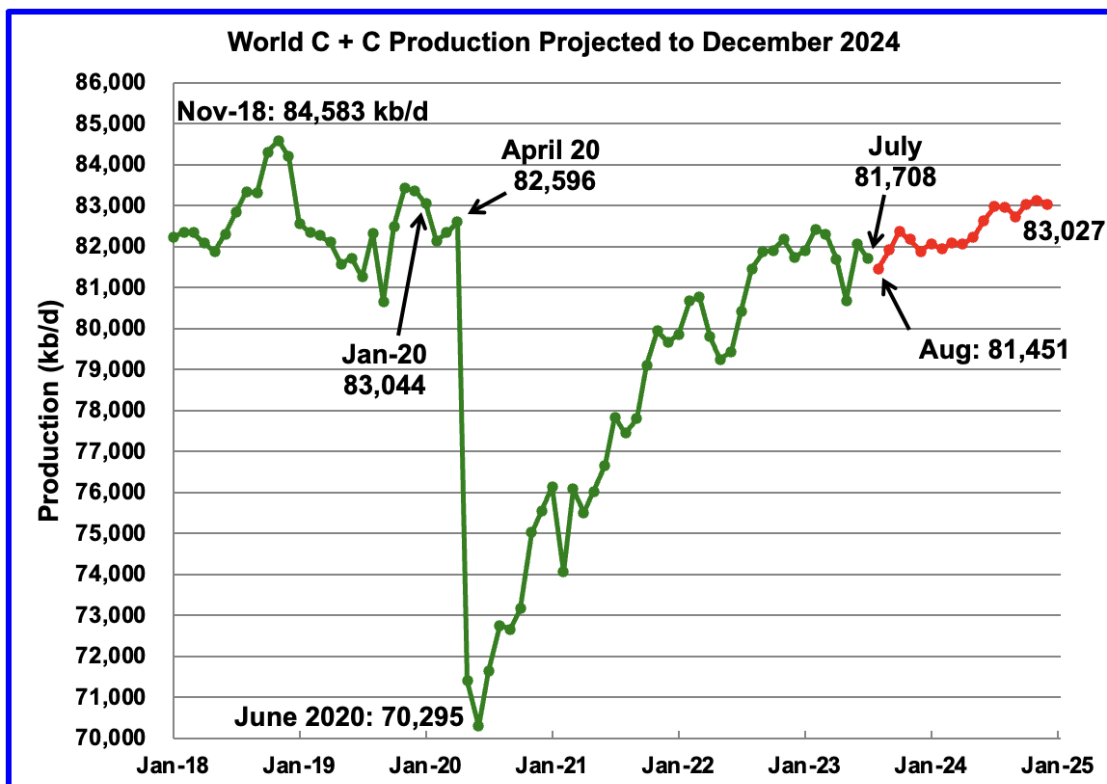
En segundo lugar, los agrocombustibles, presentan una componente negativa en cuanto a su comportamiento energético, esto es, que gastan más energía en su proceso productivo (Hall et al., 2011; Kiefer, 2013) que la que producen durante su explotación, por lo que energéticamente es un sinsentido el introducirlos si nos atuviéramos a una contabilidad atendiendo a la energía neta obtenida de los distintos recursos energéticos naturales.

En tercer lugar, lugar, y como se ha señalado repetidas veces (debido a su importancia), el *peak* del petróleo crudo convencional, ocurrió entre los años 2005-2006, (18 años atrás), por lo que parece extremadamente sorprendente que la IEA presente en su escenario de referencia (STEPS), un aumento de 1,4 mb/d, en 2030 al respecto al 2021.

En cuarto lugar, la Agencia Internacional de la Energía introduce en su contabilidad los Líquidos del Gas Natural (NLG), como si fuesen combustibles líquidos y aunque sean denominados como líquidos, son gases compuestos en un 90 % por una mezcla de butano y propano que se utilizan para la producción de plástico, para calentar los hornos que calientan el petróleo en las refinerías para su posterior destilación, o, es comercializado

para el consumo de gas natural doméstico (bombonas). No siendo estos gases, equiparables a los combustibles líquidos por no presentar unas características biofísicas similares, y, por tanto, no poder realizar las mismas tareas, lo que los imposibilitan para cubrir los usos y necesidades que los combustibles líquidos sí solventan (naftas, gasolinas, diésel, queroseno, fueloil etc.). La inclusión del NGL en la contabilidad volumétrica tiene el efecto tanto de desvirtuar toda la información relevante en cuanto a la extracción de petróleo y la producción de sus productos derivados, como la de enmascarar la gravedad de la situación. Si se obvian los NGL, junto con las absurdamente contabilizadas ganancias de proceso, se puede observar que la producción total de la categoría *líquidos del petróleo* pasó de 70,7 Mb/d en 2010 a 72,1 Mb/d en 2021, es decir, en 11 años, se ha obtenido únicamente un incremento en la producción de 1,4 Mb/d. Mientras que si se cuenta con los NGL se habría pasado de 83,4 Mb/d a 90,3 Mb/d, generándose un incremento en la producción de 6,9 Mb/d para ese mismo período. Debiéndose los aumentos de producción en la categoría de *todos los líquidos del petróleo*, a la errónea inclusión en ella de los NGL, los cuales aumentan debido al aumento de la producción de gas natural y no de la producción de petróleo, (Marzo, 2012). Mientras que, por otro lado, y atendiendo al aporte energético de cada recurso, hay que señalar que un barril de NGL presenta un aporte energético de 0.7 barriles de petróleo crudo (Murray & King, 2012), lo que implica que a medida que aumenta la aportación del NGL al total de la cantidad global de barriles de líquidos de petróleo, mientras decrece la cantidad de barriles de crudo convencional, la cantidad de energía primaria que estos líquidos del petróleo pueden suministrar es cada vez menor (Marzo, 2012).

Gráfico 30. Producción global de petróleo crudo y condensados 2018-2025, en miles de barriles por día.



Fuente: STEO data base, Oficina de Información Energética, USA.

Con objeto de presentar la situación energética actual en cuanto a la producción real de petróleo a nivel global, el gráfico número treinta presenta tanto la producción global de petróleo crudo y la de sus condensados, esto es, aquel petróleo que se puede utilizar como combustible líquido, en millones de barriles por día. Presentando esta categoría la circunstancia de excluir en la contabilidad volumétrica a los NLG. Como se puede apreciar el pico de producción se produjo en 2018 con 84,5 mb/d, para después caer un poco y posteriormente comenzar a remontar otra vez a inicios del año 2020, hasta recuperar los 83 mb/d. Para posteriormente presentar una caída muy abrupta, consecuencia tanto de los confinamientos como de las restricciones de movilidad debida a la COVID-19, desplomándose hasta los 70 mb/d. Para volver a tratar de remontar durante el año 2021 y 2022, recuperando los 82 mb/d. Pero desde mediados del año 2022, la producción lleva estancada, presentando una imposibilidad de aumento, en un escenario donde la OPEP apuesta por no aumentar la producción, aunque muy

posiblemente la OPEP ya no tenga capacidad para aumentar la producción (EFE, 2022), mientras que la explotación del petróleo de esquisto en Estados Unidos de América ya parece que está llegando a su máximo de producción (Nieves, 2023). En julio de este año 2023 la producción ya presentaba un descenso del 4,47 % con respecto al máximo de producción y las estimaciones realizadas por el departamento de la energía de Estados Unidos (línea roja), no contempla la posibilidad de recuperar la producción ni en el año 2024, ni el año 2025. Presentando este año 2023 un descenso en la producción de petróleo crudo y sus condensados, en torno al 3,5 % respecto a los máximos del 2018. Mientras que atendiendo a la oferta de petróleo en los próximos años se podrá atender si las previsiones realizadas tanto por la IEA como el IEF las cuales se caracterizan por presentar acuciados descensos en la producción global de petróleo (20-50 %) son acertadas.

Anexo II. Petróleo: proceso de extracción, tipos y características. Atendiendo a la importancia de distinguir entre petróleo convencional y no convencional.

1. Petróleo: densidad energética, proceso de extracción y tipologías.

El petróleo es un hidrocarburo líquido insoluble en agua, de origen fósil, que está conformado en su mayoría por moléculas de carbono y de hidrógeno formadas por la descomposición y la transformación de materia orgánica enterrada profundamente durante millones de años (Dubois, 2006). Presentando, además, pequeñas cantidades de nitrógeno, azufre, oxígeno, coleserina, productos derivados de la clorofila y heminas, gracias a ser este recurso natural, un compuesto de origen orgánico conformado a partir de restos vegetales y animales (Dubois, 2006). Y siendo lo que hace único a este recurso natural fósil su extremadamente alta densidad energética, esto es, su capacidad para liberar energía a través de procesos físicos/químicos que puede ser aprovechada por el ser humano para realizar trabajo (Hall et al., 2014). En un litro de petróleo existe aproximadamente una cantidad de energía cercana a unos treinta millones de julios (Turiel, 2020). Para poner en contexto la cantidad de energía que representan estos treinta millones de julios, se puede señalar que un ser humano en buena forma física puede desarrollar una potencia muscular (energía producida por cantidad de tiempo) de unos cien vatios durante un periodo más o menos prolongado (ocho horas de jornada laboral al día) (Turiel, 2020). Entendiendo que un vatio es equiparable al consumo de un julio por segundo, los cien vatios de potencia muscular del trabajador o trabajadora promedio, representan una producción de energía de 100 julios/segundo, o si se quiere de 6.000 julios/minuto, o 360.000 julios/hora. Teniendo esto en cuenta, los treinta millones de julios de energía contenidos en un litro de petróleo, equivaldrían al trabajo físico realizado por el trabajador o trabajadora promedio a lo largo de 83,3 horas. Esto sería el equivalente de la energía generada por una persona trabajando durante casi tres días y medio sin parar, o realizando más de diez jornadas de trabajo (Murphy et al., 2011). Atendiendo a los 159 litros de petróleo de capacidad volumétrica del barril, en cada uno de ellos, está encerrada la capacidad de trabajo equivalente a la producción de trabajo del trabajador promedio durante 4,37 años de forma ininterrumpida.

A estos aproximados treinta millones de julios de energía que presenta un litro de petróleo, hay que añadirle un 20 % adicional, si en vez de petróleo se analizan productos energéticos destilados ligeros (nafta y gasolinas), o de un incremento del 30 % en el caso de los destilados medios (diésel y queroseno) (Delannoy, 2021). Gracias a esta densidad energética sin igual presentada por los recursos naturales fósiles, es posible mover máquinas muy pesadas con una autonomía de muchas horas o de centenares de kilómetros usando un depósito de combustible increíblemente pequeño. Por lo que cuando se habla de petróleo, hay que hacerlo irremediamente del sistema de transporte global, aun cuando no todo el petróleo se use en el transporte, la mayoría de transporte se basa en el petróleo (Gary & Handwerk, 1980). Comenzando por el transporte personal y cotidiano en forma de coches y motocicletas, siguiendo por el transporte de mercancías a través de furgonetas de reparto, camiones y barcos, y terminando con el transporte de larga distancia en forma de aviones y transportadores de contenedores, el petróleo en general (y los destilados medios en particular), permite mantener en marcha el transporte mundial (Sempere & Tello, 2007). Gracias a la abundancia del petróleo barato que ha caracterizado las últimas décadas, el sistema de transporte mundial se ha expandido hasta alcanzar el gigantismo actual, lo que ha hecho posible el sueño de la globalización. (Campbell, 1991; Campbell & Laherrère, 1998; Duncan & Youngquist, 1999; Brecha, 2012; Luz-Sant'Ana et al., 2017).

Por otro lado, el petróleo es fundamental para el mantenimiento del funcionamiento de la maquinaria pesada que se utiliza para la extracción de recursos del sector primario, como la minería, así como para el sector de la construcción y reparación de las infraestructuras básicas en forma de grúas y diversa maquinaria de construcción, de la maquinaria agrícola (tractores, cosechadoras etc.) y de los fertilizantes que permiten la generación masiva de los alimentos (Wilhelm et al., 2001). Siendo además este recurso fósil la fuente primaria que permite la producción de plásticos, la creación de reactivos de todo tipo para la industria química, la conformación de pigmentos y colorantes, jabones y detergentes, alquitranes, parafinas etc. (Gavioli & Dubois, 2000). En definitiva, la gran mayoría de los sistemas productivos en los que se basa el subsistema económico y político actual de crecimiento exponencial, tiene su base tanto en los aumentos de energía facilitados por la extracción constante de este recurso natural fósil, como en la versatilidad del recurso para generar bienes básicos; que junto con los demás recursos naturales fósiles, conforman casi la totalidad del mix de energía primaria que se consume en nuestras actuales

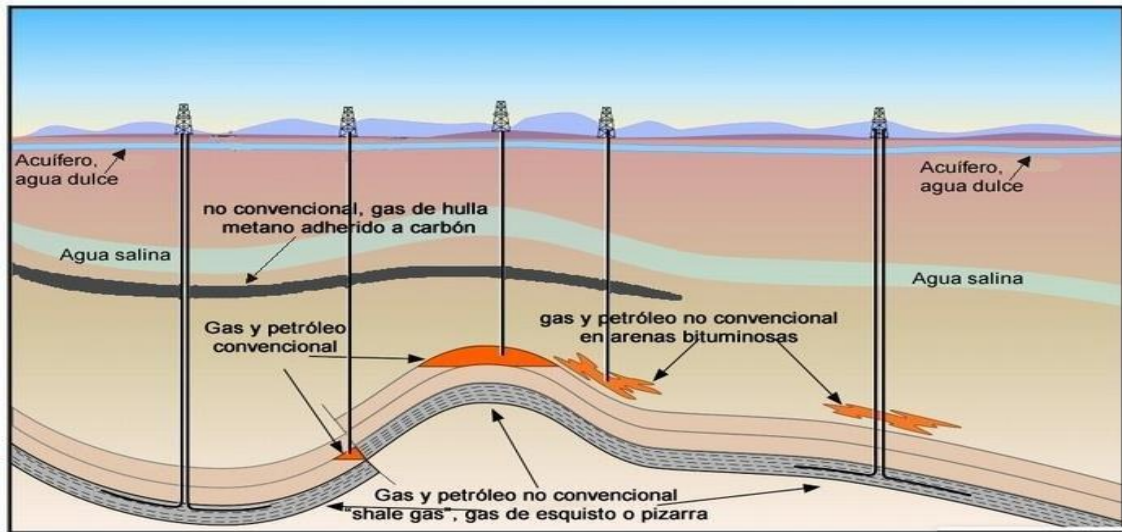
sociedades, y que suministran a las distintas partes del subsistema económico la energía necesaria (y adecuada) para realizar las tareas y trabajos necesarios para el mantenimiento de las funciones metabólicas de estas sociedades disipativas. Proporcionando empleos, beneficios económicos, seguridad y confort, a través de los aumentos de utilidad/complejidad proporcionada o añadida en los procesos productivos al conjunto de bienes y servicios generados (González de Molina & Toledo, 2011; Hall, et al., 2014).

1.1. El petróleo y su proceso de extracción.

Cuando se habla del proceso de extracción del petróleo, muchas personas tienen asociado a este proceso, la típica e icónica imagen mental de ese líquido negro (del cual una vez refinado se obtienen números productos energéticos), saliendo disparado del subsuelo a través de una torre de perforación americana, en forma de martillo como se plasmó desde Hollywood a través del film *Giant* (1956), donde el petróleo salía disparado hacia las alturas, recubriendo todo a su paso con una viscosidad negruzca. Este tipo de imagen mental, puede generar la ilusoria idea de que el proceso de extracción de petróleo es un proceso extremadamente simple, únicamente consistente, en la localización del recurso, y la introducción de una tubería por donde este fluya hasta la superficie. Siendo la realidad geofísica del recurso, un poco más compleja.

Para atender al proceso de extracción del petróleo, en primer lugar, hay que distinguir entre el petróleo convencional y el petróleo no convencional. Entendiendo por petróleo convencional aquél que se encuentra atrapado en una trampa geológica, siendo estas, unas zonas geológicas superiores de material rocoso con mayor porosidad y permeabilidad, generadas a consecuencia de la fuerte compactación y la presión del terreno, donde el petróleo tras su migración hacia las capas superiores de roca, queda atrapado, y en donde es posible su extracción, a través de técnicas de extracción convencionales (Herrera-Hebert, 2020). Mientras que el petróleo no convencional hace referencia al petróleo que está extremadamente disperso en la roca reservorio, y que presenta características físicas y geológicas (porosidad, permeabilidad, saturación de agua etc.), que impiden que el petróleo fluya hacia las trampas geológicas. Necesitando así de técnicas mixtas de extracción, incluyendo además de la explotación convencional, técnicas de perforaciones horizontales propias de los pozos que ya presentan una clara declinación en su producción (Zhou et al., 2019). Siendo la fractura hidráulica (*fracking*), parte de estas técnicas secundarias, que a través de la inyección de agua y/o gas, junto a una serie de aditivos, permiten mejorar la porosidad y la permeabilidad de la roca reservorio para favorecer la agrupación de ese petróleo disperso y su mayor fluidez para su posible extracción (Kuzmina et al., 2018; Wang, 2020).

Ilustración 10. Diferenciación entre la extracción del petróleo convencional y el petróleo no convencional.



Fuente: Ingeniería de la perforación de pozos de petróleo y gas, Universidad de Madrid 2020.

Cuando se empieza a explotar un yacimiento de petróleo, se realiza una perforación desde la superficie hasta llegar a la roca reservorio. Sin embargo, como el petróleo es un líquido que se encuentra afectado por la presión debido a la profundidad en la que se encuentra, tan pronto como se abre una vía de escape con la anterior perforación, el petróleo comienza a fluir con fuerza a la superficie obteniendo así la recuperación primaria del recurso. No obstante, a medida que la se va extrayendo este petróleo, la roca reservorio sin el petróleo de su interior (que ya ha sido extraído) y estando sometida a altas presiones, esta va compactándose, comprimiéndose y cimentándose. Provocando que los canales interiores de la roca por los que iba circulando el petróleo se van estrangulando y finalmente cerrando a medida que la roca colapsa. (Bennett et al., 2005; Beckwith, 2010; Wu, 2016).

Para tratar de retardar este comportamiento geológico, las empresas petroleras utilizan diversas técnicas como pueden ser aquellas orientadas a abrir pozos auxiliares por los que se inyecta agua o gas a presión, lo cual permite mantener la presión interior de la roca reservorio y evitar que esta colapse (*fracking*). U otras veces se opta por explosionar la roca para favorecer que el petróleo siga fluyendo (Montgomery & Smith, 2010; Santos, 2013). Tanto con una u otra técnica se consigue obtener la recuperación secundaria del recurso. Al final lo que va quedando en la roca reservorio son cantidades de petróleo tan dispersas y diseminadas que presenta una geometría extremadamente compleja en cuanto

a los huecos interconectados por tortuosos canalillos, lo que explica tanto por qué no se puede extraer todo el petróleo contenido en la roca reservorio, como por qué la producción de petróleo alcanza un máximo y después, declina (Barree, et al., 2002; Cipolla et al., 2010).

Actualmente, desde las empresas energéticas se está poniendo en marcha diferentes metodologías como el *Enhanced Oil Recovery* que permitiría una recuperación mejorada del hidrocarburo, presentando una amalgama de métodos térmicos (inyección de agua caliente, inyección continua de vapor, drenaje por gravedad asistido con vapor, combustión in situ, combustión convencional, combustión en reverso etc., que junto a los métodos no térmicos, (invasiones químicas, desplazamientos miscibles y empujes con gas), permiten obtener una tercera recuperación de hidrocarburos del pozo, pero que a la par, implican aumentos exponenciales en cuanto a los costes de explotación del recurso. Siendo este el motivo de la esporádica utilización por parte del sector energético de estas nuevas técnicas (Alvarado & Manrique, 2010). En definitiva, incluyendo las técnicas mejoradas que permiten el aprovechamiento máximo del pozo, el porcentaje de explotación promedio tiende a encontrarse entre el 30-35 % de la cantidad de hidrocarburos total que existe en el reservorio (Fahim et al., 2010).

Debido a lo anterior, al comienzo de la explotación del reservorio, se extrae todo el petróleo fácilmente interconectado, perforando atrapado en la trampa geológica, y por donde se obtiene más rendimiento productivo. Pero a medida que el yacimiento envejece y se vuelve más explotado debido al propio comportamiento geológico señalado anteriormente del recurso natural fósil, se necesita cada vez un esfuerzo mayor para obtener una decreciente cantidad de petróleo, imponiendo así este propio comportamiento biofísico del recurso, una limitación biofísica al proceso de extracción de petróleo (Lluch-Urpí, 2008). Llegados a este punto, tras alcanzar la primera limitación (biofísica) que acompaña a la extracción de petróleo, donde se deben aumentar la energía (y los gastos), para obtener menores cantidades de petróleo, la empresa explotadora tiene que baremar si los aumentos de los costes en el proceso extractivo van a poder ser soportados por el precio al que se va a vender el recurso. Siendo esta disyuntiva económica, la segunda de las limitaciones (económicas, en este caso) a las que continuamente se tienen que enfrentar las empresas extractoras de petróleo.

1.2. Tipos de petróleo.

La industria petrolera mundial clasifica el petróleo con base en su densidad o gravedad, según la *American Petroleum Institute* (API), que clasifica el petróleo en *liviano*, *mediano*, *pesado* y *extra pesado*. Siendo el crudo liviano o ligero, aquel que tiene gravedades mayores a 31,1° API, mientras que el crudo mediano o medio, presenta gravedades entre 22,3 y 31,1° API, en tanto que el crudo pesado, tiene gravedades entre 10° y 22,3° API, y donde finalmente, el crudo extra pesado, se caracteriza por poseer gravedades menores a 10° API. (RP, 2009). Mientras que, por otro lado, aunque el petróleo extraído en cada uno de los países productores, presenta una denominación propia que refleja cierto mimetismo en el comportamiento de precios, los tipos de petróleo más relacionado con la compraventa de energía a nivel global hacen referencia al barril *Brent Blend*, compuesto por una amalgama de quince crudos procedentes de campos de extracción en los sistemas *Brent* y *Ninian* de los campos del Mar del Norte; siendo la referencia para Europa en cuanto a la fijación de precios y que cotiza en el *International Petroleum Exchange* (IPE) de Londres. El *West Texas Intermediate* (WTI), como referencia para el precio del petróleo procedente de Estados Unidos de América, y cotiza en la *New York Mercantile Exchange* (Nymex) en Nueva York, y finalmente el petróleo que se usa como referencia para la región de Asia-Pacífico denominado Dubai, siendo el crudo de referencia para el petróleo pesado y azufroso en Asia, y sobre él se referencian, mediante una prima o descuento, otros crudos de la zona que no cotizan en el mercado. El petróleo denominado Dubai, cotiza tanto en la *Singapore International Monetary Exchange* (Simex), el mercado de materias primas de Singapur, y en el Nymex. No obstante, también cotiza over-the-counter en mercados informales (Wilmot, 1985).

Tabla 18. Denominación de los crudos atendiendo a sus zonas geográficas de extracción.

Denominación	Región geográfica
Arabia ligero	Arabia Saudita
Bonny Ligero	Nigeria
Brent Blend	Europa
Dubai	Asia-Pacífico
Fateh	Dubai
Istmo	México
Minas	Indonesia
Saharan Blend	Argelia
Tia Juana Ligero/Orimulsión	Venezuela
Tipis	Malasia
West Texas Intermediate	EEUU

Fuente: IEA, elaboración propia.

Sin embargo, normalmente, el término petróleo se usa en un sentido muy extenso haciendo referencia a todas las sustancias líquidas más o menos asimilables al petróleo de toda la vida (petróleo crudo), mientras que los otros líquidos más o menos similares al petróleo son denominados como petróleos no convencionales, estando conformados por una amalgama de sustancias que incluyen, a los líquidos del gas natural, los biocombustibles, los petróleos de aguas ultraprofundas, los petróleos extrapesados procedentes de las arenas bituminosas de Canadá y de la Franja del Orinoco de Venezuela, el petróleo ligero de roca compacta (esquisto), proveniente de la fractura hidráulica (*fracking*) (IEA, 2012).

Esta diferenciación entre el petróleo convencional y el petróleo no convencional tiene una importancia capital, ya que cada una de las sustancias que son recogidas dentro de la anterior numeración, son sustancias que presentan unas características geológicas y físicas, diferentes al petróleo convencional. Y por lo tanto, presentan tanto una densidad energética, como un rango de usos muy inferior al petróleo convencional (Abdel-Aal et al., 2003). Presentando cada uno de estos nuevos líquidos incluidos en la categoría de petróleo una problemática propia en cuanto a su proceso de extracción y refino, lo que en gran medida imposibilita que estos petróleos no convencionales puedan ser la solución en el medio y largo plazo a la problemática decrecentista, presentada por los petróleos

convencionales, a consecuencia de su declive geológico natural (ICCT, 2011; Masoud et al., 2023).

1.2.1. Líquidos del gas natural (GLP).

En primer lugar, los líquidos del gas natural, al contrario de lo que su nomenclatura indica, son gases que se obtienen como un subproducto en el proceso de extracción del gas natural (Smil, 2015). Estando conformados en casi su totalidad por butano y propano, los cuales, aunque puedan sustituirse de forma muy limitada y bajo determinadas circunstancias, por destilados ligeros como es el caso de la gasolina, y aunque la Agencia Internacional de la Energía, lo introduzca en sus gráficos y (sus recuentos), (IEA, 2023a) como petróleo, realmente no lo son y, por lo tanto, no deberían de incluirse en las estadísticas que contabilizan la producción de petróleo (Abdel-Aal et al., 2003). Pues como se ha mencionado anteriormente, los líquidos del gas natural, son gases que o bien son comercializados para consumo doméstico (bombonas de butano), y/o son utilizados como combustibles para los hornos de las refinerías en el propio proceso de destilado del petróleo crudo, generando además, cierto ahorro de petróleo en las refinerías para las líneas de propileno y del butileno; siendo además estas las sustancias principales con las que se conforman todo tipo de plásticos (Kitamura et al., 2023).

1.2.2. Biocombustibles (Agrocombustibles).

Se entiende por biocombustible, aquel líquido de origen vegetal que puede suplir (al menos parcialmente) a los convencionales carburantes de origen fósil (Wu et al., 2023). Desde hace más de 20 años, en la mayoría de los países occidentales es obligatorio por ley que una parte del suministro de los surtidores de las estaciones de servicios sea de origen biocombustible, siendo este porcentaje entre el 7,5 % y el 10,5 % para los países de la UE²⁰, pudiendo ser distinto atendiendo a las distintas legislaciones (EE. UU. 20 %) ²¹. Presentando estos biocombustibles, además de una variada problemática, un 20 % menos de densidad energética que sus hermanos fósiles (Hall et al., 2008; Hall et al., 2011). Siendo la principal motivación de estas legislaciones el rebajar la dependencia

²⁰ Directiva (UE) 2015/1513 DEL Parlamento Europeo y del Consejo Europeo, de 9 de septiembre de 2015.

²¹ Ley de Política Energética EEUU, de 1992.

energética del sector exterior, a través del cultivo y producción interno de estos agrocombustibles por parte de cada uno de los estados. Para ello, esta práctica fue subvencionada por los estados durante décadas a la espera de la mejora tecnológica que propiciara un aumento en su eficiencia energética. Estando vigente estas subvenciones hasta el año 2012 donde EE. UU. y EU retiraron las subvenciones, pero mantuvieron la obligación de incluir estos porcentajes de agrocarbures en las mezclas de combustibles. Actualmente se generan unos 2,2 millones de barriles diarios (IEA, 2023c) de agrocarbures, utilizando para ello cantidades ingentes de pesticidas y fertilizantes (gas natural), el 6,5 % del cereal mundial y el 8 % de la totalidad de los aceites vegetales a nivel global (UFOP, 2023).

Por otro lado, la inclusión en la mezcla de carburantes de origen fósil de estos agrocarbures generan problemas de proliferación de bacterias en los surtidores y depósitos de los vehículos que generan una gelatina que puede producir obstrucciones en los motores, a consecuencia de que la propia molécula del biodiésel es polar y más higroscópica (propensa a retener agua), generando además esta agua, una disminución en el poder energético total de la mezcla y la necesidad de tratar a los surtidores de diésel con biocidas (Bosecken, 1996; Acosta-Díaz et al, 2011). Finalmente, hay que señalar que son varios los estudios que reseñan la ínfima ganancia energética en cuanto a la producción de estos agrocombustibles, presentando unas tasas de retorno energético inferiores a uno, esto es, se necesita más energía en el proceso de producción del agrocombustible que la generada por este recurso en su proceso de explotación para su utilización (Hall et al., 2011; Kiefer, 2013).

1.2.3. Petróleo offshore.

Tras la primera y segunda crisis del petróleo (1973, 1978) el mundo occidental tuvo que empezar a buscar petróleo de otras nuevas fuentes de suministro no relacionadas con el mundo árabe. Fue entonces, cuando a través de aumentos de inversión y la mejora de la tecnología, las empresas petroleras pudieron comenzar a explotar los yacimientos marinos (offshore), (Yergin, 1992). De forma que a medida que los yacimientos que se encontraban sobre la plataforma continental (zona sedimentaria menos profunda que rodea a los continentes), se iban explotando, iba ganando fuerza la idea de ir a explotar los posibles yacimientos de hidrocarburos encontrados en alta mar (Yergin, 2012). Lo

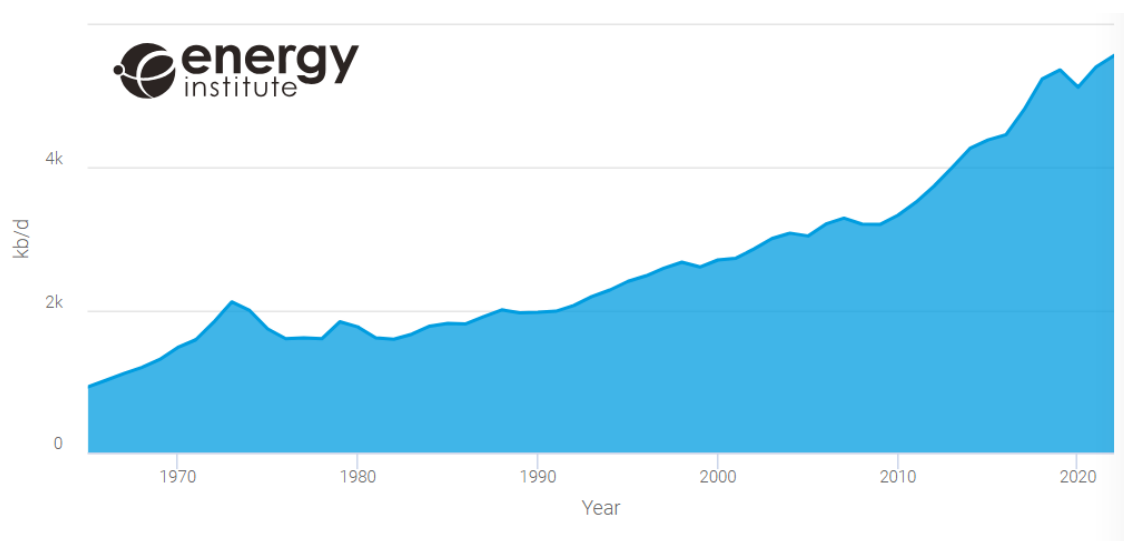
cierto es que casi cincuenta años después, la explotación en alta mar de reservorios marinos no ha tenido mucho éxito. Puesto que esta presenta una cantidad de complicaciones y problemas técnicos reseñables al respecto de aquellos yacimientos encontrados en la propia plataforma continental, como es el caso de la explotación de los yacimientos del Brent europeo que comenzó a explotarse a finales de los años 1980 y que se extrae el Mar del Norte, una zona del Atlántico cuya profundidad media no suele superar los 100 metros y donde existen zonas que no superan los 30 metros de profundidad. (Akinbamini et al., 2022; Oluka et al., 2023). Sin embargo, la situación es muy diferente en alta mar. Donde la profundidad media de los grandes océanos es de miles de metros, además la roca que se encuentra en alta mar es roca de origen magmático y los yacimientos que se pueden originar a estas profundidades, son yacimientos con unas características muy peculiares (como son el caso de los yacimientos de Brasil y Angola que se encuentran en el talud continental) los cuales se ubican bajo una lámina de agua de unos dos mil metros y bajo estratos de roca de unos tres mil metros de grosor, por tanto, se trata de extraer petróleo que se halla a una profundidad de 5 km por debajo del punto de extracción (Gao et al., 2018; Li et al., 2023). Lo que pone de manifiesto, tanto la complejidad de la tarea y los riesgos que conlleva, como de los múltiples costes que son necesarios acometer para el inicio y el mantenimiento de actividades de tal envergadura (Lee et al., 2017; Thomas et al., 2021). Debido a estas limitaciones, junto con el mayor grado de decrecimiento natural anual que suelen presentar este tipo de pozos profundos, (8-9 %), la cantidad de petróleo de aguas profundas, no supera los tres millones de barriles/día (IEA, 2008, p. 243).

1.2.4. Arenas bituminosas (Tar Sands).

En cuanto a las arenas bituminosas del Canadá y el petróleo extrapesado de Venezuela, son petróleos muy viscosos y densos, hasta el punto de que no se pueden considerar petróleos líquidos (Amer et al., 2023). Tanto en el caso de las arenas de Canadá, como del petróleo venezolano, ambos son bitúmenes donde el petróleo se encuentra mezclado con arena. La extracción del petróleo extrapesado despegó hacia el año 2000, pero no es hasta que ya se comienza a intuir que la extracción de petróleo convencional no podía subir más (2005), cuando se le empieza a dar a la producción y extracción del petróleo extrapesado una gran visibilidad (Yergin, 2021). Sin embargo, estos petróleos extrapesados presentan demasiadas limitaciones que a la postre no permiten alcanzar un

alto ritmo de producción, además de crear graves problemas ambientales (He et al., 2019; de Oliverira et al., 2020; El-Magd et al., 2023). Puesto que la explotación de los petróleos extrapesados plantea enormes retos ya desde su misma extracción. Para comenzar estos petróleos no son líquidos, esto quiere decir que no fluyen de ninguna manera, por lo que se tiene que comenzar por reblandecerlos y arrastrarlos con vapor de agua a presión. Esto implica, en primer lugar, un gran consumo de agua, y en segundo, un gran consumo de energía para calentar el agua hasta convertirla en vapor e inyectarla en el subsuelo para ir extrayendo el denso y viscoso bitumen. Este bitumen está conformado por una mezcla de hidrocarburos de cadenas muy largas y muy insaturado (con pocos átomos de hidrógeno), Por lo que hay que mejorar este bitumen para que pueda seguir el proceso normalizado de refino. Para ello, cada destino utiliza estrategias distintas. En el caso de Canadá, utilizan el gas natural (debido a su cercanía entre los yacimientos de petróleo ultrapesado y los yacimientos de gas natural), donde el bitumen es transportado en trenes y gracias al gas natural, se mejora la mezcla, insertando átomos de hidrógeno en las cadenas insaturadas del bitumen y haciendo que el producto sea ya algo más cercano al petróleo convencional (Sepulveda & Miller, 1974; Adewusi & Adetona, 1998). Hay que señalar que durante este proceso se liberan grandes cantidades de CO_2 (Moradi et al., 2023), lo que, en a finales del año 2011, llevó al país a abandonar el Protocolo de Kioto previamente adquirido (Santín-Peña, 2015).

Gráfico 31. *Histórico de producción de petróleo (incluido el GLP) canadiense para el periodo comprendido entre los años 1965-2022 en miles de barriles/día.*



Fuente: Instituto de la Energía.

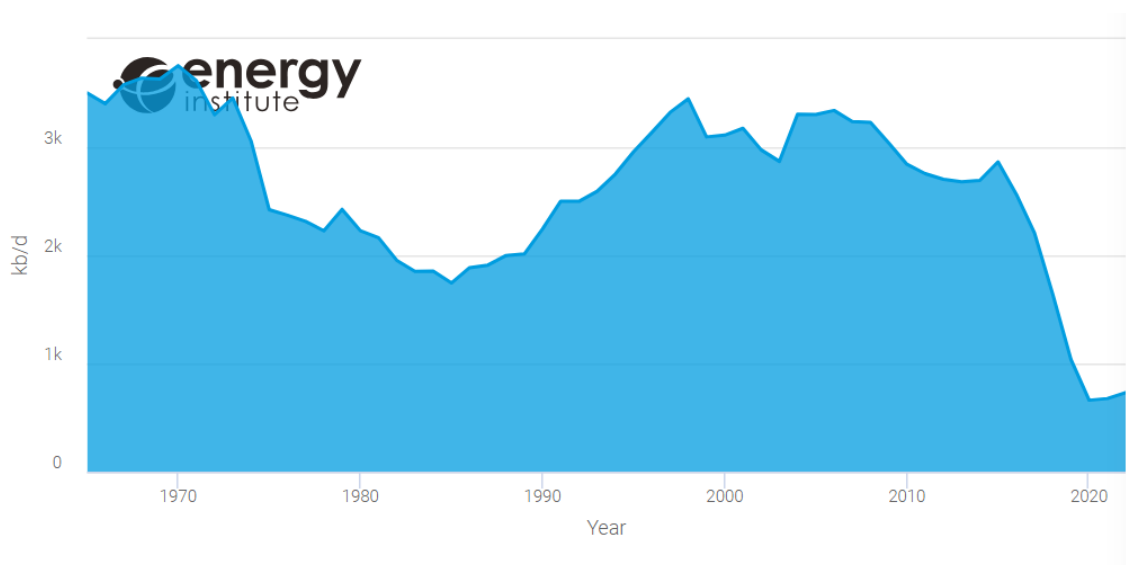
En el anterior gráfico número treinta y uno, se puede visualizar el más que reseñable aumento de la producción de este tipo de petróleo no convencional en los últimos dos lustros. Pasando de los 850 kb/día en 1965, hasta la actual cantidad de 4,86 millones de barriles/día, que más tiene que ver con el aumento de la producción de GLP que de petróleo (crudo convencional). Sin embargo, también se puede observar en el anterior gráfico, cierta saturación en cuanto al comportamiento de la producción de petróleo en el anterior gráfico, achacado muy posiblemente a dos limitaciones biofísicas claras en cuanto al proceso de extracción de este bitumen. Siendo la primera de estas limitaciones, aquella que hace referencia a la cantidad de agua necesaria y (disponible) para realizar la primera parte del proceso en el que el bitumen se separa de las arenas a través del uso de vapor de agua (Owen & Humenick, 1986; Cobanli et al., 2020). Mientras que, en segundo lugar, y como consecuencia de la cercanía del máximo punto de extracción del gas natural canadiense, (Freise, 2011), se necesita importar gas natural para continuar con los aumentos de producción, y transformar el espeso bitumen, en un producto semilíquido con objeto de poder ser tratado en las refinerías para cosechar productos parecidos al petróleo convencional (Briggs et al., 1988).

Por otro lado, y en cuanto a los petróleos extrapesados de Venezuela, la situación es más precaria si cabe. Si bien el acceso al agua en la Franja del Orinoco no es un factor tan limitante como en el caso canadiense, mientras que sí lo es la disponibilidad de gas natural (Boue, 2012), Venezuela desde un primer momento atendiendo a esta falta de disponibilidad de gas para separar el bitumen de la arena, optó por mezclar sus petróleos extrapesados con los petróleos ligeros que la propia Venezuela extraía en la bahía de Maracaibo (Boue, 2012). Lo cual, a su vez, generó rápidamente dos inconvenientes: por un lado, la mezcla resultante denominada Orimulsión (70 % bitumen y 30 % agua y surfactante), tenía menor valor económico y un mayor coste productivo que el petróleo de alta calidad de Maracaibo, y, además, el petróleo de Maracaibo empezó a declinar a principios del año 2000 (Chen, 2002; Mommer, 2004) con lo que pronto comenzó a faltar petróleo ligero para conseguir realizar la orimulsión y Venezuela tuvo que importarlo a un precio muy elevado (Arráix-Lucca, 2016).

En definitiva, durante la primera década de este siglo se exageró la importancia de los petróleos extrapesados como posible respuesta al declive del petróleo convencional debido a las vastas reservas de bitumen encontradas (Raeuchle et al., 1997; Valladares &

Rojas, 2020). Sin embargo, son muchas las limitaciones que este petróleo no convencional presenta en su proceso de producción, necesitando de cantidades ingentes de agua y calor, junto a una fuente de hidrocarburos ligeros extra con los que poder combinarlos. Lo que, sumado a las sanciones realizadas a este país por parte de los organismos internacionales (Rodríguez, 2022), realmente hace muy complejo que la producción venezolana de petróleo no convencional pueda volver aumentar hacia los números que presentaba en los años 70 y 80.

Grafico 32. *Histórico de producción de petróleo venezolano entre los años 1965-2022 en miles de barriles/día.*



Fuente: Instituto de la energía.

1.2.5. *Fractura Hidráulica (Fracking).*

Finalmente, el petróleo de esquisto, explotado mediante la técnica del *fracking*, es el último líquido que conforma la amalgama de estos petróleos no convencionales, y atendiendo tanto a su actualidad como a su forma de desarrollo, seguramente ha sido el recurso fósil sobre el que más esperanzas descansaban por parte del *establishment* energético, con objeto de poder utilizarlo como la herramienta definitiva capaz de suplir (e incluso incrementar), la cantidad de energía perdida a consecuencia de la declinación natural del petróleo convencional tras la llegada de este a su máximo pico de producción (IEA, 2008).

Tabla 19. *Tasas de disminución promedio anual ponderadas por la producción estimadas después del pico para todos los campos, en todo el mundo por región.*

Región geográfica	Basado en un conjunto de datos de 580 campos	Todos los campos en explotación
OCDE Norte América	6.5%	9.7%
OCDE Europa	11.5%	11.9%
OCDE Pacífico	11.6%	12.6%
E. Europa/Euroasia	5.1%	5.8%
Asia	6.1%	6.7%
Oriente Medio	2.7%	3.4%
África	5.1%	6.8%
América Latina	6.0%	6.6%
Mundo	5.1%	6.7%

Fuente: IHS, Deloitte & IEA. Elaboración propia.

Anexo III. Gas natural, carbón y uranio. Simultaneidad de los picos máximos de extracción de los recursos naturales fósiles.

1. Gas natural: realidades y previsiones.

Otro de los recursos naturales fósiles más señalado en cuanto al nivel de energía primaria que aporta al *mix* energético global es el gas natural. Siendo este recurso una mezcla de gases entre los que se encuentra en mayor proporción el metano (75-95 % de la mezcla), además de otros gases como el etanol, el propano, el butano, el dióxido de carbono, el sulfuro de hidrógeno, el helio y el argón (Abdel-Aal et al., 2003). Siendo responsable este recurso natural fósil de facilitar el 27 % de la energía primaria global. Debido a su alto poder calorífico, presenta una combustión que puede ser regulable, produciendo una escasa contaminación por lo que lo hace un recurso muy versátil. Pudiendo ser utilizado en el sector residencial (cocina, hornos, climatización, electrodomésticos varios), en el sector industrial como combustible, en el sector sanitario (agua caliente y esterilización) y en el sector petroquímico como para la obtención de amoníaco (abonos nitrogenados), metanol, etileno, butadieno y propileno (generación de plásticos) y en sector energético (producción de electricidad, sistema de respaldo a la red).

Debido a estos múltiples usos, además de la generación de amoníaco para la conformación de los abonos nitrogenados que soportan el actual sistema agrícola mundial, y la creación de alimentos, como se puso de manifiesto con el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania que tensionó el mercado del gas, (IEA, 2023d) incrementando los precios por encima de los márgenes posibles de explotación de abundantes empresas generadoras de abonos nitrogenados (Levi & Molnar, 2022), situación que ha agravado la actual crisis alimentaria global, puesto que el gas natural es uno de los vectores energéticos industriales por excelencia.

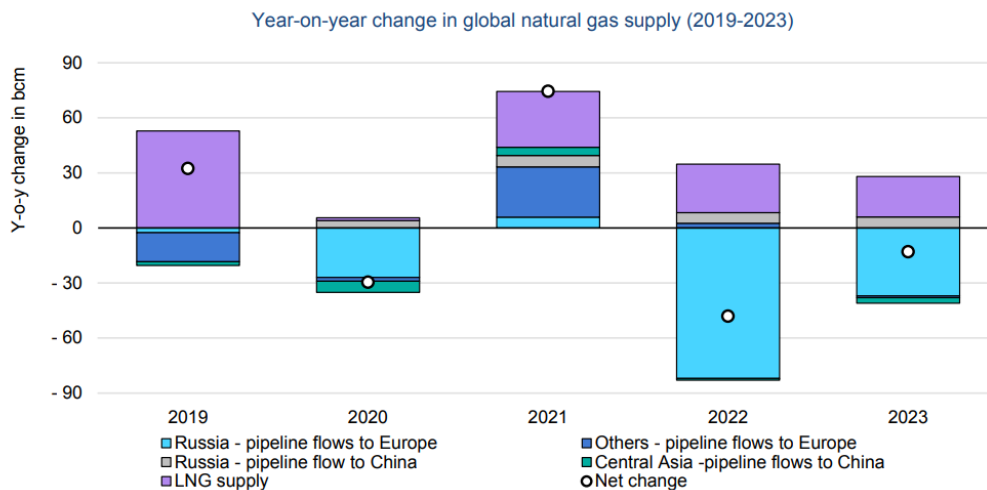
En la anterior gráfica de la derecha, incluida en el gráfico número trece, se puede observar tanto el comportamiento del gas natural tanto pasado (en el periodo comprendido entre los años 2010-2021), y las previsiones del comportamiento futuro de este recurso (2022-2050). Pudiéndose comprobar un primer escenario de oferta que atiende a una nula inversión por parte de las empresas energéticas en el mantenimiento de los yacimientos de gas (color gris), en el que se puede observar un claro declive a partir del año 2023

desde los 4000 bcm, hasta los 870 bcm en 2050, a un ritmo de declive observable del 8 % anual. Mientras que en el escenario NZE, en donde se produce una inversión por parte de las empresas energéticas únicamente en el mantenimiento y la mejora de los yacimientos de gas actuales, se observan varias cosas reseñables. En primer lugar, el pico de producción del gas bajo este escenario de inversión mínima (el escenario más probable), se alcanzaría entre los años 2028 y 2029. Fecha la cual es compatible con los modelos geológicos de explotación presentados para este recurso por diversos autores y autoras (Lahèrre, 2004, 2006; Lahèrre et al., 2022). Bajo este escenario de inversión mínima, se produciría un aumento hasta los 4200 bcm como pico máximo para después ir decreciendo hasta los 1.900 bcm en 2050. Presentando una ratio de descenso del 3,5 % anual.

Posteriormente, y para el año 2022, la IEA, realiza una actualización sobre la estimación del *peak* del gas natural realiza el año anterior, que se puede visionar en el anterior gráfico número dieciséis, en donde se observa un adelantándolo en tres años, y señalando que este *peak* se producirá en 2025, presentando un declive del 8 % anual, desde los 146 EJ (3870,46 bcm), hasta los 47 EJ (1245,97 bcm). Sea como fuere, que el pico máximo de producción se produzca en 2025, 2028 o 2030, no es algo tan relevante, sino que lo importante es la necesidad de atender a la consecuencia inherente de la llegada a este pico máximo de producción. Esto es, un comportamiento decreciente en cuanto a la producción como consecuencia de un descenso obligado en la producción del recurso desde el pico máximo en adelante.

Sin embargo, la situación actual del gas natural a nivel global durante los últimos cinco años, se ha vuelto más compleja de lo esperado, como consecuencia del propio declive natural del recurso, el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania, y la subestimación de los efectos de la falta de inversión por parte las empresas energéticas. La suma de estos factores está generando un escenario de oferta extremadamente preocupante, como se puede comprobar en los siguientes gráficos.

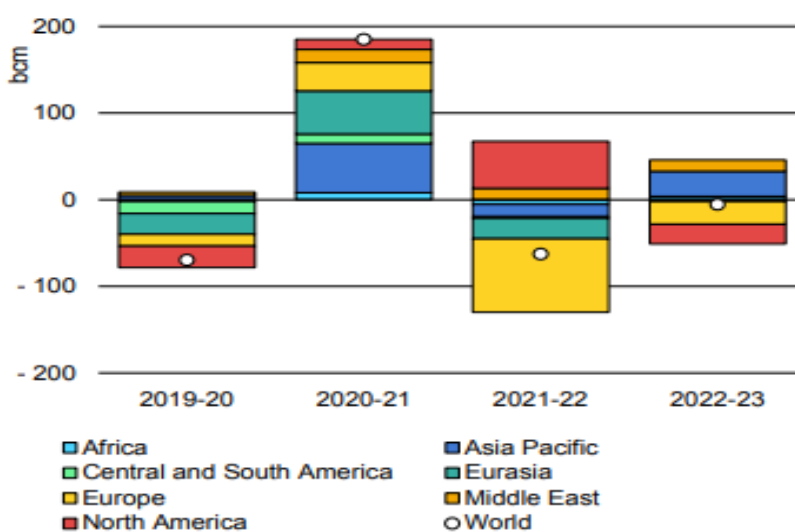
Gráfico 33. *Suministro global de gas natural (2019-2023) en millardos de metros cúbicos al año (bcm).*



Fuente: IEA, *Gas Market Report Q2 2023*, p.9.

Donde la producción global de gas natural se volvió negativa para el año 2022, y plana, para el año 2023.

Gráfico 34. *Producción global de gas natural por región 2019-2023.*

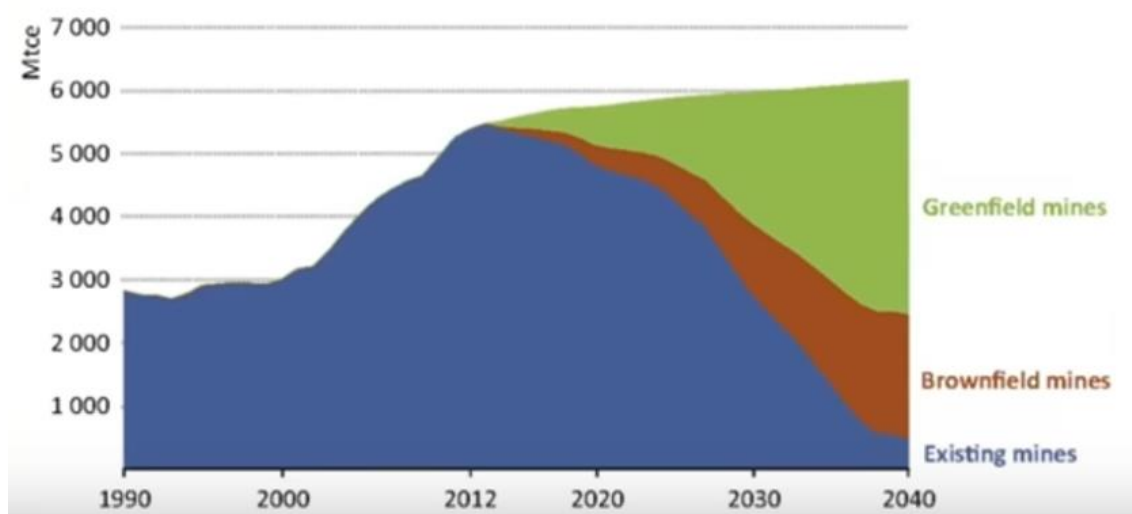


Fuente: IEA, *Gas Market Report Q2 2023*, p.10.

2. Carbón: *peak* y *declive*.

Por último, el tercer recurso natural fósil en cuanto a la cantidad de energía primaria que aporta al mix global, es el carbón. Aportando un total del 23 % de la energía primaria consumida en el planeta.

Gráfico 35. Producción de carbón atendiendo al escenario Nuevas Políticas medido en megatoneladas equivalentes de carbón (Mtce).

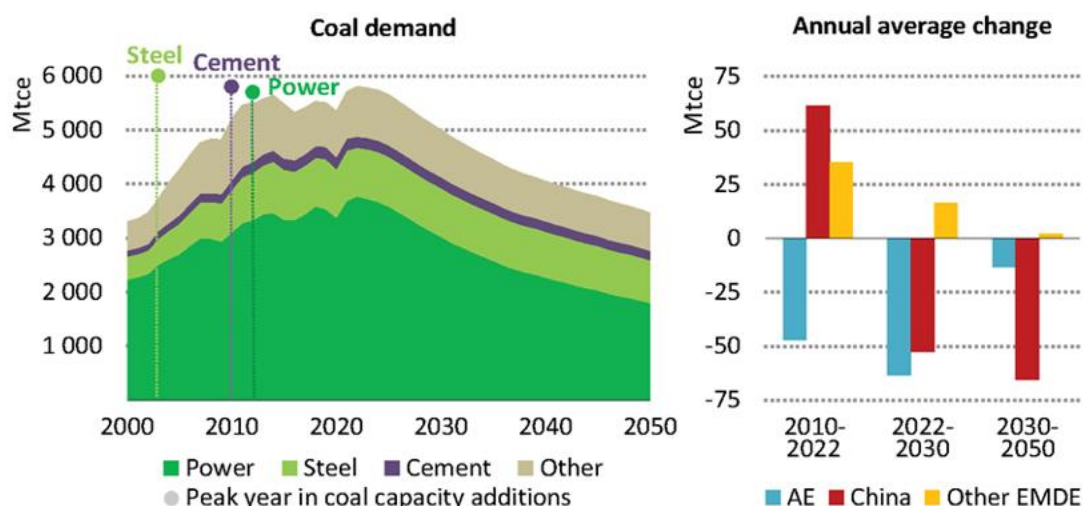


Fuente: IEA. WEO, 2014, p.

En cuanto al carbón, lo cierto es que se está comportando peor que como a priori estimaba en sus previsiones la IEA. En el anterior gráfico presentado por la IEA en el WEO, 2014 se muestran los datos consolidados para el periodo 1990-2014, y las previsiones del comportamiento del recurso para los años 2015-2040 medido en Mtce. Donde, atendiendo a los colores del mismo, la franja de color azul, corresponde a las minas ya existentes, cuya *peak* de producción se produciría en 2015, en torno a las 5300 Mtce, decayendo rápidamente a un ritmo del 7 % a partir de 2025. Mientras que la franja, de color marrón, representa los proyectos de extensión y mejora de las minas ya existentes. Al sumarla a la anterior franja de color azul, se consigue moderar, en parte, la vertiginosa caída, del recurso. Por último, la franja de color verde que, sumadas a las anteriores, permitiría aumentar la producción de petróleo hasta el año 2040 en torno a 6200 Mtep, está

representada por el conjunto de minas que se prevén encontrar. Es decir, esta franja de color verde está compuesta por los proyectos que, por medio de medidas geológicas (prospecciones, catas, etc.), se ha constatado que existe carbón, pero no se conoce con exactitud cuánto carbón hay.

Gráfico 36. Producción global de carbón en el escenario STEPS (2023).



Fuente: IEA, WEO, 2023, p. 27.

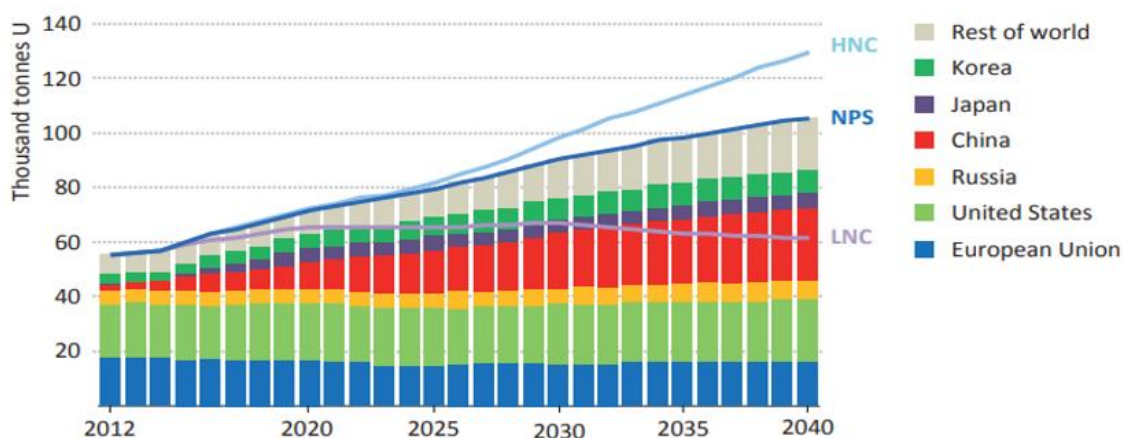
Sin embargo, lo que ha ocurrido atendiendo a la actualización que hace la IEA referente al carbón en el gráfico anterior número treinta y seis, se identifica con aumentos de la producción de carbón hasta el año 2014 dónde toca un máximo, y a partir de ahí, se puede observar lo que se puede denominar como un fenómeno de meseta ondulante de la producción. Siendo este fenómeno algo característico en la explotación de materias primas que ocurre cuando estas se están agotando. Así, cuando prácticamente se llega al máximo de producción de esa materia prima, si hay una demanda creciente y debería de aumentarse la oferta, pero no se puede por estar cerca del máximo, entonces los precios se incrementan. Si estos precios suben mucho, se reduce la demanda de esta materia prima. Y si la demanda cae lo suficiente, cae el precio y también la extracción de la materia, y, por lo tanto, se produce la bajada en la producción de la materia prima. Cuando la demanda se empieza a recuperar debido a los precios inferiores, se aumenta la demanda, aumentando la producción hasta el máximo de nuevo. Provocando esas muestras de sierra o meseta ondulante de la producción. Respecto al carbón su máximo

de extracción fue en 2022 superando ligeramente el pico de 2019, pero en todo caso se está oscilando alrededor del máximo y poco margen de mejora en la producción se prevé, lo cual coincide en cuanto al alcance del *peak* de la producción, con las fechas estimadas atendiendo a los modelos geológicos (Heinberg, 2007; Hall et al., 2011; Han et al., 2018). A señalar, que atender que una reducción en la disponibilidad de carbón, afecta en gran medida a aquellas actividades intensivas como la producción de acero y cemento. Mientras que, en el ámbito de la energía eléctrica, el difícil acceso al carbón, genera problemas para poder utilizar las centrales de ciclo combinado para poder corregir la estabilidad que genera el volcado de energía proveniente de los sistemas de captación de energía renovable (Lai et al., 2011; Tang et al., 2015; Udemba et al., 2020).

3. Uranio: *peak* y *declive*.

En último lugar, se hace necesario atender al comportamiento del uranio. Aunque este recurso no pueda calificarse como un recurso fósil, debido a su naturaleza mineral, sí presenta ciertas similitudes con estos, en cuanto a su uso energético, y su propio proceso de explotación. Desde un punto de vista energético, el uranio es utilizado como combustible para los reactores nucleares. Presentando la energía nuclear un porcentaje del mix global del consumo de energía primaria del 5 %. Lamentablemente, son pocas las alusiones que se pueden encontrar en los distintos WEO por parte de la IEA, hacia el uranio. Para encontrar un análisis del comportamiento del recurso, hay que retroceder hasta el WEO 2014.

Gráfico 37. Producción y demanda de uranio para los diferentes escenarios nucleares por región, periodo 2012-2040, medido en miles de toneladas.



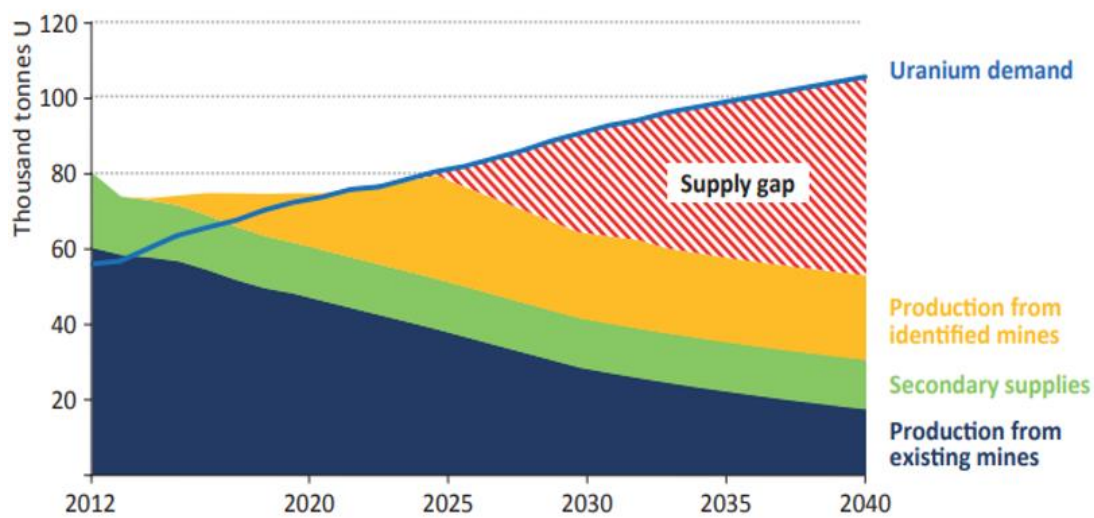
Notes: HNC = High Nuclear Case; NPS = New Policies Scenario; LNC = Low Nuclear Case.

Fuente: IEA, WEO 2014, p. 429.

En el gráfico número treinta y siete, se puede visionar atendiendo a tres escenarios distintos en cuanto a la importancia de la energía nuclear esperada en el mix global. Siendo el escenario denominado de *Nuevas Políticas*, el escenario de referencia, esto es, siendo el escenario con un porcentaje mayor de materialización. Para este escenario, la demanda de uranio global, pasaría desde las, 56000 toneladas en 2012, a las 106 000 toneladas previstas para el año 2040. Esto equivaldría prácticamente a multiplicar por dos

la producción global de uranio de 2012 para el año 2040, lo cual, atendiendo a la rareza de los procesos geológicos de agregación, presentando las minas de uranio una producción asimétrica, donde su producción sube muy lentamente, y, por el contrario, esta, al alcanzar su pico máximo de producción, decrece rápidamente (Mukherjee et al., 2023).

Gráfico 38. *Demanda de uranio en el escenario de Nuevas Políticas comparada con la producción existente y planificada, en miles de toneladas.*



Fuente: IEA, WEO, 2014, p. 410.

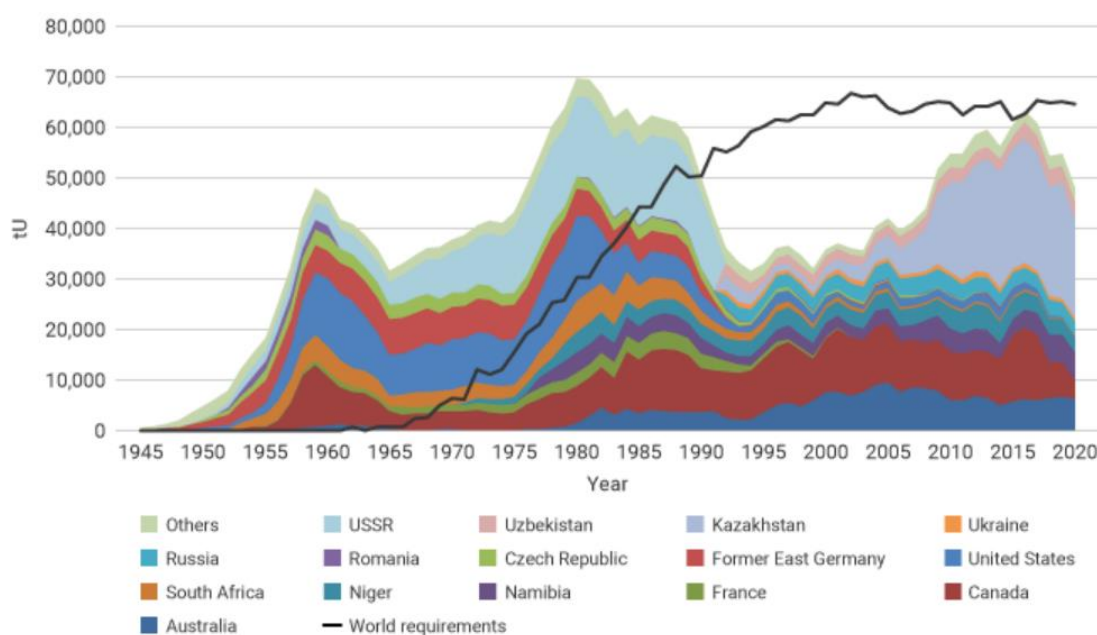
Posiblemente, la explicación acerca de la falta de análisis en los posteriores WEO por parte de la IEA, tenga su motivo en la anterior gráfica. Donde se presenta con color azul oscuro, los datos consolidados de la producción de uranio desde entre los años 2012-2014, y su esperado comportamiento hasta el año 2040. Como se puede apreciar, durante este periodo, se produce un proceso de decrecimiento en la producción extremadamente rápido. Pasando de las 60 000 toneladas en 2012, hasta las 22 000 en 2040. Siendo este descenso abrupto en la producción, consecuente con los modelos geológicos que explican el comportamiento del mineral (Mukherjee et al, 2023).

En segundo lugar, la línea verde representa a los recursos secundarios que básicamente aluden a la cantidad de uranio previamente extraído durante la carrera armamentística, y que aún está en los almacenes (en forma de bombas atómicas). Por lo que se desmantelan bombas atómicas para utilizar el uranio como combustible en las centrales nucleares.

Actualmente, el 24 % del consumo de uranio global atiende a este tipo de uranio que previamente estaba montado en forma de bomba atómica (WNA, 2009).

Por otro lado, la franja amarilla representa a la posible producción de las minas identificadas, pero que no atienden a un nivel de producción garantizado, presentándose una aproximación al respecto. Con la oferta generada por la suma de las tres franjas coloreadas, se puede observar en el gráfico número treinta y ocho, como esta cantidad de oferta, podría cubrir la demanda (línea azul) hasta el año 2025. Para el periodo posterior (2026-2040), se indica un faltante de suministro, (representado por las líneas rojas) que no se sabe de dónde se va a obtener, y que alcanzaría la cantidad de 42 000 toneladas de uranio.

Gráfico 39. Producción y requerimientos de consumo global de uranio medida en toneladas.

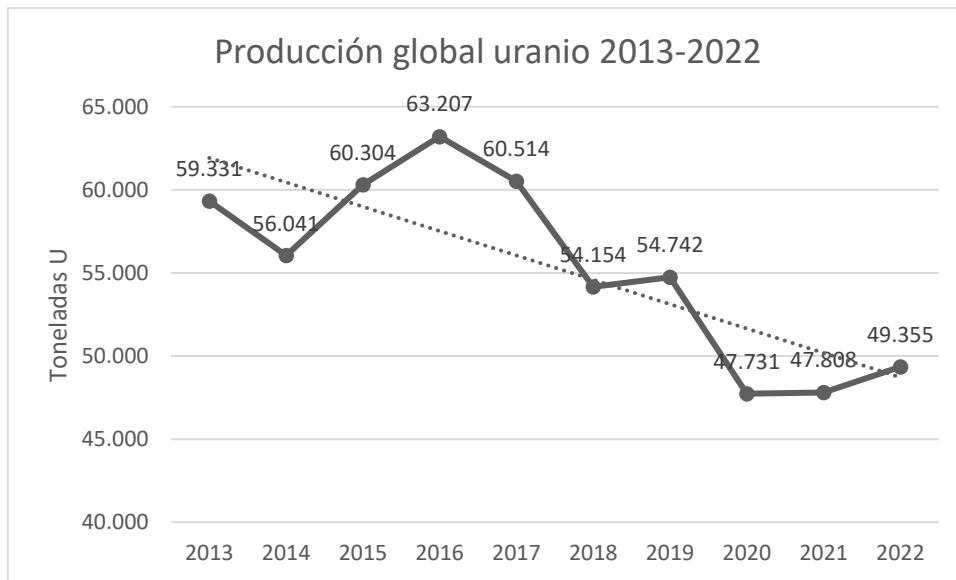


Fuente: OECD-NEA/IAEA, *World Nuclear Association*, p. 15.

Pasados los años tras las previsiones de la IEA en 2014, en el gráfico treinta y nueve, se puede apreciar que el pico de producción de uranio se alcanzó en 1979 con una producción máxima que roza las 70 000 toneladas (69 983), para posteriormente presentar una caída extremadamente rápida debido al comentado comportamiento natural del recurso. Presentándose, un gigantesco *gap* entre oferta y demanda para el periodo

comprendido entre los años 1990-2014, únicamente solventado con el esfuerzo productivo de Kazajistán en el periodo 2015-2016, para volver a caer la producción rápidamente en años posteriores. Para 2020 se calculaba una capacidad de oferta de 47 731 toneladas, y una demanda 64 000 Toneladas. Aunque en 2021 y 2022 se presente una mejoría en cuanto a la oferta (47 808 y 49 355 respectivamente), con respecto al año 2020, son cifras lejanas a la cantidad de demanda global necesitada para la reposición del recurso y las nuevas centrales nucleares proyectadas en posibles escenarios energéticos caracterizados por señalar un mayor peso por parte de la energía nuclear en el mix energético global.

Gráfico 40. Producción global de uranio periodo 2013-2022 en toneladas.



Fuente: OECD-NEA & IAE, *Uranium 2022: Resources, Production and Demand* ('Red Book'), elaboración propia.

Atendiendo a la línea de tendencia (línea de puntos discontinuos negros), difícilmente el comportamiento global del uranio puede girar y retomar la producción anterior a 1980, por mucho que se alce la voz por algunos sectores, para reclamar una mayor contribución de la energía nuclear en el mix energético primario global.

4. Simultaneidad en los picos de máxima producción de los distintos recursos naturales fósiles.

En las páginas anteriores, se ha señalado la situación actual y sus posibles previsiones futuras para los cuatro recursos energéticos por excelencia, (petróleo, gas natural, carbón y uranio), los cuales son los encargados de facilitar el 86 % de la energía primaria global utilizada para el mantenimiento del metabolismo económico/político y social, de las múltiples y variadas sociedades que tienen cabida en el planeta.

Presentando estos datos en primer lugar, la llegada al pico de producción de petróleo convencional producida en el periodo 2005-2006, el cual desde entonces ha caído un 14 % (IEA, 2022), lo que, a su vez, está generando una problemática asociada a la escasez de destilados medios de petróleo cuyo máximo exponente (aunque no el único), es la falta de diésel a nivel global.

En segundo lugar, se ha reseñado cómo el pico global de producción de petróleo (convencional y no convencional) ya fue alcanzado en el año 2018, presentando desde entonces una intensa problemática para el mantenimiento de la producción, que se convierte en un claro descenso, en la producción global de petróleo (un 4 %), si se obvian los líquidos del gas natural.

En tercer lugar, se ha podido comprobar cómo la IEA presenta el pico del gas natural en el lustro comprendido entre los años 2025-2030. No obstante, debido a diversos factores biofísicos, económicos y políticos, como el propio declive natural del recurso, el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania, y la subestimación de los efectos de la falta de inversión por parte las empresas energéticas en el mantenimiento de los yacimientos actuales y la búsqueda y puesta en explotación de nuevos yacimientos, se están generando importantes descensos en la producción global del recurso, del orden del 37 % en el año 2022.

En cuarto lugar, se ha podido señalar, cómo el carbón alcanzó su punto de máxima extracción en el año 2022 alcanzando la cantidad de 8 025 Millones de toneladas, (IEA, 2022c), y dónde las estimaciones futuras de explotación, presentan un decrecimiento acusado de la explotación del recurso, a un ritmo menguante cercano al 6 % anual.

Y en quinto lugar, y acerca de la situación actual del uranio, en los apartados anteriores se ha puesto de manifiesto, cómo el pico del uranio ya se alcanzó a comienzos de los años ochenta, caracterizándose este mineral, por presentar una producción por debajo de la oferta desde entonces.

Atendiendo a los cinco puntos anteriormente expuestos, se puede señalar que de los cuatro recursos energéticos de los que las actuales sociedades termodinámicas disipativas industriales, reciben el grueso de energía primaria, tres de ellos ya han superado su punto de máxima producción (petróleo, carbón, uranio), y el restante, (el gas natural) todo hace indicar que alcanzará su punto máximo de extracción en breve. Lo que a la postre, muy posiblemente se va a traducir en el medio plazo, en un irremediable y paulatino descenso en cuanto a la cantidad de energía que nuestras sociedades van a poder captar de estos recursos naturales fósiles (más el uranio).

Atendiendo a esta última circunstancia, se hace necesario, y de forma apremiante, el caminar hacia nuevos modelos energéticos alternativos, que permitan atesorar la energía necesaria para la realización de las actividades y acciones diarias, destinadas al mantenimiento del metabolismo económico, político y social de las distintas sociedades.

Anexo IV. Señalando las limitaciones de los sistemas de captación de energía renovable para sustituir a los recursos naturales fósiles.

1. Introducción.

Bien sea por dar una respuesta a la crisis climática (Rui et al., 2023) o bien porque se trate de paliar la crisis energética (Turiel, 2022), la búsqueda de nuevos modelos energéticos ineludiblemente debe sustentarse al amparo de los sistemas de captación de energía renovable. Sin embargo, estos sistemas de captación de energía presentan unas problemáticas y limitaciones biofísicas relevantes, que se hace necesario señalar. Pues si se omitieran, se correría el riesgo de creer que estos modelos de captación de energía renovable van a generar la cantidad, y los tipos de energía necesarios, para hacer una sustitución desde el modelo de producción globalizado fósil, hacia un modelo globalizado renovable. Pretendiendo que durante este proceso no se ocasione un menoscabo en los flujos energéticos que permiten la implementación de los distintos metabolismos económico/sociales que presentan las diversas sociedades (Hall et al., 2011; Prieto & Hall, 2012; de Castro, 2023).

2. Cantidad máxima de energía que los sistemas de captación de energía renovable pueden aportar a las sociedades termodinámicas disipativas industriales.

Los distintos tipos de sistemas que permiten de forma renovable captar energía, presentan unas problemáticas particulares a tenor de su propia idiosincrasia. Todos y cada uno de ellos (solar, fotovoltaica, eólica, térmica, mareomotriz, etc.), presentan una serie de limitaciones comunes, siendo la primera de ellas, la máxima capacidad de captación energética de la suma de estos sistemas renovables.

La suma de los diversos sistemas de captación de energía renovable presenta un total energético estimado que oscila en un rango amplio, atendiendo a los distintos trabajos publicados sobre la temática (Turiel, 2020). Siendo los rangos más reseñados, aquellos que presentan una capacidad de aprovechamiento que oscilaría entre la mitad, y la cuarta parte de la actual cantidad de energía primaria consumida a nivel global (de Castro & Capellán-Pérez, 2020) en escenarios presentados con modelos energéticos 100 % basados en sistemas de captación de energía renovable (de Castro & Capellán-Pérez, 2020). Siendo esta limitación en cuanto a la imposibilidad de acrecentar la cantidad máxima de energía captada por estos sistemas de energía renovable, una problemática irresoluble para los actuales sistemas económicos y políticos, caracterizados por la necesidad de un crecimiento continuado como forma de poder pagar los rendimientos adecuados al capital. Lo que atendiendo a lo anteriormente expuesto en puntos anteriores, referente a la dependencia del crecimiento económico de la previa disponibilidad energética, utilizada para incrementar el tamaño del subsistema económico, como herramienta para realizar las tareas y funciones propias del mantenimiento del metabolismo de las sociedades disipativas (Ayres et al., 2013; King et al., 2015; Fagnart & Germain, 2016), los modelos energéticos 100 % renovables debido a sus propias características biofísicas, hacen imposible la continuidad de modelos económicos y políticos basados en el crecimiento, puesto que independientemente de la cantidad final de energía que un sistema 100 % renovable pueda captar, antes o después, la falta de este incremento energético hará imposible el crecimiento económico (Scalia et al., 2020).

Además, los dos tipos de sistemas de captación preferentes en los que apoyar la transición energética, presentan sendas problemáticas a señalar. Por un lado, la energía solar,

presenta unas problemáticas asociadas tanto a la propia dispersión que presenta la energía solar, como al uso intensivo de los espacios/territorios para la instalación de las granjas solares, compitiendo así esta actividad con otras actividades antropológicas por el uso del espacio como puede ser el uso agrícola para la producción de alimentos (Capellán-Pérez et al., 2017). Al mismo tiempo, la producción de estos sistemas de captación de energía renovable, incrementan (notablemente) las emisiones de CO_2 (van de Ven et al., 2021). Siendo los cálculos estimados relativos a la cantidad de energía solar que se puede captar a través de sistemas basados en placas fotovoltaicas, junto a la energía procedente de los sistemas que recolectan energía a través de la concentración solar, estimada entre el rango de 60-184 EJ/año (de Castro et al., 2013; Dupont et al., 2020; Shepvalova et al., 2023), lo que equivaldría en el rango máximo al 28 % de la cantidad de energía primaria total (de todas las fuentes) obtenida en el año 2022.

Por otro lado, la captación de energía eólica presenta una limitación dependiente del número de aerogeneradores instalados en la misma área de trabajo, como se ha podido observar en las granjas de aerogeneradores instalados en el mar (granjas eólicas *offshore*), (Akhtar et al., 2021). Donde estos aerogeneradores, interactúan entre ellos de forma no lineal, cosa que se había subestimado por los modelos de construcción de las macrogranjas eólicas. Actualmente, es conocido que los impactos de las estelas turbulentas generadas por cada aerogenerador, está ocasionando que la producción esperada de los grandes parques de aerogeneradores sea un 20 % inferior a la esperada (Akhtar et al., 2022; Lee et al., 2022), lo cual ya era algo que se había señalado una década antes (de Castro et al., 2011).

Actualmente, el sector de la energía eólica está inmerso en una crisis global, que muy posiblemente ponga en peligro su propia supervivencia. Necesitando de la aprobación urgente de paquetes de ayuda económica destinada a mantener, al menos, la viabilidad de las grandes empresas del sector (EC, 2023). Las causas de esta crisis de la industria eólica se pueden encontrar en las problemáticas biofísicas representadas tanto en la alta necesidad de materiales y compuestos, que son muy limitados en nuestro planeta, lo que genera constantes aumentos de costes en cuanto al aprovisionamiento de los materiales necesarios para la fabricación de los aerogeneradores, como en unas cifras de captación energética menores de las esperadas, generando problemas a la hora de los retornos de la inversión (Akhtar et al., 2021, 2022).

Por otro lado, la otra palanca que iba a facilitar el cambio de modelo energético en cuanto al sistema de movilidad (los coches eléctricos) no presentan un porcentaje importante en el transporte privado, en el año 2022 el porcentaje de vehículos eléctricos vendidos del total fue del 13 % (Tridents, 2023). Muy posiblemente debido a las señaladas limitaciones que estos presentan, (materiales, histéresis de las baterías²², falta de líneas de recargas, bajas prestaciones, altos precios), múltiples dificultades para recargar, etc., si son comparados con las prestaciones que ofrecen los vehículos impulsados por motores térmicos que presentan unos precios más comedidos, haciendo difícil que las ventas de los coches eléctricos aumenten mucho más su porcentaje global en el sector de la locomoción particular.

²² La histéresis de las baterías es un fenómeno que reduce la capacidad de las baterías con cargas incompletas. Se produce cuando se carga una batería sin haber sido descargada del todo: se crean unos cristales en el interior de estas baterías, a causa de una reacción química al calentarse la batería, bien por uso o por las malas cargas.

3. Dependencia de los sistemas de captación de energía renovable de la energía fósil para conformar su ciclo de vida.

Algunos autores y autoras presentan la idea de que los sistemas de captación de energía renovables son extensiones del sistema energético fósil global. Esto se debe a la dependencia total que presentan estos sistemas de captación de energía renovable, para cualquier fase de su producción y puesta en marcha de la energía fósil (Calvo et al., 2016). Si se piensa, por ejemplo en un sistema de captación de energía solar a través de placas fotovoltaicas, en primer lugar, se necesita energía fósil para realizar la extracción de los minerales necesarios para el proceso productivo de las placas solares. Seguidamente, se necesitará energía fósil para su transporte hasta el centro productivo. Una vez allí, se utilizará más energía fósil para comenzar la producción de las distintas placas solares. Posteriormente, se necesitará más energía fósil para el transporte de las placas hacia el destino. Ya en el destino, se necesitará utilizar maquinaria pesada en su proceso de instalación, así como para los distintos procesos de mantenimiento, y finalmente para el ulterior proceso de desmontaje y reciclado una vez acabada su vida útil. Durante todas estas etapas del ciclo de la vida de las placas solares, así como los demás materiales necesarios para llevar a cabo la conformación de un sistema de captación de energía de este tipo, inevitablemente, es necesaria la previa disponibilidad de energía fósil (Prieto & Hall, 2012; Hall et al., 2014).

De igual manera para conformar los aerogeneradores que producen energía eléctrica a través del viento se presenta el mismo proceso señalado anteriormente para los sistemas de captación de energía solar, con la agravante añadida del gran coste en recursos que cada uno de estos aerogeneradores necesita para su proceso de producción (de Castro & Capellán-Pérez, 2020). Mientras que, si se pretende analizar la energía hidroeléctrica, hay que introducir en el análisis de su coste energético, la cantidad de energía fósil necesaria para la construcción de las diversas presas, turbinas, mantenimiento, etc. (de Castro & Capellán-Pérez, 2020).

4. La limitación de los materiales disponibles para la creación de un Sistema Energético 100 % renovable.

La tercera característica limitativa común que presentan los sistemas de captación de energía renovable, hace referencia a la necesidad de utilizar en su producción, puesta en funcionamiento, mantenimiento y futuras reparaciones, de una cantidad de materiales minerales extraordinaria como ya se apunta desde la propia Agencia Internacional de la Energía, (IEA, 2021b). Presentando estimaciones en cuanto a la cantidad de veces por las que se deberían de multiplicar las producciones globales actuales de los recursos minerales críticos necesarios para la implementación masiva de los sistemas de captación de energía renovable, que rozan lo absurdo. Necesitando multiplicar la producción global de litio por 42, la producción grafito por 25, la producción de cobalto por 21, la producción de níquel por 19, o la producción de arenas raras por 7. Siendo, además, estos números presentados por la IEA en el anteriormente mencionado informe de 2021, tratados como un compendio de estimaciones bastante optimistas por diversos autores y autoras (Valero et al., 2018a) que consideran las estimaciones anteriores se quedan cortas en cuanto al impacto que la escasez de minerales puede tener en el desarrollo de las economías, así como de los impactos ambientales que va a recibir el planeta en el proceso (Valero et al., 2018a). Señalando además una especial problemática para aquellos elementos minerales que debido a que son escasos e insustituibles en los sistemas de captación de energía renovable, los cuales provocan cuellos de botella impidiendo en buena medida, la posibilidad de realizar una transición energética global a modelos renovables (Calvo & Valero, 2020). Destacando la plata y el telurio, utilizados en la producción de placas fotovoltaicas, el níquel, manganeso, litio y cobalto para la producción de baterías, el galio, el neodimio e indio para los aerogeneradores, el lantano, el cerio, el praseodimio, el neodimio, el promedio y samario para la generación de microchips, y que presentan un riesgo muy alto de rotura de suministros en los próximos años según el informe Materias primas críticas para tecnologías y sectores estratégicos en la UE de la Comisión Europea emitido en el año 2020 (EC, 2020), debido a la procedencia geográfica de dichos materiales minerales (China y Rusia en la gran mayoría de los casos).

Atendiendo a lo anterior, se hace evidente que tanto la cantidad disponible de estos minerales (fondos), como también la velocidad a la que se pueden extraer (flujos), son

claras limitaciones biofísicas para cualquier modelo de transición energética basado en sistemas de captación de energía renovable puede suministrar (Calvo et al., 2017; Valero et al., 2018a; 2018b).

Ilustración 11. Cadenas de suministro indicativas de petróleo, gas y tecnologías de energías limpias seleccionadas.

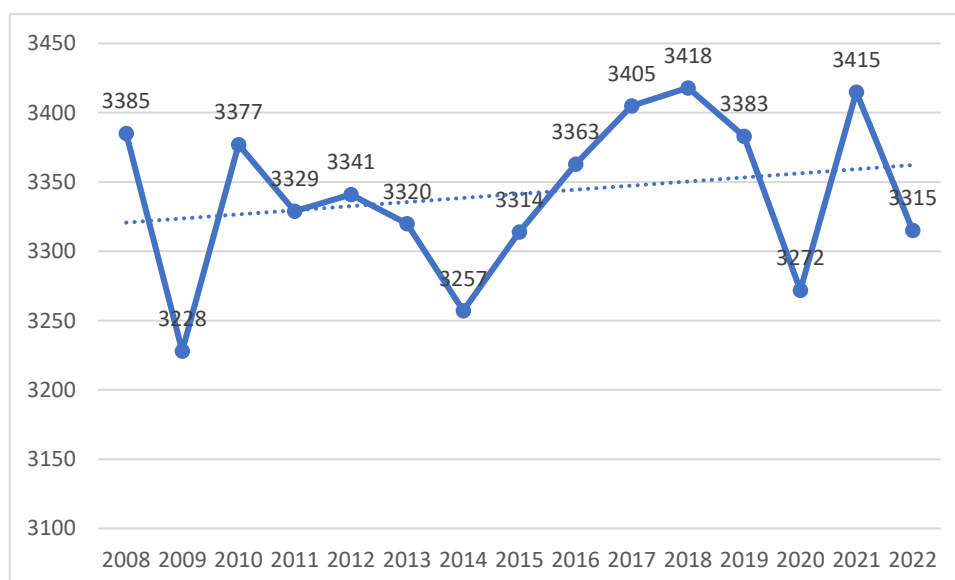


Fuente: IEA, WEO, 2023, p. 142.

5. Máximo de energía renovable que las redes eléctricas son capaces de gestionar.

En cuarto lugar, hay que señalar que estos modelos de captación de energía renovable están orientados a la generación de electricidad. La cual representa únicamente el 20 % del total de la energía primaria global (Wiatros-Motyka, 2023), presentándose además la paradójica situación en donde el consumo eléctrico está disminuyendo en Europa desde el año 2008.

Gráfico 41. Consumo de energía eléctrica en Europa para el periodo comprendido entre los años 2007-2022.



Fuente: EUROSTAT. Elaboración propia.

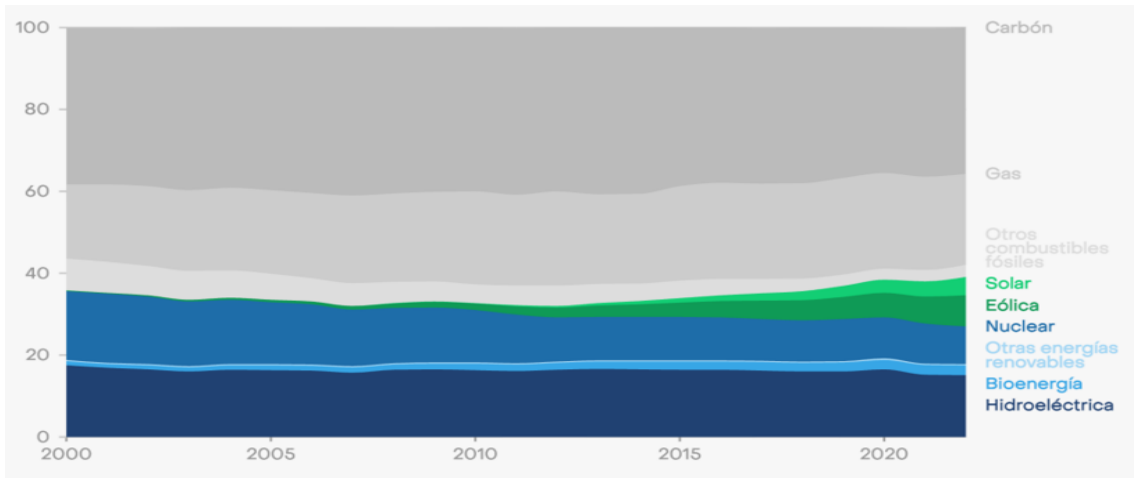
Por otro lado, la producción de energía renovable presenta unas características propias que hace muy complejo su aprovechamiento a través de su volcado en las diferentes redes eléctricas nacionales y supranacionales. Siendo esto explicable si se atiende a que, la energía eléctrica producida por estos sistemas de captación de energía renovable, en especial la energía eólica y fotovoltaica, son energías asíncronas (variables), y no despachables, esto es: son energías que no están disponibles cuando la red las necesita, sino cuando se dan las circunstancias biofísicas para que estos sistemas de captación de

energía funcionen, por lo que, si el sol no brilla o el viento no sopla, no se pueden generar (Prieto & Hall, 2012). Presentando ambas particularidades, la capacidad de desestabilizar la red eléctrica hasta el punto de poner en riesgo su funcionamiento. Haciéndose necesario la utilización de energía despachable y síncrona que tengan una respuesta rápida para estabilizar la red como centrales de ciclo combinado de gas y carbón para poder gestionar y evitar esos picos de subida energética ocasionados por el volcado en la red de la energía asíncrona y no despachable (renovable), (ENTSOe, 2021).

En resumidas cuentas, al aumentar la cantidad de energía generada por los sistemas de captación y generación solar y eólica que desestabilizan la red con sus grandes picos de producción y parones (noche, días nublados, etc., no sopla el viento), se hace necesario un mayor uso de gas natural y carbón para volver a llevar la red eléctrica a su equilibrio de funcionamiento (50 Hz). Para el año 2022, último año con datos consolidados el porcentaje de electricidad a nivel global que se produjo a través de sistemas de captación de energía renovables solar y eólicos alcanzó el 12 %, lo que supone un 39,4 % de la producción de energía eléctrica global, si le añadimos los demás sistemas de captación y producción de energía renovable (hidráulica, termosolar, biomasa, etc.), junto a la energía nuclear, (EMBER, 2023).

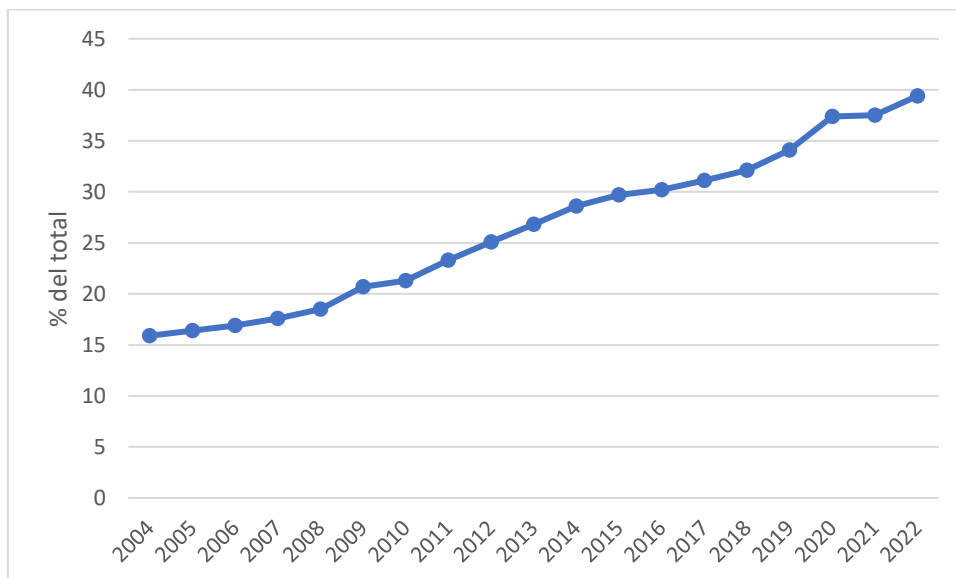
Durante este año 2022, se han producido grandes descensos en la producción de energía eléctrica a nivel global de origen nuclear, que ha descendido 129 TWh, respecto al 2021, y de la energía eléctrica producida a través de gas natural en 12 TWh, debido a los constantes aumentos de precios y los problemas con las cadenas de suministro. Este gap energético se ha compensado gracias al aumento de la generación de electricidad a través del carbón (108 TWh), junto con el aumento del consumo de petróleo como combustible eléctrico (86 TWh), lo que eleva la cifra de producción de energía eléctrica global a través de combustibles fósiles para este año 2022 a la cifra del 61 % (EMBER, 2023).

Gráfico 42. Generación de electricidad a nivel global atendiendo a las distintas fuentes energéticas (en porcentajes).



Fuente: Ember.

Gráfico 43. Porcentaje de producción de energía eléctrica renovable en Europa 2004-2022 en porcentajes.

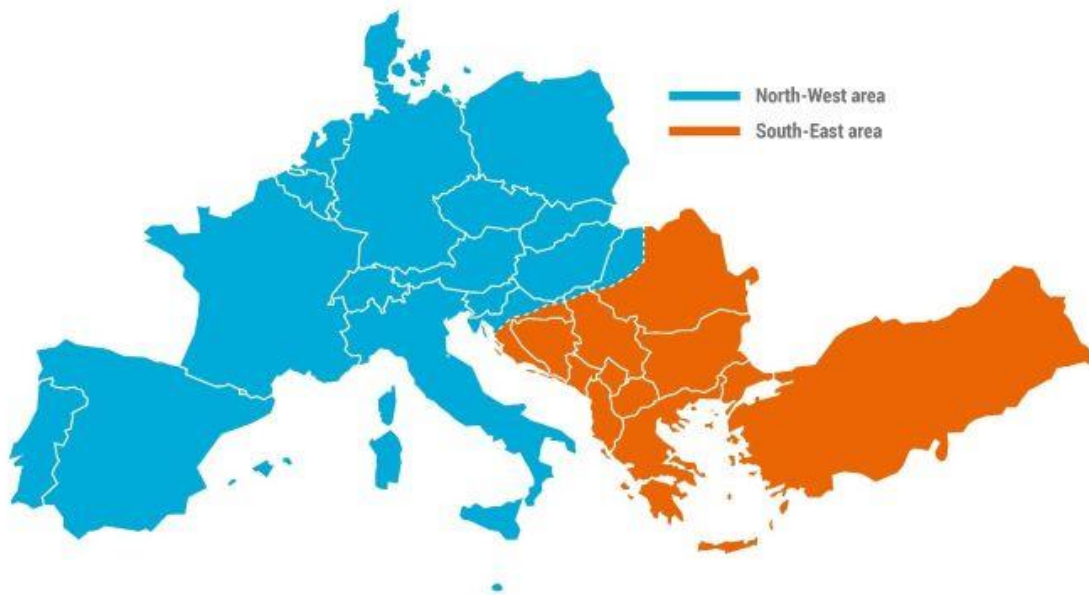


Fuente: Eurostat.

En el caso europeo, se ha hecho un gran esfuerzo por incrementar el porcentaje de generación de electricidad a través de los sistemas renovables desde el periodo

comprendido entre los años 2004-2022, pasando del 15,9 %, al actual 39,4 %. Sin embargo, actualmente se está llegando a la cantidad máxima que la red eléctrica europea es capaz de soportar de este tipo de energía asíncrona y no despachable, generándose conflictos de estabilidad reseñables, que incluso han puesto en peligro la propia viabilidad de la red, como ocurrió el 8 de enero, a las 14:05 horas, del año 2021, cuando se tuvieron que separar el área síncrona de Europa continental en dos áreas eléctricas separadas como consecuencia del volcado masivo de energía generada en la zona noroeste (con España a la cabeza), pudiendo únicamente controlarse esta incidencia, a través de la desconexión de los operadores franceses e italianos (nuclear), para reducir la desviación de frecuencia entre ambas partes de la red, con objeto de evitar el colapso de la misma (ENTSO-e, 2021).

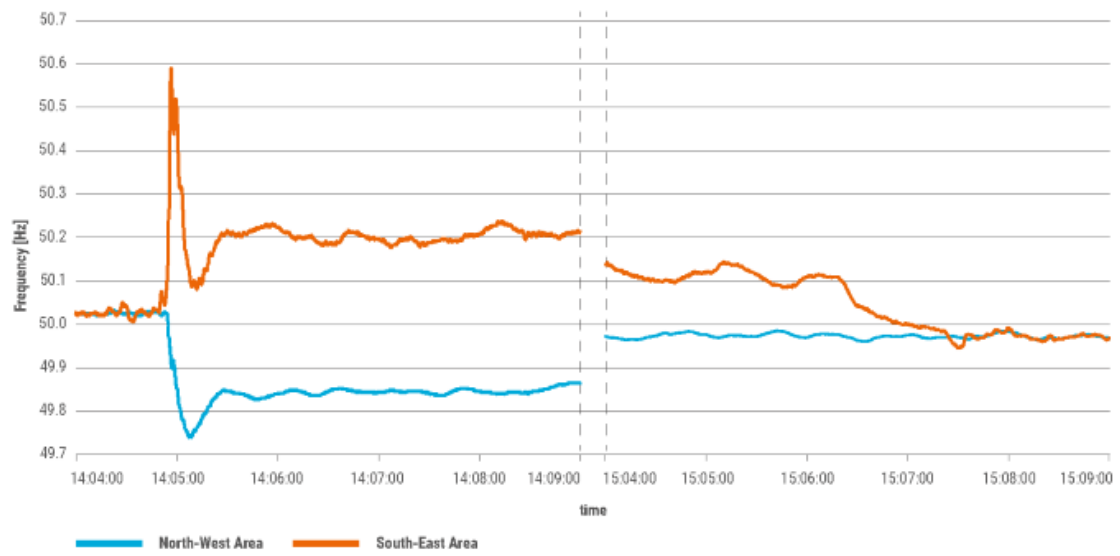
Ilustración 12. Mapa de Europa Continental que muestra las dos áreas eléctricas separadas durante el evento sistémico del día 8 de enero del año 2021.



Fuente: ENTSO-e, *Annual Report 2021*.

Teniendo en cuenta que la red europea trabaja con una frecuencia constante de 50 Hz, el diferencial producido de casi 1 Hz estuvo a punto de tumbar la totalidad del sistema eléctrico europeo continental.

Gráfico 44. Frecuencia en Europa Continental durante el evento producido el 8 de enero del año 2021.



Fuente: ENTSO-e. *Annual Report 2021*

6. Tasa de Retorno Energético de las energías renovables.

La tasa de retorno energético (TRE) o EROI de sus siglas en inglés (*Energy Returned on Energy Invested*), se puede expresar como el cociente entre la energía conseguida, y la energía invertida para su obtención.

$$TRE = E_{\text{total de la fuente}} / E_{\text{invertida}}$$

Atendiendo a esta división, presentada por Hall & Cleveland (1981), si el cociente es menor o igual a 1, indica que la energía total obtenida del recurso energético es menor o igual a la energía invertida en el proceso. Mientras que, si el cociente es superior a 1 indica que existen excedentes energéticos, presentándose un saldo energético neto positivo, haciendo viable la explotación del recurso natural energético.

Esta simple metodología, y aunque presente algunas problemáticas asociadas a su implementación (Arvesen & Hertwich, 2015), permite al contrario de la contabilidad volumétrica llevada a cabo por la IEA, conocer la cantidad de energía neta, que cada recurso energético es capaz de generar, una vez deducida la cantidad de energía necesaria para su proceso de transformación y puesta en explotación (Atlason & Unnthorsson, 2014, Hall, 2018).

Cuando se analiza el comportamiento del mercado mundial de energía bajo esta metodología, se pueden observar varias situaciones fundamentales en cuanto a la cantidad de energía final que nuestras sociedades termodinámicas disipativas industriales están recibiendo en relación con la cantidad primaria de energía conseguida (Brokway et al., 2019). Del mismo modo, y, analizando las TREs históricas de los distintos recursos naturales fósiles, es posible visionar cómo está afectando el declive natural de los recursos naturales fósiles, a través tanto de un descenso en la explotación de los mismos, como a los efectos de los crecientes costes energéticos necesarios en su producción, así como a la cantidad final de energía neta que es posible aprovechar de estos para el mantenimiento de los diversos procesos metabólicos de nuestras sociedades disipativas industriales (Perissi et al., 2021).

Tabla 20. TRE primaria y TRE final de los distintos recursos naturales fósiles y sistemas de captación de energía renovable.

Ratio estimada TRE (X:1)			
FUENTE DE ENERGÍA/VECTOR	TRE PRIMARIA	TRE FINAL	REFERENCIA
CARBÓN	40-55 (a pie de mina)		Hall et al., (2014)
	80 (a pie de mina)		Court and Fizaine, (2017)
PETRÓLEO	15		Court and Fizaine, (2017)
	15		Freise, (2011)
	18		Gagnon et al., (2009)
	20		Hall et al, (2014)
	21		Grandell et al., (2011)
	28		Hall et al., (1986)
		4-5 (liquidos refinados)	Brandt, (2011)
GAS	18 (a pie de pozo)		Gagnon et al., (2009)
	20(a pie de pozo)		Hall et al., (2014)
	40(a pie de pozo)		Grandell et al., (2011)
	65(a pie de pozo)		Freise, (2011)
	75(a pie de pozo)		Court and Fizaine, (2017)
ELECTRICIDAD(GAS)		6	Hall et al., (2014)
		8	King and Van Den Bergh, (2018)
		11-14	Raugei and Leccisi, (2016)
ELECTRICIDAD(CARBON)		4	Raugei and Leccisi, (2016)
		13-18	Hall et al, (2014)
		17	King and Van Den Bergh, (2018)
ELECTRICIDAD(SOLAR)	19-38	6-12	Raugei and Leccisi, (2016)
		10	Hall et al., (2014)
		4-7	Lambert et al., (2014)
		2,5-3,5	Prieto & Hall, (2012)
		4-20	Leccisi et al., (2016)
ELECTRICIDAD(EÓLICA)		14-26	Kubiszeewski et al., (2010)
		15-30	Raugei and Leccisi, (2016)
		18	Lambert et al., (2014)
ELECTRICIDAD(NUCLEAR)		5-8	Lambert et al., (2014)
BIODIESEL/ETANOL		1,6-2	Lambert et al., (2014)

Fuente: Broakway et al., 2019. Con datos en negrita añadidos.

No obstante, en cuanto al cálculo de la TRE para cada recurso energético, y como se puede apreciar en la anterior tabla, se hace necesario atender a unas TREs complejas (finales), que no solo sean calculadas en el punto de mina o de extracción del recurso, sino que además en estos cálculos finales para conocer realmente la cantidad de energía neta que aporta un recurso energético, es necesario introducir todos los costes energéticos asociados hasta la producción y puesta a disposición del consumidor del producto energético final. Cuando estos procesos secundarios se contabilizan, (como podría ser el coste energético de la transformación del petróleo a combustibles líquidos gasolina, gasoil, etc.), se observa que la TRE calculada para estos líquidos es muy inferior a la TRE señalada en primer lugar para los combustibles líquidos derivados del petróleo, que la propia TRE que presenta el petróleo en su punto de extracción, (pozo), (1:15-20; a 1:4-5).

Atendiendo a estas estimaciones referentes a las diferentes TREs (energía neta), iniciales y finales, se hace pertinente analizar cuál sería una TRE mínima que posibilitara el actual mantenimiento metabólico de las sociedades disipativas industrializadas. Para ello, son varios los estudios que tratan de presentar una respuesta a la referida cuestión, Dupont, señala para el año 2018 una TRE bruta de 9,4, y la necesidad de mantener una TRE neta de al menos 8,5 para evitar el colapso social (Dupont et al., 2021). Mientras otros autores y autoras, señalan una TRE actual para TRE global de los recursos naturales fósiles, estimada en 1:12, mientras que la TRE global estimada para los proyectos que defienden un sistema energético 100 % renovable, estaría cercana al 1:3, durante la rápida transición, para estabilizarse después a mediados de siglo, en una TRE cercana a 1:5 (Capellán-Pérez et al., 2019). Estando estos últimos niveles de TRE, muy por debajo de los umbrales identificados en la literatura necesarios para sostener sociedades disipativas industriales complejas. (Dupont et al., 2021; Fischer-Kowalski, 2023). Mientras que, además, estos escenarios basados al 100 % en sistemas de captación de energía renovable, como se ha expuesto con anterioridad, impulsarían una rematerialización sustancial de la economía, exacerbando la disponibilidad de riesgo en suministro futuro de la inmensa mayoría de minerales necesarios para la producción de los sistemas de captación y producción de energía renovables (Valero & Valero, 2019), presentando las dos anteriores variables señaladas, problemáticas difícilmente salvables en cuanto a la viabilidad de la narrativa que defiende la transición energética hacia modelos energéticos

100 % renovables (Capellán-López et al., 2019; Dupont et al., 2021; Fischer-Kowalski, 2023).

Anexo V. Material adicional punto 3.2. Energía: el nexos común entre el desarrollo turístico, el crecimiento económico y la degradación ambiental.

Tabla A1. Numeración de artículos revisados y grupos de trabajo (G1 = Modelos econométricos, regresiones y otras metodologías estadísticas; G2 = Encuestas, cuestionarios y auditoría energética; G3 = Evaluación del ciclo de vida; G4 = Otros enfoques e indicadores de impacto ambiental).

Nº	Referencias	Grupo
1	Lai, T. M., To, W. M., Lo, W. C., Choy, Y. S., & Lam, K. H. (2011). The causal relationship between electricity consumption and economic growth in a Gaming and Tourism Center: The case of Macao SAR, the People's Republic of China, <i>Energy</i> , Volume 36, Issue 2, pp. 1134-1142. https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.11.036	G1
2	Tiwari, A. K., Ozturk, I., & Aruna, M. (2013). Tourism, Energy Consumption and Climate Change in OECD Countries. <i>International Journal of Energy Economics and Policy</i> , 3(3), pp.247-261. https://www.econjournals.com/index.php/ijeeep/article/view/514	G1
3	Tang, C. F., & Abosedra, S. (2014). The impacts of tourism, energy consumption and political instability on economic growth in the MENA countries, <i>Energy Policy</i> , Volume 68, 2014, pp. 458-464. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.004 .	G1
4	Katircioglu, S. T., Feridun, M., & Kilinc, C. (2014). Estimating tourism-induced energy consumption and CO2 emissions: The case of Cyprus, <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , Volume 29, 2014, pp. 634-640. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.09.004	G1
5	Katircioglu, S. T. (2014). International tourism, energy consumption, and environmental pollution: The case of Turkey, <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , Volume 36, pp. 180-187. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.04.058	G1
6	Katircioglu, S. T. (2014). Testing the tourism-induced EKC hypothesis: The case of Singapore, <i>Economic Modelling</i> , Volume 41, pp. 383-391. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.05.028 .	G1
7	De Vita, G, Katircioglu, S., Altinay, L., Fethi, S. and Mercan, M. (2015). Revisiting the environmental Kuznets curve hypothesis in a tourism development context. <i>Environmental Science and Pollution Research</i> , volume 22 (21), pp. 16652-16663. http://dx.doi.org/10.1007/s11356-015-4861-4	G1
8	Jebli, M., Youssef, S., & Apergis N. (2015). The dynamic interaction between combustible renewables and waste consumption and international tourism: the case of Tunisia, <i>Environ Sci Pollut Res Int</i> , Volume 22 (16), pp. 12050-12061. http://doi.org/10.1007/s11356-015-4483-x	G1
9	Ozturk, I., Al-Mulali, U., & Saboori, B. (2016). Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis: the role of tourism and ecological footprint. <i>Environ Sci Pollut Res</i> , Volume 23, pp.1916-1928. https://doi.org/10.1007/s11356-015-5447-x	G1
10	Khalid Z., K., Shahbaz, M., Loganathan, N., & Raza, S. A. (2016). Tourism development, energy consumption and Environmental Kuznets Curve: Trivariate analysis in the panel of developed and developing countries, <i>Tourism Management</i> , Volume 54, pp. 275-283. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2015.12.001	G1
11	Tang, C. F., Tiwari, A. K., & Shahbaz, M. (2016). Dynamic inter-relationships among tourism, economic growth and energy consumption in India. <i>Geosystem engineering</i> , 19(4), pp. 158-169. https://doi.org/10.1080/12269328.2016.1162113	G1
12	Zhang, L., & 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, <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , Volume 53, pp. 225-234. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.040	G1
13	Dogan, E., & Aslan, A. (2017). Exploring the relationship among CO2 emissions, real GDP, energy consumption and tourism in the EU and candidate countries: Evidence from panel models robust to heterogeneity and cross-sectional dependence, <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , Volume 77, pp. 239-245. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.111	G1
14	Pablo-Romero Gil-Delgado, M.d.P., Pozo Barajas, R., & Sánchez-Rivas García, J. (2017). Relationships between Tourism and Hospitality Sector Electricity Consumption in Spanish Provinces (1999-2013). <i>Sustainability</i> , Volume 9 (4), pp.1-12. http://doi.org/10.3390/su9040480	G1
15	Dogan, E., Fahri, S., & Serap, B. (2015). Investigating the impacts of energy consumption, real GDP, tourism and trade on CO2 emissions by accounting for cross-sectional dependence: A panel study of OECD countries. <i>Current Issues in Tourism</i> . Volume 20, pp. 1701-1719. https://doi.org/10.1080/13683500.2015.1119103	G1

- 16 Naradda, S. K., Hewa, R., & Haq, I. (2017). Energy Consumption, Tourism Development and Environment Degradation in Sri Lanka. *Energy Sources Part B: Economics, Planning, and Policy* 12(10), 910-916. <https://doi.org/10.1080/15567249.2017.1324533> G1
- 17 Isık, C., Dogru, T., & Turk, E. S. (2018). A nexus of linear and non-linear relationships between tourism demand, renewable energy consumption, and economic growth: Theory and evidence. *International Journal of Tourism Research*, Volume 20(1), 38-49. <https://doi.org/10.1002/jtr.2151> G1
- 18 Katircioğlu, S. T., & Taşpınar, N. (2017). Testing the moderating role of financial development in an environmental Kuznets curve: Empirical evidence from Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 68, Part 1, 572-586. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.127> G1
- 19 Shakouri, B., Khoshnevis Yazdi, S., & Ghorchebigi, E. (2017). Does tourism development promote CO2 emissions? *Anatolia*, Volume 28(3), 444-452. <https://doi.org/10.1080/13032917.2017.1335648> G1
- 20 Isik, C., Dogan, E., & Serdar, O. (2017). Analyzing the Tourism-Energy-Growth Nexus for the Top 10 Most-Visited Countries. *Economies*, Volume 5, 1-13. <https://doi.org/10.3390/economies5040040> G1
- 21 Pablo-Romero, M.P., Sánchez-Braza, A., & Sánchez-Rivas, J. (2017). Relationships between Hotel and Restaurant Electricity Consumption and Tourism in 11 European Union Countries. *Sustainability*, Volume 9, 2109. <https://doi.org/10.3390/su9112109> G1
- 22 Chen, L. J., & Chen, J. S. (2007). Energy Consumption and CO₂, *Advances in Hospitality and Leisure*, Volume. 3, 205-216. [https://doi.org/10.1016/S1745-3542\(06\)03012-8](https://doi.org/10.1016/S1745-3542(06)03012-8) G1
- 23 Isık, C., & Radulescu, M. (2017). Investigation of the Relationship between Renewable Energy: Tourism Receipts and Economic Growth in Europe. *Statistika: Statistics and Economy Journal*, Volume 97 (2), 85-94. G1
- 24 Alola, A. A., & Alola, U. V. (2018). Agricultural land usage and tourism impact on renewable energy consumption among Coastline Mediterranean Countries. *Energy & Environment*, 29(8), 1438-1454. <https://doi.org/10.1177/0958305X18779577> G1
- 25 Sghaier, A., Guizani, A., Ben Jabeur, S., & Nurunnabi, M. (2019). Tourism development, energy consumption and environmental quality in Tunisia, Egypt and Morocco: a trivariate analysis. *GeoJournal*, Volume 84, 593-609. <https://doi.org/10.1007/s10708-018-9878-z> G1
- 26 Nepal, R., Indra, M., Irsyad, M. I., & Nepal, S. K. (2019). Tourist arrivals, energy consumption and pollutant emissions in a developing economy—implications for sustainable tourism. *Tourism Management*, Volume 72, 145-154. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.08.025> G1
- 27 Idahosa, L. O., Marwa, N. & Akotey, J. O. (2017). Energy (electricity) consumption in South African hotels: A panel data analysis. *Energy and Buildings*, Volume 156, 207-217. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.051> G1
- 28 Ahmed Ph.D, M., Zaman, K., Shoukry, A., Gani, S., Sharkawy, M., Sasmoko, S., Khan, A., Ahmad, A., & Hishan, S. (2019). Energy, tourism, finance, and resource depletion: panel data analysis. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, Volume 13, 1-12. <http://doi.org/10.1080/15567249.2019.1572837> G1
- 29 Sekrafi, H., & Sghaier, A. (2018). Exploring the Relationship Between Tourism Development, Energy Consumption and Carbon Emissions: A Case Study of Tunisia. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, Volume 9, 26-39. <https://doi.org/10.4018/IJSESD.2018010103> G1
- 30 Zaman, K., Abd-el. M., & Islam T. (2017) Dynamic linkages between tourism transportation expenditures, carbon dioxide emission, energy consumption and growth factors: evidence from the transition economies. *Current Issues in Tourism*, Volume 20(16), 1720-1735. <https://doi.org/10.1080/13683500.2015.1135107> G1
- 31 Akadiri, S.S., Lasisi, T.T., Uzuner, G. Akadiri, A. C. (2019). Examining the impact of globalization in the environmental Kuznets curve hypothesis: the case of tourist destination states. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 26, 12605-12615. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04722-0> G1
- 32 Ben Jebli, M., Ben Youssef, S., & Apergis, N. (2019). The dynamic linkage between renewable energy, tourism, CO2 emissions, economic growth, foreign direct investment, and trade. *Lat Am Econ Rev*. Volume 28(2), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s40503-019-0063-7> G1
- 33 Katircioglu, S., Gokmenoglu, K., & Eren, B. (2019). The role of tourism growth in generating additional energy consumption: empirical evidence from major tourist destinations. *Environmental and Ecological Statistics*, Volume 26, 303-323. <https://doi.org/10.1007/s10651-019-00429-0> G1
- 34 Liu, Y., Kumail, T., Ali, W., Sadiq, F. (2019). The dynamic relationship between CO2 emission, international tourism and energy consumption in Pakistan: a cointegration approach. *Tourism Review*, Volume 74(4), 761-779. <https://doi.org/10.1108/TR-01-2019-0006> G1
- 35 Akadiri, S., Akadiri, A., & Alola, U. (2017). Is there growth impact of tourism? Evidence from selected small island states. *Current Issues in Tourism*, Volume 22, 1480-1498. <https://doi.org/10.1080/13683500.2017.1381947> G1
- 36 Mikayilov, J., Mukhtarov, S., Mammadov, J,m & Azizov, M. (2019). Re-evaluating the environmental impacts of tourism: does EKC exist? *Environmental Science and Pollution Research*, Volume 26, 19389-19402. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05269-w> G1
- 37 Mishra, P.K. (2019). Tourism-Energy-Environment-Growth Nexus: Evidence from India. *Journal of Environmental Management and Tourism*, Volume 10, 1180-1191. [https://doi.org/10.14505/jemt.v10.5\(37\).25](https://doi.org/10.14505/jemt.v10.5(37).25) G1
- 38 Udemba, E. (2019). Triangular nexus between foreign direct investment, international tourism, and energy consumption in the Chinese economy: accounting for environmental quality. *Environmental Science and Pollution Research*, Volume 26, 24819-24830. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05542-y> G1
- 39 Zhang, S., & Liu, X. (2019). The roles of international tourism and renewable energy in environment: New evidence from Asian countries. *Renewable Energy*, Volume 139, 385-394. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.046> G1

- 40 Adedoyin, F.F., & Bekun, F.V. (2020). Modelling the interaction between tourism, energy consumption, pollutant emissions and urbanization: renewed evidence from panel VAR. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 27, 38881–38900. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09869-9> G1
- 41 Ali, W., Sadiq, F., Kumail, T., Hui, L., Zahid, M., Sohag, K. (2020). A cointegration analysis of structural change, international tourism and energy consumption on CO 2 emission in Pakistan. *Current Issues in Tourism*, Volume 23, 1-15. <https://doi.org/10.1080/13683500.2020.1804338> G1
- 42 Amin, S., Al Kabir, F., Khan, F. (2019). Tourism and energy nexus in selected South Asian countries: a panel study. *Current Issues in Tourism*, Volume 23, 1-5. <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1638354> G1
- 43 Khan, A., Yang, C., Hussain, J., Bano, S., & Nawaz, A. (2020). Natural resources, tourism development, and energy-growth-CO2 emission nexus: A simultaneity modeling analysis of BRI countries. *Resources Policy*, Volume 68, 101751. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101751> G1
- 44 Balsalobre-Lorente, D., Driha, O.M., Shahbaz, M. et al. The effects of tourism and globalization over environmental degradation in developed countries. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 27, 7130–7144. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07372-4> G1
- 45 Dogru, T., Bulut, U., Kocak, E., Isik, C., Suess, C., & Sirakaya-Turk, E. (2020). The nexus between tourism, economic growth, renewable energy consumption, and carbon dioxide emissions: contemporary evidence from OECD countries. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 27, 40930–40948. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10110-w> G1
- 46 Ghosh, S. (2020). Tourism and the environmental Kuznets Curve: A panel estimation. *International Journal of Tourism Research*, Volume 22, 839-852. <https://doi.org/10.1002/jtr.2387> G1
- 47 Gokmenoglu, K., & Eren, B. (2019). The Role of International Tourism on Energy Consumption: Empirical Evidence from Turkey. *Current Issues in Tourism*, Volume 23, 1059-1065. <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1574723> G1
- 48 Isik, C., Ahmad, M., Pata, U., Ongan, S., Radulescu, M., Adedoyin, F. Bayraktaroglu, E., Aydin Arslan, S., & Ongan, A. (2020). An Evaluation of the Tourism-Induced Environmental Kuznets Curve (T-EKC) Hypothesis: Evidence from G7 Countries. *Sustainability*, Volume 12, 1-11. <http://doi.org/10.3390/su12219150> G1
- 49 Kongbuamai, N., Zafar, M.W., Zaidi, S.A.H., & Liu, Y. (2020). Determinants of the ecological footprint in Thailand: the influences of tourism, trade openness, and population density. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 27, 40171–40186. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09977-6> G1
- 50 Pegkas, P. (2020). Interrelationships between tourism, energy, environment and economic growth in Greece. *Anatolia*, Volume 31, 1-12. <https://doi.org/10.1080/13032917.2020.1795893> G1
- 51 Zhang, J., Alharthi, M., Abbas, Q., Li, W., Mohsin, M., Taghizadeh-Hesary, F., & Khan, J. (2020). Reassessing the Environmental Kuznets Curve in Relation to Energy Efficiency and Economic Growth, *Sustainability*, Volume 12 (20), p.p. 1-21. <https://doi.org/10.3390/su12208346> G1
- 52 Dogan, E., Ulucak, R., Koçak, E., & Isik, C. (2020). The use of ecological footprint in estimating the Environmental Kuznets Curve hypothesis for BRICST by considering cross-section dependence and heterogeneity. *Science of The Total Environment*, Volume 723, 138063. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138063> G1
- 53 Khan, A., Bibi, S., Ardito, L., Lyu, J., & Babar, Z. (2020). Tourism and Development in Developing Economies: A Policy Implication Perspective. *Sustainability*, Volume 12, 1618. <https://doi.org/10.3390/su12041618> G1
- 54 Udemba, E.N., Magazzino, C. & Bekun, F.V. (2020). Modeling the nexus between pollutant emission, energy consumption, foreign direct investment, and economic growth: new insights from China. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 27, 17831–17842. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08180-x> G1
- 55 Gulistan, A., Tariq, Y.B. & Bashir, M.F. (2020). Dynamic relationship among economic growth, energy, trade openness, tourism, and environmental degradation: fresh global evidence. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 27, 13477–13487. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07875-5> G1
- 56 Shi, H., & Li, X., Zhang, H., Liu, X., Li, T., & Zhong, Z. (2019). Global difference in the relationships between tourism, economic growth, CO 2 emissions, and primary energy consumption. *Current Issues in Tourism*, Volume 23, 1-16. <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1588864> G1
- 57 Aslan, A., Altinoz, B. & Özsolak, B. (2021). The nexus between economic growth, tourism development, energy consumption, and CO2 emissions in Mediterranean countries. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 28, 3243–3252. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10667-6> G1
- 58 Azam Khan, M., & Abdullah, H. (2021). Dynamic links among tourism, energy consumption and economic growth: Empirical evidences from top tourist destination countries in Asia. *Journal of Public Affairs*, e2629. <https://doi.org/10.1002/pa.2629> G1
- 59 Bano, S., Alam, M., Khan, A., & Liu, L. (2021). The nexus of tourism, renewable energy, income, and environmental quality: an empirical analysis of Pakistan. *Environ Dev Sustain*, Volume 23, 14854–14877. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01275-6> G1
- 60 Adedoyin, F.F., Nathaniel, S. & Adeleye, N. (2021). An investigation into the anthropogenic nexus among consumption of energy, tourism, and economic growth: do economic policy uncertainties matter? *Environ Sci Pollut Res*, Volume 28, 2835–2847. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10638-x> G1
- 61 Gao, J., Xu, W. & Zhang, L. (2021). Tourism, economic growth, and tourism-induced EKC hypothesis: evidence from the Mediterranean region. *Empir Econ*, Volume 60, 1507–1529. <https://doi.org/10.1007/s00181-019-01787-1> G1
- 62 Isaeva, A., Salahodjaev, R., Khachaturov, A. & Tosheva, S. (2022). The Impact of Tourism and Financial Development on Energy Consumption and Carbon Dioxide Emission: Evidence from Post-communist Countries. *J Knowl Econ*, Volume 13, 773–786. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00732-x> G1

- 63 Jayasinghe, M., & Selvanathan, E., A. (2021). Energy consumption, tourism, economic growth and CO2 emissions nexus in India. *Journal of the Asia Pacific Economy*, Volume 26(2), 361-380. G1
<https://doi.org/10.1080/13547860.2021.1923240>
- 64 Khan, I., Hou, F. (2021). The dynamic links among energy consumption, tourism growth, and the ecological footprint: the role of environmental quality in 38 IEA countries. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 28, 5049–5062. G1
<https://doi.org/10.1007/s11356-020-10861-6>
- 65 Khanal, A., Rahman, M. M., Khanam, R., & Velayutham, E. (2021). Are tourism and energy consumption linked? Evidence from Australia. *Sustainability*, Volume 13(19), 10800. <https://doi.org/10.3390/su131910800> G1
- 66 Meo, M. S., Nathaniel, S., Shaikh, G., & Kumar, A. (2020). Energy consumption, institutional quality and tourist arrival in Pakistan: Is the nexus (a)symmetric amidst structural breaks? *Journal of Public Affairs*, Volume 21(2), e2213. <https://doi.org/10.1002/pa.2213> G1
- 67 Muhammad, F., Khan, A., Razaq, N., & Karim, R. (2021). Influence of tourism, governance, and foreign direct investment on energy consumption and CO2 emissions: a panel analysis of Muslim countries. *Environmental Science and Pollution Research*, Volume 28, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10502-y> G1
- 68 Musa, M.S., Jelilov, G., Iorember, P.T. & Usman., O. (2021). Effects of tourism, financial development, and renewable energy on environmental performance in EU-28: does institutional quality matter? *Environ Sci Pollut Res*, Volume 28, 53328–53339. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14450-z> G1
- 69 Nosheen, M., Iqbal, J. & Khan, H.U. (2021). Analyzing the linkage among CO2 emissions, economic growth, tourism, and energy consumption in the Asian economies. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 28, 16707–16719. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11759-z> G1
- 70 Ozturk, I., Aslan, A., & Altinöz, B. (2021). Investigating the nexus between CO 2 emissions, economic growth, energy consumption and pilgrimage tourism in Saudi Arabia. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, Volume 35, 1-16. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1985577> G1
- 71 Selvanathan, E., Jayasinghe, M., & Selvanathan, S. (2020). Dynamic modelling of inter-relationship between tourism, energy consumption, CO2emissions and economic growth in South Asia. *International Journal of Tourism Research*, Volume 23, 597-610. <https://doi.org/10.1002/jtr.2429> G1
- 72 Sun, X., Chenggang, Y., Khan, A., Hussain, J., & Bano, S. (2020). The role of tourism, and natural resources in the energy-pollution-growth nexus: an analysis of belt and road initiative countries. *Journal of Environmental Planning and Management*, Volume 64, 999-1020. <https://doi.org/10.1080/09640568.2020.1796607> G1
- 73 Usman, M., Yaseen, M.R., Kousar, R. & Makhdam, M.S.J., (2021). Modeling financial development, tourism, energy consumption, and environmental quality: Is there any discrepancy between developing and developed countries? *Environ Sci Pollut Res*, Volume 28, 58480–58501. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14837-y> G1
- 74 Xiangyu, S., Jammazi, R., Aloui, C., Ahmad, P. & Sharif, A. (2021). On the Nonlinear Effects of Energy Consumption, Economic Growth, and Tourism on Carbon Footprints in the US. *Environmental Science and Pollution Research*, Volume 28, 20128-20139. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12242-5> G1
- 75 Ma, X., Ahmad, N., & Oei, P. Y. (2021). Environmental Kuznets curve in France and Germany: Role of renewable and nonrenewable energy. *Renewable Energy*, Volume 172, 88-99. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.03.014> G1
- 76 Zhang, J., & Zhang, Y. (2020). Tourism, economic growth, energy consumption, and CO2 emissions in China. *Tourism Economics*, Volume 27, 1-21. <https://doi.org/10.1177/1354816620918458> G1
- 77 Pata, U.K., Balsalobre-Lorente, D. (2022). Exploring the impact of tourism and energy consumption on the load capacity factor in Turkey: a novel dynamic ARDL approach. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 29, 13491–13503. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16675-4> G1
- 78 Moreno, J., Castro, J., & De Jorge-Huertas, V. (2021). Study of the Kuznets environmental curve hypothesis from a global perspective 1960–2019: a semi-parametric panel data proposal. *Environmental Science and Pollution Research*, Volume 28, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13945-z> G1
- 79 Rauf, A., Ahmad, F., Shehzad, K., Chandio, A., Irfan, M., Abid, S., Jinkai, Li & Boggia, A. (2021). Do Tourism Development, Energy Consumption and Transportation Demolish Sustainable Environments? Evidence from Chinese Provinces. *Sustainability*, Volume 13, 12361. <https://doi.org/10.3390/su132212361> G1
- 80 Gyamfi, B., Bein, M., Adedoyin, F., & Victor Bekun, F. (2021). How does Investment in energy affect the energy utilization-growth-tourism nexus? Evidence from E7. Countries, *Energy & Environment*, Volume 33(2), 354-376. <https://doi.org/10.1177/0958305X21999752> G1
- 81 Wareewanich, T., & Chankoson, T. (2021). Examination of the influence of tourism on energy consumption and the environment- a case of Thailand. *Journal of Management Information and Decision Sciences*, volume 24(S1), 1-14. G1
- 82 Xian-Liang, T., Fateh B., & Najid A. (2021). Exploring the nexus between tourism development and environmental quality: Role of Renewable energy consumption and Income. *Structural Change and Economic Dynamics*, Volume 56, 53-63. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.10.003> G1
- 83 Khan, Y., & Ahmad, M. (2021). Investigating the impact of renewable energy, international trade, tourism, and foreign direct investment on carbon emission in developing as well as developed countries. *Environmental Science and Pollution Research*, Volume 28, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12937-3> G1
- 84 Alola, A.A., Lasisi, T.T., Eluwole, K.K., & Alola. U.V. (2021). Pollutant emission effect of tourism, real income, energy utilization, and urbanization in OECD countries: a panel quantile approach. *Environ Sci Pollut Res*, Volume 28, 1752–1761. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10556-y> G1
- 85 Tehreem, F., Meo, M. S., & Victor Bekun, F., & Ibrahim, T. (2021). The impact of energy consumption to environmental sustainability: an extension of foreign direct investment induce pollution in Vietnam. *International Journal of Energy Sector Management*, ahead-of-print, <https://doi.org/10.1108/IJESM-01-2021-0001> G1

- 86 Sakib Bin, A., & Farhan K. (2021). Tourism and Renewable Energy in South Asia: A Panel Study. *Tourism and Hospitality Management*, University of Rijeka, Faculty of Tourism and Hospitality Management, Volume. 27(3), 555-579. <https://doi.org/10.20867/thm.27.3.5> G1
- 87 Becken, S., Frampton, C., & Simmons, D. (2001). Energy consumption patterns in the accommodation sector - The New Zealand case. *Ecological Economics*, Volume 39, 371-386. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00229-4](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00229-4) G2
- 88 Lok, C. & Chan, W. (2001). Life cycle energy cost analysis of heat pump application for hotel swimming pools. *Energy Conversion and Management*, volume 42, 299-1306. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(00\)00146-1](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(00)00146-1) G3
- 89 Becken, S., & Simmons, D. (2002). Understanding energy consumption patterns of tourist attractions and activities in New Zealand. *Tourism Management*, Volume 23, 343-354. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(01\)00091-7](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(01)00091-7) G2
- 90 Chan, W. & Lok, C. (2002). A Study on Pollutant Emission Through Gas Consumption in the Hong Kong Hotel Industry. *Journal of Sustainable Tourism*, Volume 10, 70-81. <https://doi.org/10.1080/09669580208667153> G1
- 91 Becken, S., Simmons, D., & Frampton, C. (2003). Segmenting Tourists by Their Travel Pattern for Insights into Achieving Energy Efficiency. *Journal of Travel Research - J TRAVEL RES*, Volume 42, 48-56. <https://doi.org/10.1177/0047287503253938> G2
- 92 Warnken, J., Bradley, M., & Guilding, C. (2004). Exploring methods and practicalities of conducting sector-wide energy consumption accounting in the tourist accommodation industry. *Ecological Economics*, Volume 48, (1), 125-141. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.08.007> G1
- 93 Trung, D., & Kumar, S. (2005). Resource use and waste management in Vietnam hotel industry. *Journal of Cleaner Production - J CLEAN PROD*, Volume 13, 109-116. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.12.014> G2
- 94 Önüt, S., & Soner, S. (2006). Energy efficiency assessment for the Antalya Region hotels in Turkey. *Energy and Buildings*, Volume 38, 964-971. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.11.006> G2
- 95 Kelly, J., & Williams, P. (2007). Modelling Tourism Destination Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions: Whistler, British Columbia, Canada. *Journal of Sustainable Tourism - J SUSTAIN TOUR*, Volume 15, 67-90. <https://doi.org/10.2167/jost609.0> G3
- 96 Ali, Y., Mustafa, M., Al-Mashaqbah, S., Mashal, K., & Mohsen, M. (2008). Potential of energy savings in the hotel sector in Jordan. *Energy Conversion and Management - ENER CONV MANAGE*, Volume 49, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2007.09.036> G2
- 97 Becken, S. (2008). Developing indicators for managing tourism in the face of peak oil. *Tourism Management*, Volume 29, 695-705. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2007.07.012> G4
- 98 Lai, T., To, W. M., Lo, E., Choy, Y., & Lam, K.H. (2011). The causal relationship between electricity consumption and economic growth in a Gaming and Tourism Center: The case of Macao SAR, the People's Republic of China. *Energy*, Volume 36, 1134-1142. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.11.036> G1
- 99 Nepal, S. (2008). Tourism-induced rural energy consumption in the Annapurna region of Nepal. *Tourism Management*, Volume 29, 89-100. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2007.03.024> G2
- 100 Petrevska, B., & Cingoski, V. (2016). Energy Efficiency Practices: Assessment of Ohrid Hotel Industry. *Horizons*, Volume 20, 511-520. <https://doi.org/10.20544/HORIZONS.A.20.1.17.P34> G4
- 101 Nae-Wen, K., & Pei-Hun, C. (2009). Quantifying energy use, carbon dioxide emission, and other environmental loads from island tourism based on a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, Volume 17, (15), 1324-1330. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.04.012> G3
- 102 Beccali, M., La Gennusa, M., Lo Coco, L., & Rizzo, G. (2009). An empirical approach for ranking environmental and energy saving measures in the hotel sector. *Renewable Energy*, Volume 34, 82-90. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.04.029> G2
- 103 Camillis, C., Raggi, A., & Petti, L. (2010). Tourism LCA: State-of-the-art and perspectives. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Volume 15, 148-155. <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0139-8> G3
- 104 Bakhat, M., & Rosselló, J. (2011). Estimation of tourism-induced electricity consumption: The case study of Balearics Islands, Spain. *Energy Economics*, Volume 33, 437-444. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.12.009> G2
- 105 Kuo, N. W., Lin, C. Y., Chen, P. H. & Chen, Y. (2012). An inventory of the energy use and carbon dioxide emissions from island tourism based on a life cycle assessment approach. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, Volume 31, 459-465. <https://doi.org/10.1002/ep.10585> G3
- 106 Liu, J. Feng, T., & 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*, Volume 15, 2887-2894. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.02.029> G2
- 107 Nelson, V. (2010). Investigating Energy Issues in Dominica's Accommodations. *Tourism and Hospitality Research*, Volume 10(4), 345-358. <https://doi.org/10.1057/thr.2010.10> G2
- 108 Wu, P., & Shi, P. (2011). An estimation of energy consumption and CO2 emissions in tourism sector of China. *J. Geogr. Sci*, Volume 21, 733-745. <https://doi.org/10.1007/s11442-011-0876-z> G3
- 109 Castellani, V. & Sala, S. (2012). Ecological Footprint and Life Cycle Assessment in the sustainability assessment of tourism activities. *Ecological Indicators*, Volume 16, 135-147. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.08.002> G3
- 110 Farrou, I., Kolokotroni, M., & Santamouris, M. (2012). A method for energy classification of hotels: A case-study of Greece. *Energy and Buildings*, Volume 55, 553-562. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.08.010> G1
- 111 Irsag, B., Puksec, T., & Duic, N. (2012). Long term energy demand projection and potential for energy savings of Croatian tourism-catering trade sector. *Energy*, Volume 48, 398-405. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.06.069> G3
- 112 Lennox, J. (2012). Impacts of High Oil Prices on Tourism in New Zealand. *Tourism Economics*, Volume 18, 781-800. <https://doi.org/10.5367/te.2012.0147> G1

- 113 Wang, J. (2012). A study on the energy performance of hotel buildings in Taiwan. *Energy and Buildings*, Volume 49, 268–275. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.02.016> G1
- 114 Hu, M. L., Horng, J. S., Teng, C. C., & Chou, S. F. (2013). A criteria model of restaurant energy conservation and carbon reduction in Taiwan. *Journal of Sustainable Tourism*, Volume 21, 765-779. <https://doi.org/10.1080/09669582.2012.721787> G2
- 115 Shi, P. & Wu, P. (2011). A rough estimation of energy consumption and CO₂ emission in tourism sector of China. *Applied Mechanics and Materials*, Volume. 316, 435-440. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.316-317.435> G3
- 116 Logar, I., & van den Bergh, J. (2013). The impact of peak oil on tourism in Spain: An input–output analysis of price, demand and economy-wide effects. *Energy*, Volume 54, 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.01.072> G4
- 117 Mak, B., Chan, W., Li, D., Liu, L., & Wong, K. (2013). Power consumption modeling and energy saving practices of hotel chillers. *International Journal of Hospitality Management*, Volume 33, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2012.12.008> G1
- 118 Wang, J. & Huang, K. T. (2013). Energy consumption characteristics of hotel's marketing preference for guests from regions perspective. *Energy*, Volume 52, 173–184. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.01.044> G2
- 119 Sanyé-Mengual, E., Romanos, H., Molina, C., Oliver, M., Ruiz, N., Pérez, M., Carreras M., Boada, M., Garcia-Orellana, J., Duch, J., & Rieradevall, J. (2014). Environmental and self-sufficiency assessment of the energy metabolism of tourist hubs on Mediterranean Islands: The case of Menorca (Spain). *Energy Policy*, Volume 65, 377–387. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.011> G3
- 120 Tsai, K. T., Lin, T. P., Hwang, R. L., Huang, Y. J. (2014). Carbon dioxide emissions generated by energy consumption of hotels and homestay facilities in Taiwan. *Tourism Management*, Volume 42, 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.08.017> G2
- 121 Sun, J., Zhang, J., Liu, Z., Li, M., & Yang, L. (2014). Estimation model of carbon dioxide emissions by regional tourism transportation and empirical analysis of Nanjing and Huangshan cities, China. *Acta Ecologica Sinica*, Volume 35(21), 7161-7171. <https://doi.org/10.5846/stxb201312273041> G3
- 122 Becken, S. (2016) Peak Oil: a hidden issue? Social representations of professional tourism perspectives. *Journal of Sustainable Tourism*, Volume 24(1), 31-51. <https://doi.org/10.1080/09669582.2015.1042484> G2
- 123 Bhuiyan, M., Bari, M., Chamhuri, S., Mohamad Ismail, S. & Islam, R. (2012). Measurement of Carbon Dioxide Emissions for Eco-tourism in Malaysia. *Journal of Applied Sciences*, Volume 12, 1832-1838. <https://doi.org/10.3923/jas.2012.1832.1838> G2
- 124 Borkovic, Z., Kulišić, B., & Zidar, M. (2007). Energy Audit-Method for Energy Conservation in Hotels. *Tourism and hospitality management*, Volume 14, 349-358. <https://doi.org/10.20867/thm.14.2.14> G1
- 125 Prasad, K., & Singh, A. (2014). Towards Low Carbon Hotels in the Pacific Region: A Study of Energy Consumption and Efficiency in Hotels Using Models Based on Energy Performance Indicators. *Climate Change in the Asia-Pacific Regio*. 357-374. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14938-7_21 G4
- 126 Tang, C., Zhong, L., Fan, W., & Cheng, S. (2015). Energy consumption and carbon emission for tourism transport in World Heritage Sites: A case of the Wulingyuan area in China. *Natural Resources Forum*, Volume 39, 134-150. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12067> G3
- 127 Chang, H., Huh, C., & Lee, M. (2015). Would an Energy Conservation Nudge in Hotels Encourage Hotel Guests to Conserve? *Cornell Hospitality Quarterly*, Volume 57(2), 172-183. <https://doi.org/10.1177/1938965515588132> G2
- 128 Cabello Eras, J., Santos, V., Sagastume, A., Alvarez-Guerra Plasencia, M., Haeseldonckx, D., & Vandecasteele, C. (2016). Tools to improve forecasting and control of the electricity consumption in hotels. *Journal of Cleaner Production*, Volume 137, 803-812. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.192> G4
- 129 Ginard-Bosch, F., & Ramos-Martin, J. (2016). Energy metabolism of the Balearic Islands (1986–2012). *Ecological Economics*, Volume 124, 25-35. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.12.012> G4
- 130 Michailidou, A., Vlachokostas, C., Moussiopoulos, N., & Maleka, D. (2016). Life Cycle Thinking To Assess The Environmental Impacts Of Tourism Activity for a Greek Tourism Destination. *Journal of Cleaner Production*, Volume 111, 499-510. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.099> G3
- 131 Pace, L. (2015). How do tourism firms innovate for sustainable energy consumption? A capabilities perspective on the adoption of energy efficiency in tourism accommodation establishments. *Journal of Cleaner Production*, Volume 111B, 409-420. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.095> G2
- 132 Unger, R., Abegg, B., Mailer, M., & Stampfl, P. (2016). Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions Resulting from Tourism Travel in an Alpine Setting. *Mountain Research and Development*, Volume 36, 475-483. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-16-00058.1> G3
- 133 Tang, M., Fu, X., Cao, H., Shen, Y., Deng, H., & Wu, G. (2016). Energy Performance of Hotel Buildings in Lijiang, China. *Sustainability*, Volume 8, 780. <https://doi.org/10.3390/su8080780> G2
- 134 Díaz Pérez, F. J., Pino Otín, M. R., Mouhaffel, A. G.; & Martín and D. Chinarro, R. D. (2018). Energy and Water Consumption and Carbon Footprint in Tourist Pools Supplied by Desalination Plants: Case Study, the Canary Islands. In *IEEE Access*, Volume. 6, 11727-11737. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2808923> G1
- 135 Michopoulos, A., Ziogou, I., Kerimis, M. & Zachariadis, T. (2017). A study on hot-water production of hotels in Cyprus: Energy and environmental considerations. *Energy and Buildings*, Volume 150, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.071> G1
- 136 Iraldo, F., & Nucci, B. (2017). Proactive environmental management in hotels: What difference does it make? *Economics and Policy of Energy and the Environment*. Volume 2016(2), 81-106. <https://doi.org/10.3280/EFE2016-002005> G3

- 137 Tang, C., Zhong, L., & Jiang, Q. (2018). Energy efficiency and carbon efficiency of tourism industry in destination. *Energy Efficiency*, Volume 11(3), 539 – 558. <https://doi.org/10.1007/s12053-017-9598-0> G3
- 138 Idahosa, L., Marwa, N., & Akotey, J. O. (2017). Energy (Electricity) Consumption in South African Hotels: A Panel Data Analysis. *Energy and Buildings*, Volume 156, 207-217. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.051> G1
- 139 Alkhalaf, H., & Yan, W. (2018). Modeling of Building Energy Consumption for Accommodation Buildings (Lodging Sector) in Japan—Case Study. *Applied System Innovation*. Volume 1(4), 39, 1-12. <https://doi.org/10.3390/asi1040039> G1
- 140 Cingoski, V., & Petrevska, B. (2018). Making hotels more energy efficient: The managerial perception. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, Volume 31, 87-101. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2017.1421994> G2
- 141 Pérez-Sánchez, L., Giampietro, M., Velasco-Fernández, R., & Ripa, M. (2019). Characterizing the metabolic pattern of urban systems using MuSIASEM: The case of Barcelona. *Energy Policy*, Volume 124, 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.09.028> G4
- 142 Amanda, H.A.H., & Sanjei, C. (2019). In existing hotel buildings - a review. *Engineer*, Volume LII (4), 51-61. <http://doi.org/10.4038/engineer.v52i4.7393> G1
- 143 Blanca-Alcubilla, G., Bala, A., Castro, N., Colomé, R., & Fullana-i-Palmer, P. (2019). Is the reusable tableware the best option? Analysis of the aviation catering sector with a Life Cycle Approach. *Science of The Total Environment*, Volume 708, 135121. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135121> G3
- 144 Jaramillo-Escobedo, J. V., Lyuando-Cuevas, J. R., Guzowski, C., & Zabaloy, M. F. (2019). Energy Efficiency and Sustainability in Sun and Beach Hotels in Northeast Mexico. *Investigaciones Turísticas*, Volume 18, 42-70. <https://doi.org/10.14198/INTUR2019.18.03> G2
- 145 Nuez, I., & Osorio, J. (2019). Calculation of tourist sector electricity consumption and its cost in subsidised insular electrical systems: The case of the Canary Islands, Spain. *Energy Policy*, Volume 132, 839-853. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.032> G1
- 146 Pablo Romero, M., Pozo-Barajas, R., & Sánchez-Rivas, J. (2019). Tourism and Temperature Effects on The Electricity Consumption of The Hospitality Sector. *Journal of Cleaner Production*, Volume 240, 118168. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118168> G1
- 147 Trull Dominguez, O., Peiró-Signes, A., & Garcia-Diaz, J.C. (2019). Electricity Forecasting Improvement in a Destination Using Tourism Indicators. *Sustainability*, Volume 11, 3656. <https://doi.org/10.3390/su11133656> G1
- 148 Xiang, Q. C., Feng, X. P., Jia, X. Y., Cai, L., & Chen, R. (2019). Reducing Carbon Dioxide Emissions through Energy-saving Renovation of Existing Buildings. *Aerosol and Air Quality Research*, Volume 19(2), 2732-2745. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2019.10.0503> G1
- 149 Bajracharya, A., Shrestha, S., & Skotte, H. (2020). Linking Travel Behavior and Urban Form with Travel Energy Consumption for Kathmandu Valley, Nepal. *Journal of Urban Planning and Development*, Volume 146(3), 1-12. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000590](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000590) G2
- 150 Cirrincione, L., La Gennusa, M., Peri, G., Rizzo, G., & Scaccianoce, G. (2020). Towards Nearly Zero Energy and Environmentally Sustainable Agritourisms: The Effectiveness of the Application of the European Ecolabel Brand. *Applied Sciences*, Volume, 10(17), 1-23. <https://doi.org/10.3390/app10175741> G4
- 151 Chaiyat, N., Chaongew, S., Ondokmai, P., & Makarkard, P. (2019). Levelized energy and exergy costings per life cycle assessment of a combined cooling, heating, power and tourism system of the San Kamphaeng hot spring, Thailand. *Renewable Energy*, Volume 146, 828-842. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.07.028> G3
- 152 Diaz Torres, Y., Hernandez Herrera, H., Plasencia, M., Perez Novo, E., Cabrera, L., Haeseldonckx, D., & Silva, J. (2020). Heating ventilation and air-conditioned configurations for hotelsan approach review for the design and exploitation. *Energy Reports*, Volume 6, 487-497. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.09.026> G2
- 153 Kitamura, Y., Yuki, I., Karkour, S., & Itsubo, N. (2020). Carbon Footprint Evaluation Based on Tourist Consumption toward Sustainable Tourism in Japan. *Sustainability*, Volume 12(6), 2219-2242. <https://doi.org/10.3390/su12062219> G3
- 154 Lou, B., Liang, Y., & Gao, X. (2021). Energy Consumption Assessment and Energy-Saving Management in Tourist Resorts. *International Journal of Heat and Technology*, Volume 39, 195-204. <https://doi.org/10.18280/ijht.390121> G1
- 155 Bianco, V. (2019). Analysis of electricity consumption in the tourism sector. A decomposition approaches. *Journal of Cleaner Production*, Volume 248, 119286. [10.1016/j.jclepro.2019.119286](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119286) G1
- 156 Lee, L. C., Yuan, W., & Zuo, J. (2021). The nexus of water-energy-food in China's tourism industry. *Resources, conservation, and recycling*, Volume 164, 105157. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105157> G1
- 157 Pablo Romero, M., Sánchez-Braza, A., & Sánchez-Rivas, J. (2019). Tourism and electricity consumption in 9 European countries: a decomposition analysis approach. *Current Issues in Tourism*, Volume 24, 1-16. <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1684881> G1
- 158 Salehi, M., Filimonau, V., Asadzadeh, M., & Ghaderi, E. (2021). Strategies to improve energy and carbon efficiency of luxury hotels in Iran. *Sustainable Production and Consumption*, Volume 26, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.007> G3
- 159 Smitt, S., Tolstorebrov, I., Gullo, P., Pardiñas, Á., & Hafner, A. (2021). Energy use and retrofitting potential of heat pumps in cold climate hotels. *Journal of Cleaner Production*, Volume 298, 126799. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126799> G1
- 160 Tang, C., Zhong, L., & Ng, P. (2017). Factors that Influence the Tourism Industry's Carbon Emissions: a Tourism Area Life Cycle Model Perspective. *Energy Policy*, Volume 109, 704-718. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.07.050> G3

- 161 Yoon, H., Saurí, D., & Amorós, A. (2021). The water-energy nexus in hotels and recreational activities of a mass tourism resort: the case of Benidorm. *Current Issues in Tourism*, Volume 25, 1-19. G2
<https://doi.org/10.1080/13683500.2021.1893283>
- 162 Zhang, C., & Chen, P. (2021). Applying the three-stage SBM-DEA model to evaluate energy efficiency and impact factors in RCEP countries. *Energy*, Volume 241, 122917. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122917> G1
- 163 Zhang, D., Li, H., Zhu, H., Zhang, H., Goh, H., Wong, M. C., & Wu, T. (2021). Impact of COVID-19 on Urban Energy Consumption of Commercial Tourism City. *Sustainable Cities and Society*, Volume 73, 103133. G1
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103133>
-

Tabla A2. Resumen de las principales metodologías, destinos, períodos, indicadores, categorías agregadas y resultados por número de identificación, grupos (G1 = Modelos econométricos, regresiones y otras metodologías estadísticas; G2 = Encuestas, cuestionarios y auditorías energéticas; G3 = Evaluación del ciclo de vida; G4 = Otros enfoques e indicadores de impacto ambiental) y fuente.

Nº	Group	Source	Methodology	Destinations analyzed	Study period	Main indicators	Aggregated Category	Main results
1	G1	Lai et al., 2011	Historical data obtained from the Macao SAR Government, VEC (vector error correction), co-integration analysis, ADF, PP	Macao (China)	1999-2008	Electricity consumption Economic growth Total population Number of tourists	Energy Economic Social Tourism	Number of tourists → Electricity consumption. Number of tourists → Total population. Number of tourists → Economic growth.
2	G1	Tiwari et al., 2013	Panel VAR + LLC tests	OECD Countries	1995-2005	Tourism development Energy consumption Climate change	Tourism Energy Environmental	Tourism → Energy consumption. Tourism → Climate change. Energy consumption → Climate change.
3	G1	Tang & Abosedra, 2014	Dynamic generalized method of moments (GMM) and Granger Causality	24 MENA countries	2001-2009	Autoregressive Tourism development Energy consumption Economic growth	Tourism Energy Economic	Tourism development → Energy. Consumption → Economic growth
4	G1	Katircioglu et al., 2014	Distributed Lag (ARDL); Granger causality and VECM	Cyprus	1970-2009	International tourism Energy consumption Co2	Tourism Energy Environmental	International tourism → Energy consumption. Energy consumption → CO2
5	G1	Katircioglu, 2014a	ARDL y Zivot and Andrews test	Turkey	1960-2010	Tourism development Energy consumption Co2	Tourism Energy Environmental	Tourism development → Energy consumption → CO2
6	G1	Katircioglu, 2014b	Carrión-Silvestre, DOLS (Dynamic Ordinary Least Squares) y causalidad de Granger	Singapore	1971-2010	Tourism development Co2 Energy consumption	Tourism Environmental Energy	Tourism development → Energy consumption → Economic growth → CO2
7	G1	De Vita et al., 2015	PCA; Carrion-Silvestre and Maki test; DOLS and	Turkey	1960-2009	Real income Co2	Economic Environmental	Tourism development ← Environmental degradation. Energy consumption → Environmental degradation. Tourism development → Total health expenditure.

			Dumitrescu Hurlin Causality Panel				Tourism development	Tourism	
							Gross fixed capital formation	Economic	
							Total health expenditure	Others	
							Energy consumption	Energy	
							Real income	Economic	
							Co2	Environmental	
8	G1	Jebli et al., 2015	ARDL (Autoregressive Distributed Lagged)	Tunisia	1990- 2010		Tourism development	Tourism	Economic growth → Renewable energy → Waste → CO2. Economic growth ↔ Renewable energy. Economic growth → International tourism. International tourism ↔ CO2.
							Gross fixed capital formation	Economic	
							Total health expenditure	Others	
							Energy consumption	Energy	
9	G1	Ozturk et al., 2016	EKC panel data GMM model	144 Countries	1988- 2008		Tourism development	Tourism	Trade ← Urbanization. Trade ← Energy consumption. Tourism ← Energy consumption in high-income countries. Trade → Urbanization. Energy consumption → Environmental damage. Trade → Energy consumption. Tourism → Energy consumption as the countries analyzed have lower incomes
							Economic growth	Economic	
							Ecological footprint	Environmental	
							Trade and net goods	Economic	
							Population growth	Social	
							Economic growth	Economic	
10	G1	Zaman et al., 2016	PCA, panel EGLS and Granger Causality	Developed and developing countries	2005- 2013		Co2	Environmental	Tourism development → Carbon dioxide emissions. Energy demand → carbon dioxide emissions. Domestic investment → Carbon dioxide emissions. Tourism development → Economic growth. Tourism development → Health expenditure
							Tourism development	Tourism	
							Energy demand	Energy	
							Domestic investment	Economic	
							Health expenditure	Others	
							Energy consumption	Energy	
11	G1	Tang et al., 2016	Cointegration and generalized variance decomposition to verify the relationship. Bounds testing approach for cointegration and Gregory-Hansen test.	India	1971- 2012		Tourism development	Tourism	Tourism → Economic growth. Tourism → Energy consumption. Economic growth → Energy consumption
							Economic growth	Economic	

12	G1	Zhang & Gao, 2016	Autoregressive Distributed Lag (ARDL); Granger causality and VECM.	China	1995-2011	Co2 Energy GPD Tourism development Tourism development	Environmental Energy Economic Tourism Tourism	Tourism→Energy→GDP→GDP→Co2
13	G1	Dogan & Aslan, 2017	Autoregressive Distributed Lag (ARDL); Granger causality and VECM.	United States of America	1995-2011	Co2 Energy demand Real income	Environmental Energy Economic	Tourism → CO2. CO2 ↔ Energy consumption. Real income ↔ CO2. Tourism → Real income
14	G1	Pablo-Romero, M.d.P. et al., 2017	Variance inflation factor (VIF) and Granger causality	Spain	1999-2013	Electricity consumption Number of overnight stays Co2	Energy Tourism Environmental	N° of overnight stays → electricity consumption
15	G1	Dogan et al., 2015	Panel unit root analysis; (CADF); CIPS and DOLS; Granger causality	OECD countries	1995-2012	GDP Energy demand Trade Carbon emissions	Economic Energy Others Environmental	GDP ↔ CO2. Energy consumption ↔ CO2. GDP ↔ Energy consumption. Tourism → Trade. Tourism →CO2. GDP → Tourism. Tourism → Energy consumption. Trade → Energy consumption. Trade → CO2
16	G1	Naradda et al., 2017	ADF, DOLS, VECM	Sri Lanka	1974-2013	Revenues Tourism development Energy consumption Tourism development	Economic Tourism Energy Tourism	Income → Energy consumption. Tourism → Carbon emissions. Tourism → Income
17	G1	Isik et al., 2018	Bootstrap panel Granger causality model	USA, France, Spain, Spain, China, Italy, Turkey and Germany	1995-2012	Renewable energy consumption Economic growth GDP	Energy Economic Economic	Renewable energy consumption ↔ Economic growth. Tourism development → Economic growth. Renewable energy consumption ↔ Tourism development.
18	G1	Katircioğlu & Taşpinar, 2017	The main effects model and the interaction effects model	Turkey	1960-2010	Energy use Financial development Co2	Energy Economic Environmental	GDP → Energy use. Energy use→CO2. Financial development → GDP
19	G1	Shakouri et al., 2017	EKC hypothesis, ADF and Granger causality	Asia-Pacific countries	1995-2013	Tourist arrivals Economic growth	Tourism Economic	Tourist arrivals → Energy consumption. Tourist arrivals→CO2

						Co2	Environmental	
						Economic growth	Economic	Energy consumption → Economic growth in Spain. Economic growth → Energy consumption in China, Turkey and Germany. Energy consumption ↔ Economic growth for the USA and Italy. Economic growth ≠ Energy consumption in France, Mexico, Russia and the UK. International tourist arrivals → Economic growth in China and Turkey. Economic growth → International tourist arrivals in Russia and Spain. Economic growth ↔ International tourist arrivals in Germany. Economic growth ≠ International tourist arrivals in France, Italy, Mexico, United Kingdom and United States. Tourist arrivals → Energy consumption for Italy, Spain, Turkey, the UK and the US. Energy consumption → Tourist arrivals for China and Mexico. Tourism receipts → Economic growth for China, Germany, Turkey and the US. Economic growth → Tourism receipts for Spain and the UK. Economic growth ≠ Tourism receipts for France, Italy, Mexico and Russia. Tourism income ↔ Energy consumption for the 10 countries.
					Energy consumption	Energy		
					International tourists	Tourism		
20	G1	Isik et al., 2017	VAR, ADF, CD	10 most-visited countries	1995-2013	Revenue from international tourism	Tourism	
						Hotel and restaurants	Energy	Overnight stays → Electricity consumption. Low temperatures → Electricity consumption. Price of electricity ≠ Electricity consumption
						Electricity consumption	Energy	
						Total nights of stay	Tourism	
						GDP	Economic	
21	G1	Pablo-Romero, M. P. et al., 2017	Panel data	11 EU countries	2005-2012	Temperature in degrees Celsius	Others	
						Price of electricity	Others	
						Energy consumption	Energy	
						Co2	Environmental	
22	G1	Chen, L. J. & Chen, J. S., 2007	Kilometer per energy intensity (energy use per km and passenger)	Taiwan	2004	N° international tourists	Tourism	No. of international tourists → Energy consumption. Energy consumption → CO2
						GDP	Economic	
						Renewable energy	Energy	
						Capital	Economic	
23	G1	Isik & Radulescu, 2017	Pedroni and Kao panel co-integration techniques, and FMOLS, DOLS and OLS methods	28 European countries	1995-2012	International tourism receipts	Tourism	REN → PIB. Capital → PIB. RCPT → PIB. L → PIB (Monetarily measured)
						Labor force	Economic	
						Tourism development	Tourism	
24	G1		ARDL and Granger causation	Mediterranean Countries	1995-2014	Land use for agriculture	Others	

		Alola, A. A., & Alola, U. V., 2018				Renewable energy consumption Co2 GDP N° tourist arrivals	Energy Environmental Economic Tourism	Land use for agriculture ≠ Renewable energy consumption. Tourism development → Renewable energy consumption. GDP → Renewable energy consumption. Renewable energy consumption → CO2
25	G1	Sghaier et al., 2019	Autoregressive distributed lag model. Quadratic sum game method. ARDL, ECTs, ADF, PP	Tunisia, Egypt and Morocco	1980-2014	Gross domestic product per capita Energy consumption per capita CO2 per capita emissions N° International tourist arrivals	Economic Energy Environmental Tourism	GDP→CO2 for Egypt, Tunisia and Morocco. Energy consumption→CO2 for Egypt, Tunisia and Morocco. he tourism variable appears to show a significantly negative coefficient in Egypt, a significantly positive coefficient in Tunisia and a positive and neutral coefficient in Morocco
26	G1	Nepal et al., 2019	ARDL autoregressive distributed lag model and Granger causality tests	Nepal	1975-2014	GDP Co2 Energy consumption Capital	Economic Environmental Energy Economic	Economic growth → International tourist arrivals. International tourist arrivals → Capital. Energy consumption ←Tourist arrivals. Energy consumption → CO2
27	G1	Idahosa et al., 2017	Dynamic random-effects model, panel data	South Africa	2012-2016	Climatic conditions Occupancy Energy tariff rate Consumption of renewable energy	Others Tourism Energy Energy	Climatic conditions ↔ Electricity consumption. Occupancy ↔ Electricity consumption. Electricity tariff ↔ Electricity consumption
28	G1	Bhuiyan et al., 2019	Linear dynamic panel data (DPD) and panel casualty test. Arellano-Bond (AB), GMM estimator	13 Countries	1995-2016	Nuclear energy consumption Tourism revenues Bank-specific factors Co2 Depletion of energy and natural resources	Energy Tourism Economic Environmental Environmental	O2 emissions ↔ capital/asset ratio of banks. Energy and NR depletion ↔ bank morosity. Industrial value added ↔ Non-performing loans. Nuclear energy demand ↔ Net tourism receipts. Net income from tourism → Bank capital. Bank capital → Demand for nuclear power. Money supply → Net tourism receipts. Value added of industry → Net tourism receipts. Net income from tourism → Environmental degradation
29	G1	Sekrafi & Sghaier, 2018	ARDL, VECM	Tunisia	1974-2014	Tourism development Energy consumption Co2	Tourism Energy Environmental	Energy consumption ↔ CO2. Tourism ↔ Energy consumption. Tourism ≠ CO2.

30	G1	Zaman et al., 2017	Panel analysis	Albania, Armenia, Azerbaijan, Belarus, Bosnia-Herzegovina, Croatia, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyz Republic, Russian Federation and Ukraine	1995-2013	International tourism Energy demand Foreign Direct Investment Trade openness Urban population Co2	Tourism Energy Economic Social Social Environmental	Trade openness \longleftrightarrow CO2. International tourism \longleftrightarrow FDI. FDI \rightarrow Energy demand. Trade openness \rightarrow Energy demand
31	G1	Akadiri et al., 2019	Panel data analysis, EKC, Granger causality	Bahrain, Brunei, Cuba, Cyprus, Dominican Republic, Haiti, Iceland, Indonesia, Ireland, Jamaica, Malta, Mauritius, New Zealand, Singapore, and Trinidad and Tobago	1995-2014	International Tourism Co2 Globalization Real income	Tourism Environmental Others Economic	Globalization \rightarrow International tourism \rightarrow Real income \rightarrow CO2
32	G1	Ben Jebli et al., 2019	Panel analysis, Granger causality, FMOLS, DOLS	Central and South American countries	1995-2010	Consumption of renewable energy N° tourist arrivals Trade openness Economic growth FDI Co2	Energy Tourism Others Economic Economic Environmental	Renewable energy consumption \rightarrow CO2. Trade openness \rightarrow CO2. Tourist arrivals \rightarrow Trade openness. Tourism \rightarrow FDI. Economic growth \rightarrow Renewable energy consumption. Economic growth \longleftrightarrow Tourism. Renewable energy consumption \longleftrightarrow Tourism. Tourism \longleftrightarrow CO2
33	G1	Katircioglu et al., 2019	ARDL, Lagrange Multiplier (LM), IPS, HT, OLS, ADF, ARDL-PMG, ECM, DH causality	Major tourist destinations	1995-2014	GDP Exchange rate-adjusted inflation Urbanization Tourism development Energy consumption	Economic Economic Others Tourism Energy	Tourism development \rightarrow Energy consumption. Tourism development \rightarrow Urbanization. Changes in currency exchange rate, resulting in change in tourism volume
34	G1	Liu et al., 2019	ARDL, DOLS, Granger Causality	Pakistan	1980-2016	Co2 International tourism GDP	Environmental Tourism Economic	International tourism \neq CO2. Energy consumption \rightarrow CO2. GDP (Economic growth) \rightarrow CO2

35	G1	Akadiri et al., 2017	ARDL, Granger Causality	7 Islands	1995-2013	International tourism Co2 Energy consumption Economic growth Ecological Footprint	Tourism Environmental Energy Economic Environmental	International tourism → Energy consumption. International tourism → Environmental degradation. International tourism → Economic growth
36	G1	Mikayilov et al., 2019	Time-varying coefficient co-integration (TVC) approach and conventional co-integration techniques (ADF, PP, ARDL, FMOLS)	Azerbaijan	1996-2014	International tourist arrivals Trade, goods and services Energy consumption Total population Efficiency of government Quality of government Tourism developmen	Tourism Economic Energy Social Political and Institutions Political and Institutions Tourism	Urbanization ← Ecological footprint. Quality of government measures ← Ecological footprint. International tourists → Ecological footprint. Trade → Ecological footprint. Energy consumption → Ecological footprint. Government efficiency → Ecological footprint
37	G1	Mishra, 2019	Panel, Granger causality	India	1971-2014	Energy consumption Co2 Economic growth FDI	Energy Environmental Economic Economic	Tourism development → Economic growth. Economic growth → Energy consumption. Energy consumption → Environmental degradation
38	G1	Udemba, 2019	Utilizing ARDL-bound testing and Granger causality approaches for both short- and long-run effects. ADF, PP, CUSUM (cumulative sum).	China	1995-2016	Co2 GDP International tourism Energy consumption	Environmental Economic Tourism Energy	International tourism → Economic growth. Economic growth → Energy consumption. Economic growth → CO2. FDI → Economic growth. International tourism ↔ Energy consumption. FDI ↔ Energy consumption. International tourism → CO2
39	G1	Zhang & Liu, 2019	Fully modified ordinary least squares (FMOLS) and augmented mean group (AMG). LLC, IPS, PP, ADF	Ten Northeast and Southeast Asian (NSEA-10) countries	1995-2014	Co2 GDP Non-renewable energy consumption Renewable energy consumption International tourism	Environmental Economic Energy Energy Tourism	Renewable energy ↔ CO2. Non-renewable energy ↔ GDP. GDP → Non-renewable energy. International tourism → CO2. Non-renewable energy → GDP

40	G1	Adedoyin & Bekun, 2020	Panel vector autoregressive (PVAR), FMOLS, PMG	Antigua and Barbuda, Aruba Bahamas, Macao, Maldives, Seychelles and Vanuatu	1995-2014	Co2 Energy consumption Tourist arrivals Real Gross Domestic Product Urbanization	Environmental Energy Tourism Economic Others	Tourist arrivals → CO2. Energy consumption → CO2. Energy consumption → RGDP. Energy consumption ↔ Urbanisation
41	G1	Ali et al., 2020	Autoregressive Distributed Lagged (ARDL) bounds and Bayer and Hanck and VECM (Granger causality) Non-Granger causality panel, Pesaran's Cross Sectional Dependence (CD), Cointegrated Augmented Dickey-Fuller (CADF), and Cross-Sectional Augmented IPS (CIPS) tests, LM bootstrap test and Commonly Correlated Effects (CCE) for long run.	Pakistan	1981-2017	International tourist arrivals Co2 GDP Energy consumption GDP Energy consumption	Tourism Environmental Economic Energy Economic Energy	International tourist arrivals → CO2. International tourist arrivals → GDP. Energy consumption → CO2
42	G1	Amin et al., 2019	PCA, D-SGMM Blundell and Bond and D-DGMM, Arellano and Bond. XTABOND2 module	South Asian countries	1995-2015	International tourist arrivals	Tourism	Economic growth: International tourist arrivals → Energy consumption. International tourist arrivals → GDP
43	G1	Khan et al., 2020	PCA, D-SGMM Blundell and Bond and D-DGMM, Arellano and Bond. XTABOND2 module	BRI Countries	1990-2016	Revenues Co2 Energy use Tourism development GDP	Economic Environmental Energy Tourism Economic	Tourism development ↔ Income. Tourism development → Energy consumption. Tourism development → CO2. Energy consumption ↔ Income
44	G1	Balsalobre-Lorente et al., 2020	FMOLS, LLC, ADF, IPS, PP	OECD countries	1994-2014	International tourism Globalization Energy consumption Co2	Tourism Others Energy Environmental	Economic growth → CO2. Energy consumption → CO2. Tourism ← CO2. Globalization ← CO2

45	G1	Dogru et al., 2020	Bootstrap panel cointegration technique and the augmented mean group estimator AMG. OLS, ARDL, CADF panel unit root test. IPS	OECD countries	1995-2014	Tourism development GDP Renewable energy consumed Co2 International tourist arrivals Co2	Tourism Economic Energy Environmental Tourism Environmental	Tourism development → CO2 for Italy, Luxembourg and the Slovak Republic. Tourism development ≠ CO2 for Canada, Czech Republic and Turkey. Economic development → CO2 for Belgium, France, New Zealand and the Slovak Republic. Then EKC is met and low but not for the countries Estonia, Latvia, Lithuania and Poland
46	G1	Ghosh, 2020	Second-order panel estimation method. ARDL, FMOLS, DOLS, CD and CIPS test	95 countries	1995-2014	GDP Energy consumption Trade Urbanization Capital Industrial value added Energy consumption	Economic Energy Economic Others Economic Economic Energy	International tourist arrivals ↔ CO2. International tourist arrivals ↔ GDP. International tourist arrivals ↔ Energy consumption. International tourist arrivals ↔ Trade
47	G1	Gokmenoglu & Eren, 2019	Bootstrap distributions: theory and application. ADF, PP; MWALD	Turkey	1960-2015	GDP Trade Urbanization International tourist	Economic Economic Others Tourism	Energy consumption → Economic growth. Energy consumption → Commerce. Urbanisation → Energy consumption. International tourists → Energy consumption
48	G1	Isik et al., 2020	Panel bootstrap cointegration test and an augmented mean group (AMG) estimator were applied. CD test, LG test, CADF, CIPS, CADF test, AMG estimator, CEEMG.	G7 countries	1995-2015	Renewable energy consumed International tourism Co2 GDP Energy consumption	Energy Tourism Environmental Economic Energy	International tourism → CO2. International tourism → GDP. Renewable energy consumed decreases CO2
49	G1	Kongbuamai et al., 2020	ARDL, VECM y Granger causality	Thailand	1974-2016	GDP Tourism development Trade openness index Population density	Economic Tourism Economic Social	Tourism ↔ Population density. Commercial openness ↔ Population density. Tourism → Ecological footprint. Economic growth → Ecological footprint. Energy consumption → Ecological footprint. Population density → Ecological footprint

50	G1	Pegkas, 2020	Cointegration test and Granger causality test, EKC, VECM model,	Greece	1989-2018	Ecological footprint	Environmental	Tourism → CO2. Energy consumption and CO2 have a negative effect on tourism. Tourism → Economic growth. Economic growth → energy consumption. Economic growth → CO2
						Tourism development	Tourism	
						Investment	Economic	
						Energy consumption	Energy	
						Co2	Environmental	
						GDP	Economic	
						Population growth	Social	
51	G1	Zhang et al., 2020	ARDL, DEA	15 developing countries	1990-2013	Ecological Disorder	Environmental	Economic growth, energy use, fixed capital formation and population growth ≠ significantly to ecological disruption measured as CO2
						Renewable energy consumption	Energy	
						Capital	Economic	
						GDP	Economic	
						GDP	Economic	
						Population growth	Social	
						Ecological footprint	Environmental	
52	G1	Dogan et al., 2020	STIRPAT, CD, LLC, IPS, PP, CIPS tes, DOLS, AMG	Brazil, Russia, India, China, South Africa and Turkey	1980-2014	Energy structure	Energy	Population growth, Economic growth, Energy structure and Energy intensity → Ecological footprint
						Energy intensity	Energy	
						GDP	Economic	
						Energy consumption	Energy	
						Agricultural development	Others	
						Poverty	Others	
						Tourism development	Tourism	
53	G1	Khan et al., 2020b	ARDL, ECM, Dickey and Fuller test (ADF), PP (Phillips and Perron) test, Granger causality test.	Pakistan	1955-2016	Capital investment	Economic	Tourism development → Economic growth. Tourism ↔ Capital investment. Tourism development → Energy consumption. Tourism development → Agricultural development. Tourism development ← Poverty
						Co2	Environmental	
						FDI	Economic	
						Energy consumption	Energy	
						Tourist arrivals	Tourism	
						GDP	Economic	
						54	G1	
Tourist arrivals	Tourism							
GDP	Economic							

55	G1	Gulistan et al., 2020	Panel data analysis, EKC and Granger causality	112 countries	1995-2017	Energy consumption GDP Degree of trade openness Tourism development Co2 Tourism development GDP Co2	Energy Economic Economic Tourism Environmental Tourism Economic Environmental	Economic growth→CO2. Energy consumption→CO2. Tourism→CO2. Trade openness ≠CO2.
56	G1	Shi et al., 2019	IPAT and panel model, ADF, CD, PP (panel unit root test), FMOLS, Granger non cointegration (panel cointegration test), Granger causality	147 countries	1995-2015	Primary energy consumption Total population	Energy Social	GLOBAL: Tourism ↔ GDP. Tourism ↔ Energy consumption. Energy consumption ↔ CO2. GDP → CO2. Total population → Energy consumption. Total population → CO2. Net tourist inflow → CO2. LOW-INCOME COUNTRIES: GDP → Energy consumption. Energy consumption → Total population. Energy consumption → CO2. LOW-MEDIUM INCOME COUNTRIES: Primary energy consumption → CO2. Primary energy consumption → Total population. Tourist expenditures → GDP. FOR MEDIUM-HIGH INCOME COUNTRIES: Total population ↔ CO2. Total population ↔ Primary energy consumption. Tourist expenditure → GDP. Tourist expenditure → CO2. Primary energy consumption → CO2. FOR HIGH-INCOME COUNTRIES: GDP ↔ CO2. Tourist expenditure ↔ GDP. GDP ↔ Primary energy consumption. Total population → Tourist expenditures. Primary energy consumption → Tourist expenditures. Tourist expenditure → CO2. Total population→CO2
57	G1	Aslan et al., 2021	ARDL, Panel bootstrap	17 Mediterranean countries	1995-2014	GDP Tourism development Energy consumption Co2 Gross capital formation Inbound tourism	Economic Tourism Energy Environmental Economic Tourism	GDP↔Tourism development. GDP↔Energy consumption. GDP↔CO2. GDP↔Gross capital formation
58	G1	Khan & Abdullah, 2021	Solow's theoretical proposition, Granger's causality, ADF test, LLC and IPS, FMOLS	Asia countries	1995-2018	GDP Energy consumption Population growth Net exports Capital Savings	Economic Energy Social Economic Economic Economic	Tourism ↔ Energy consumption. Tourism ↔ Economic growth. Net exports → Economic growth. Savings → Economic growth. Capital → Economic growth. Energy consumption → Economic growth

59	G1	Bano et al., 2021	Granger Causality based on Vector Error Correction Model (VECM), ARDL	Pakistan	1990-2017	Tourism development Renewable energy consumption Income FDI Co2 GDP	Tourism Energy Economic Economic Environmental Economic	Tourism development \leftrightarrow CO2. Tourism development \leftrightarrow Economic growth. FDI \rightarrow Renewable energy. FDI \rightarrow Income
60	G1	Adedoyin et al., 2021	Dumitrescu and Hurlin causality tests, FMOLS, FDOLS	USA, UK, France, Italy, Spain, Australia, Thailand, Hong Kong, China, Germany and Japan	1995-2015	International tourism arrivals GDP per capita Energy consumption Economic policy uncertainty Co2	Tourism Economic Energy Others Environmental	Economic policy uncertainty \rightarrow CO2. International tourism arrivals \rightarrow CO2. Energy consumption \rightarrow CO2. GDP \neq CO2
61	G1	Gao & Zhang 2021	Panel unit root test, CD, CADF, CIPS, FMOLS, D-OLS, Granger causality (Dumitrescu and Hurlin), ADF	18 Mediterranean countries	1995-2010	Co2 Energy consumption GDP Tourism development Energy consumption	Environmental Energy Economic Tourism Energy	Energy consumption \rightarrow CO2. Energy consumption \leftrightarrow GDP. CO2 \leftrightarrow GDP. Tourism development \rightarrow CO2. Tourism development \rightarrow Energy consumption. Tourism development \leftrightarrow GDP only for northern Mediterranean countries. For southern countries Tourism development \rightarrow GDP.
62	G1	Isaeva et al., 2022	Pedroni and Kao tests show the cointegration among observed variables. The Granger non-causality test. ADF, IPS, FP	12 post-communist countries	1995-2014	Co2 Financial development Tourism development Energy consumption	Environmental Economic Tourism Energy	Financial development \leftrightarrow tourism. Energy consumption \leftrightarrow CO2. Tourism \rightarrow Energy consumption. Tourism \rightarrow CO2. Financial development \rightarrow Energy consumption. Financial development \rightarrow CO2
63	G1	Jayasinghe & Selvanathan, 2021	Cobb–Douglas production function, VECM (Vector Error Correction Model), ARDL (Autoregressive Distributed Lag), CUSUM, CUSUMSQ	India	1991-2018	Co2 GDP International tourists	Environmental Economic Tourism	Energy consumption \rightarrow CO2. International tourist arrivals \rightarrow CO2. GDP \rightarrow CO2. International tourist arrivals \rightarrow GDP. International tourist arrivals \rightarrow Energy consumption
64	G1	Khan & Hou, 2021	PCA, FMOLS, EFP, CD and LM tests, CIPS and CADF	IEA 38 countries	1995-2018	GDP Ecological footprint Workforce	Economic Environmental Others	Economic development: Energy \leftrightarrow GDP. GDP \leftrightarrow Labor force. Energy \rightarrow Environmental footprint. Capital \rightarrow GDP

65	G1	Khanal et al., 2021	Dickey-Fuller-Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP), Autoregress Distributed Lag (ARDL) Joined tests, Johansen and Juselius, Bayer-Hanck Cointegration (BH), and several key diagnostic tests have been performed to assess the relationship. Non-linear autoregressive distributive lag model. (NARDL), ARDL, ADF, PP, ZA	Australia	1976-2018	Capital Renewable and non-renewable energy Tourism development International tourist arrivals Primary energy consumption GDP Capital formation Total population Financial development	Economic Energy Tourism Tourism Energy Economic Economic Social Economic	International tourist arrivals → Energy consumption. Capital formation → Energy consumption. GDP → Energy consumption. Capital formation → Energy consumption. Financial development → Energy consumption. Total population → Energy consumption
66	G1	Meo et al., 2020	STRIRPAT (Stochastic impact of regression on population affluence and technology model), CD, SH, DOLS	Pakistan	1984-2017	Energy consumption Institutional quality Tourist arrivals Governance FDI Co2	Energy Others Tourism Political and Institutions Economic Environmental	Tourist arrivals ≠ Energy consumption. Institutional quality → Tourist arrivals
67	G1	Muhammad et al., 2021	Two step dynamic system generalized method of moments (GMM)	Muslim countries	2002-2014	Energy consumption Tourism development Domestic credit provided by the financial sector as a percentage of GDP Institutional Quality Index Tourism development GDP Renewable energy index	Energy Tourism Economic Others Tourism Economic Energy	Tourism development ↔ CO2. Governance → CO2. Tourism development → Energy consumption. FDI → CO2. Domestic credit → Energy consumption
68	G1	Musa et al., 2021		UE-28 countries	2002-2014			Financial development, institutional quality and renewable energy positively affect the Environmental Performance Index. Tourism → Financial development. Financial development → Environmental quality

69	G1	Nosheen et al., 2021	Bootstrap panel co-integration test LM, CADF and CIPS unit root tests	Asian economies	1995-2017	Environmental performance index Financial development index Tourism development Energy use Trade Financial development Urbanization Co2 Co2	Environmental Economic Tourism Energy Social Economic Others Environmental Environmental	Tourism development → Environmental degradation (CO2). Tourism development → Energy use. Energy use → CO2. Trade → CO2. Urbanization → CO2. Financial development → CO2
70	G1	Ozturk et al., 2021	DOLS, FMOLS, ADF unit root test, Granger causality analysis	Saudi Arabia	1968-2017	GDP Energy consumption Pilgrimage tourism Tourism development Energy consumption	Economic Energy Others Tourism Economic	CO2→Pilgrimage tourism. Pilgrimage tourism → Energy consumption. Pilgrimage tourism ↔ GDP
71	G1	Selvanathan et al., 2020	ARDL, ADF test (Dickey and Fuller), PP test (Phillips and Perron y KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt & Shin.), VECM, FMOLS	Bangladesh, India, Nepal, Pakistan, Sri Lanka	1990-2014	GDP Co2 Capital GDP Co2	Economic Environmental Economic Economic Environmental	GDP → Energy consumption for Bangladesh and Sri Lanka. GDP → Tourism development in India and Sri Lanka. Tourism development → CO2 in India. Tourism development → Energy consumption in Nepal. Capital → Energy consumption and CO2 in Nepal. Capital → Energy consumption and tourism development and GDP in Sri Lanka. CO2 → Tourism development in Pakistan. Energy consumption → CO2 in Pakistan
72	G1	Sun et al., 2020	GMM and D&K estimators for three distinct structural equations. PCA (Principal Component Analysis), STIRPAT model, IPS, CIPS	88 BRI countries	1995-2015	Energy use Tourism development Natural resources Renewable energy consumption Financial development	Energy Tourism Environmental Energy Economic	CO2 ↔ GDP. GDP ↔ Energy use. Energy use ↔ CO2. Tourism development → Energy use. Tourism development → CO2
73	G1	Usman et al., 2021	Panel pooled mean group-autoregressive distributive lag (PMG-ARDL) model, IPS, M-Wu, Choi, Kao	52 developing and developed countries	1995-2017	Tourism development Primary energy consumption	Tourism Energy	Financial development ↔ Primary energy use ↔ CO2. urbanization → CO2 in developed countries. Tourism development → CO2 and CO2 → Renewable energy use in developing countries

			test, Johansen Test, ECM, Granger causality test			Renewable energy use Urbanization Co2 Energy consumption GDP Tourist arrivals Co2 GDP Co2	Energy Others Environmental Energy Economic Tourism Environmental Economic Environmental	
74	G1	Xiangyu et al., 2021	The quantile autoregressive lagged (QARDL) approach and the Granger causality	USA	2000-2018	Co2 GDP Co2	Environmental Economic Environmental	Tourist arrivals \longleftrightarrow CO2. Energy consumption \longleftrightarrow CO2
75	G1	Ma et al., 2021	EKC, LLC test, HT test, IPS test, CIPS, PP, ADF, FMOLS, DOLS	France and Germany	1995-2015	Renewable energy consumption Fossil energy consumption Tourism development Workforce Tourism development	Energy Energy Tourism Social Tourism	Renewable energy \longleftrightarrow CO2. GDP, Fossil energy, Tourism development and Workforce \rightarrow CO2
76	G1	Zhang, J. & Zhang, Y., 2020	VECM y Granger causality	China	2000-2017	GDP Energy consumption Co2 International tourist arrivals	Economic Energy Environmental Tourism	Tourism \longleftrightarrow Economic growth. Economic growth \longleftrightarrow CO2. CO2 \longleftrightarrow Tourism. Energy consumption \rightarrow Economic growth
77	G1	Pata & Balsalobre-Lorente, 2022	ARDL approach	Turkey	1965-2007	GDP Energy consumption Carrying capacity Co2	Economic Energy Social Environmental	International Tourist Arrivals, Energy Consumption and Revenues \rightarrow Environmental Quality measured as Load Carrying Capacity (LCF)
78	G1	Moreno et al., 2021	Panel data	186 countries	1960-2019	Urbanization GDP	Others Economic	Urbanization \rightarrow GDP. GDP \rightarrow CO2. urbanization \rightarrow CO2
79	G1	Rauf et al., 2021	CD, CIPS, DOLS, FMOLS y PMG	China	1995-2017	Tourism development Economic progress	Tourism Economic	Tourism development \longleftrightarrow CO2. Transport \longleftrightarrow CO2. Economic progress \longleftrightarrow CO2. Energy consumption \longleftrightarrow CO2

						Transport	Others	
						Energy consumption	Energy	
						Value-added hotel catering services	Tourism	
						Co2	Environmental	
						Tourism development	Tourism	
80	G1	Gyamfi et al., 2021	PMG, ARDL, FMOLS	E7 countries	2000-2018	FDI	Economic	Economic growth → Energy consumption. Tourism → Energy consumption.
						GDP	Economic	Energy consumption → CO2. Direct investment ≠ CO2
						Energy consumption	Energy	
						Co2	Environmental	
						Tourism development	Tourism	
81	G1	Wareewanich & Chankoson, 2021	ARDL, ADF	Thailand	1989-2018	Energy consumption	Energy	Tourism → CO2. Tourism ≠ Energy consumption
						Co2	Environmental	
						Tourism development	Tourism	
						Renewable energy consumption	Energy	Tourism development → Economic growth. Tourism development ≠ CO2.
82	G1	Xian-Liang et al., 2021	ARDL, Pedroni, Kao, FMOLS	G20 Economies	1995-2015	GDP	Economic	Renewable energy → CO2
						Co2	Environmental	
						Renewable energy consumption	Energy	
83	G1	Khan & Ahmad, 2021	FMOLS, DOLS, GMM	Developed countries	2000-2020	FDI	Economic	FDI, international trade and renewable energy consumption help reduce CO2
						Internacional trade	Economic	
						Co2	Environmental	
						Income	Economic	
						International tourist arrivals	Tourism	Tourism development → Environmental quality. Energy consumption → Environmental quality. urbanization → Environmental quality. Per capita income → Environmental quality. Energy consumption → Environmental quality
84	G1	Alola et al., 2021	ARDL, FMOLS, LCEM,	OCDE countries	1995-2016	Energy consumption	Energy	
						Urbanization	Others	
						Co2	Environmental	
85	G1			Vietnam		Ecological footprint	Environmental	

						Energy consumption	Energy	
						FDI	Economic	
		Tehreem et al., 2021	ARDL, PP, Granger causality		1995-2018	International tourist arrivals	Tourism	International tourists → Energy consumption. Energy consumption → Ecological footprint. FDI → Ecological footprint
						Water resources	Environmental	
						Co2	Environmental	
						Tourism development	Tourism	
86	G1	Sakib Bin & Farhan, 2021	ARDL-PMG, DCCE	South Asia countries	1995-2018	Renewable energy consumption	Energy	Tourism → Renewable energy consumption. GDP → Renewable energy consumption
						GDP	Economic	
						Total energy used	Energy	
						Energy intensity	Energy	
						Energy efficiency	Energy	
87	G2	Becken et al., 2001	ANOVA, three separate surveys and operationally dates	New Zealand	1999	Fuel types	Energy	Hotels, motels, campgrounds, B&Bs, are, from highest to lowest, the most energy consuming per tourist per night
						Energy consumption	Energy	
						Water consumption	Environmental	
						Co2	Environmental	
						Energy consumption	Energy	
88	G3	Lok & Chan, 2001	LCA	Hong Kong	2000	Water consumption	Environmental	Over a 10-year life cycle, the energy cost could be reduced by HK\$275,700 if a heat pump was used instead of a conventional electric boiler or condensing boiler
						Co2	Environmental	
						Energy consumption	Energy	
89	G2	Becken & Simmons 2002	Data collection through surveys + ANOVA +LSD	New Zealand	2000	Number of visitors	Tourism	Museums (10 MJ/visit) or experience centers (29 MJ/visit) consume less energy than tourist activities such as scenic flights (344 MJ/flight) or motorboat rides (255 MJ/trip), on a per capita basis
						Energy consumption	Energy	
90	G1	Chan, & Lok, 2002	Regression analysis	Hong Kong (China)	1989-1998	Hotel operations data	Tourism	The regression analysis indicated that gross floor area was a significant and statistically acceptable factor in explaining gas consumption in new hotels. The results indicate that emissions will increase by almost 40% in the coming years, which requires urgent discussions
						Analysis of hotel technology	Technology	
						Energy consumption	Energy	
91	G2	Becken et al., 2003	Data collection through questionnaires	New Zealand	1992-1996	Types of tourists	Tourism	The analysis of the energy consumption of the types of tourists revealed that the coach tourist consumes the most energy per day. Due to the higher energy cost of secondary activities at destination.
92	G1			Australia	2003	Energy consumption	Energy	

		Warnken et al., 2004	Floor Area Method, Multiple Regression Method and Mandatory Reporting Method			Hotel operations data	Tourism	Link domestic and international carriers' landing rights to industry best practices with respect to aircraft technology designed to optimize fuel economy
93	G2	Trung & Kumar 2005	Questionnaires to hotel managers information	Vietnam	2000	Energy consumption Hotel operations data Analysis of hotel technology	Energy Tourism Technology	Hotels 4 stars → Diesel and gas (90%); Hotels 2 and 3 stars → Electricity (90% activities)
94	G2	Önüt & Soner, 2006	Surveys and linear programming package LINGO 5.0	Turkey	2002-2004	Energy consumption Hotel operations data Technology analysis	Energy Tourism Technology	Highly diversified energy consumption. High correlation between occupancy rate and energy consumption
95	G3	Kelly & Williams, 2007	Bottom-up modelling	Canada (BC)	2006	Energy consumption Co2 Resort operations data	Energy Environmental Tourism	The dynamic nature of the model allows energy use to be allocated by activity
96	G2	Ali et al., 2008	Interviews with managers of hotel establishments	Jordan	2006	Energy consumption Hotel operations data Technology analysis Total domestic use of oil Domestic use of oil for air transport Oil use for road transport	Energy Tourism Technology Energy Energy Energy	Lighting in the main building and outdoor areas of the hotels and air conditioning consume more electricity compared to other departments
97	G4	Becken, 2008	Creation of indicators	New Zealand	2006-2007	Ratio of domestic air transport oil use to total domestic oil use Oil use per tourist trip Daily oil use per tourist Eco-efficiency in oil use Total oil use per trip (market) Total oil use per tourist	Energy Energy Energy Environmental Energy Energy	Oil needs for tourism are large, especially in relation to OD travel

98	G1	Lai et al., 2011b	multiple regression, artificial neural network (ANN) and wavelet ANN, were used to derive mathematical models of electricity consumption. The accuracy of these models was assessed using mean square error (MSE), mean square percentage error (MSPE) and mean absolute percentage error (MAPE).	Macao, China	2000-2006	Ratio of trip oil use OD to total oil use Electricity consumption Economic factors Demographic factors Economic factors Industrial factors	Energy Energy Economic Others Economic Others	The commercial sector (including tourism), was the main consumer of electricity, responsible for 40.8% of total electricity consumption in 2006, followed by the residential sector with 28.3%, public administration with 24.5% and the industrial sector with 6.3%.
99	G2	Nepal, 2008	Data collected through 489 interviews	Nepal	2002	Energy consumption Number of tourists Technology	Energy Tourism Technology	Results indicate that primary energy sources include wood and kerosene, but the use of renewable energy and locally developed energy saving technologies is increasing. Energy consumption patterns are influenced by altitude, housing capacity, energy cost, diversity of energy sources, access to energy-saving technologies, and institutional rules and regulations
100	G4	Petrevska & Cingoski, 2016	SWOT analysis	Ohridski, Macedonia	2007-2008	Energy consumption Number of visitors Hotel operations data Energy consumption	Energy Tourism Tourism Energy	In 90% of the hotels in Ohrid there are solar collectors. In the kitchens, electricity and gas are supplied. In 90% of the hotels, in addition to basic heating, there is hot and cold air conditioning, and in 100% of the hotels, in total, there are additional heaters, for backup needs
101	G3	Nae-Wen & Pei-Hun, 2009	Life Cycle Assessment (LCA) of the whole travel process of tourists on Penghu Island	Penghu, Taiwan	2008-2009	Water consumption Co2 International tourists arrivals Transport	Environmental Environmental Tourism Others	Transport to destination = 67% total energy. Transport at destination= 11%. Accommodation= 16% of total energy
102	G2	Beccali et al., 2009	1. Hotel survey. 2. Energy audit. 3. Selection and prioritization of a list of actions.	Italy	2005-2006	Energy consumption Hotel operations data Analysis of hotel technology	Energy Tourism Technology	The annual growth of electricity consumption of the entire tourism sector in Sicily is about 4 % (average of the last 10 years).

103	G3	Camillis et al., 2010	Life Cycle Assessment (LCA)	Global	1994-2009	No. of tourism studies with LCA	Tourism	The low number of studies found in the literature could indicate significant barriers to the adoption of LCA or limited knowledge of this methodology by passenger car drivers.
104	G2	Bakhat & Rosselló, 2011	Collection of energy data provided by Red Eléctrica España and guest surveys, ARMAX model analysis	Balearic Islands, Spain	1995-2007	Electricity consumption	Energy	The results show that, in terms of electricity consumption, tourism cannot be considered a very energy intensive sector
						Number of tourists	Tourism	
						Co2	Environmental	
105	G3	Kuo et al., 2012	Life Cycle Assessment (LCA)	Penghu, Kinmen and Green Islands (Taiwan)	2010	Energy consumption	energy	Each tourist consumes 502, 447 and 118 MJ of energy per day on Penghu, Kinmen and Green Islands respectively and generates 34.0, 27.9 and 7.1 kg of CO2 emissions on Penghu, Kinmen and Green Islands respectively. The transport sector generates the largest amount of energy (49-67%) and the largest proportion of CO2 emissions (58-72.4%); the aviation sector is the main contributor.
						International tourists arrivals	Tourism	
						Co2	Environmental	
106	G2	Liu et al., 2011	Chengdu National Tourism Expenditure Survey (CDTES) is based on a random sample of more than 50,000 tourists whose expenditure was recorded in detail	Chengdu, China	1999-2004	Energy consumption	Energy	From 1999 to 2004, energy consumption and carbon dioxide emissions of the tourism sector in Chengdu increased from 1.8×10^7 GJ to 2.3×10^7 GJ and from 1.7×10^6 tons to 2.1×10^6 tons, respectively. Transportation + 90%
						Tourism development	Tourism	
						Co2	Environmental	
107	G2	Nelson, 2010	Interviews and operational data	Dominica	2009-2010	Energy consumption	Energy	Investment ← Energy consumption. Energy consumption → Marketing for green and sustainable tourism
						Marketing to tourists	Others	
						Investment	Economic	
						5 levels of energy counting:	Energy	
108	G3	Wu & Shi, 2011	Bottom-up approach, literature review and mathematical statistics LCA	China	2008	Food	Energy	Tourism in China 2008 = 428.30 PJ, 0.51% of total consumption (Measured in energy units)
						Hotel	Energy	
						Transport	Energy	
						Travel	Energy	
						Shopping	Energy	
						Leisure	Energy	
109	G3	Castellani & Sala, 2012	LCA bottom-up	Italy	2009-2010	Structure of the tourism sector	Tourism	Correlation between the two assessments. Fossil fuel consumption → Ecological Footprint
						Mobility	Energy	

						Food	Energy	
						Goods	Energy	
						Services	Energy	
						Waste	Environmental	
						Energy consumption	Energy	
						Co2	Environmental	
						Energy consumption	Energy	
110	G1	Farrou et al., 2012	The classification method defines groups of hotels using the k-means algorithm controlled with the silhouette plot after applying normalization factors for operational energy data to correct for size, operation (seasonal or annual) and climatic conditions	Greece	1995-1997	Hotel operations data	Tourism	Energy consumption varies considerably between and within groups, indicating that a range of energy consumption targets may be more appropriate than single value benchmarks for this type of building
			Bottom-up model measuring heating, cooling and other variables (machinery, water heating, lights etc.) as variables			Energy consumption	Energy	
						Heat	Others	
111	G3	Irsag et al., 2012	Two-stage general equilibrium modelling approach GTAP. Computable general equilibrium (CGE) model and NZTGEM model (New Zealand Tourism General Equilibrium Model)	Croatia	2011	Building data	Tourism	The results show that additional energy savings are possible in the tourist catering trade sector if careful and rational demand-side planning is carried out
						Oil prices	Energy	
112	G1	Lennox, 2012		New Zealand	2011	GDP	Economic	The tourism sector and especially tourism exports are likely to be disproportionately affected if the oil price doubles
113	G1	Wang, 2012	Pearson correlation, R2	Taiwan	2009-2010	Energy consumption	Energy	The average energy consumption per room in the 4 ranked hotels is 26.7, 25.0, 14.6 and 9.4 MWh/room/year. Electricity predominantly comprises the total energy consumption, accounting for 84% of total energy on average
						Building information (hotels)	Tourism	

114	G2	Hu et al., 2014	Interviews and ANP Analytic network process (descriptive assessment tool)	Taiwan	2010-2011	Billing data (operation data) Energy consumption Co2 Hotel operations data Tourism development	Economic Energy Environmental Tourism Tourism	ECCR restaurant criteria with relative weights on energy savings, five dimensions: ECCR building, waste, sustainable food, energy and water
115	G3	Shi & Wu, 2011	Bottom-up study method	GanSu, China	2010	Energy consumption Co2	Energy Environmental	The largest consumer of tourism energy and CO2 emissions is tourism transport, which accounts for 68.83% of energy consumption and 65.96% of CO2 emissions in the tourism sector
116	G4	Logar & van den Bergh, 2013	Scenarios and indicators	Spain	2008	Energy consumption Number of visitors Hotel operations data	Energy Tourism Tourism	The tourism industry in Spain should be concerned about the impact of peak oil because the transport sectors related to tourism activity will be among the economic sectors most affected in Spain by high oil prices
117	G1	Mak et al., 2013	Multiple linear regression method to analyse the relationship between chiller electricity consumption and the 11 different variables. The parameters studied followed three dimensions, namely hotel size, commercial activity and climatic influence	Shangai	2010-2011	Hotel operations data Analysis of hotel technology	Energy Tourism Technology	The regression analysis indicates that the number of staff was a statistically accepted main factor in explaining the electricity consumption of chillers in hotels
118	G2	Wang & Huang, 2013	Data collection through surveys	Global	2010	Energy consumption	Energy	Energy use among the surveyed hotels ranges from 83 to 408 MJ/guest per night, and reveals that hotels with their marketing preference for accommodating guests from Europe and North America would have a higher energy consumption characteristic
119	G3	Sanyé-Mengual et al., 2014	Energy, social and ecological metabolism, life cycle approach	Menorca, Spain	2010-2011	Energy consumption Co2 Number of tourists	Energy Environmental Tourism	A tourist consumes 4756 MJ with associated emissions of 277 kg of CO2 per stay (20 days on average). Of all energy flows, external mobility is the largest contributor to total emissions (77%). For each day spent in a tourist resort, a tourist consumes between 29 MJ and 93 MJ in accommodation services
120	G2	Tsai et al., 2014	Personalized visits to hotels to learn about their	Taiwan	2007-2011	Energy consumption Hotel operations data	Energy Tourism	

			statistics and acquire detailed first-hand data			Co2	Environmental	International tourist hotel = 28.9 kg-CO ₂ /(person-night). Standard tourist hotel = (19.2 kg-CO ₂). Generic hotels = (12.5 kg-CO ₂ /(person-night). Hostels/guest houses = (6.3 kg-CO ₂ /(person-night)
121	G3	Sun et al., 2014	Bottom-up approach	Nanjing and Huangshan city, China	2008-2012	Hotel operations data	Tourism	
						CO2	Environmental	
						Tourism development	Tourism	In the structure of carbon dioxide emissions, civil aviation accounted for the largest, followed by road and rail, optimizing the structure of regional tourism transport is beneficial for reducing carbon emissions
						GDP	Economic	
122	G2	Becken, 2016	Social representations theory, free-association method + interviews	Global	2013	Perception of the concept of peak oil	Energy	The most important responses are explicitly related to the recognition that tourism experts have very limited knowledge of the peak oil phenomenon
						Hotel manager data	Tourism	
123	G2	Bhuiyan et al., 2012	Questionnaires	Malaysia	2011	Co2	Environmental	
						Transportation	Others	The study shows that carbon emissions from buses and motorcycles are lower than those from small (compact size) and large (family size) cars.
						Environmental policies	Environmental	
124	G1	Borkovic et al., 2007	Energy audit	Energy Institute Hrvoje Pozar (EIHP)	Croatia	2006	Energy consumption	Energy
						Hotel operations data	Tourism	It is very complex to develop a methodology for energy audits for residential and public buildings, due to the heterogeneity of accommodation facilities in terms of size, age, building material, appliances, level of luxury, location, etc
						Analysis of hotel technology	Technology	
125	G4	Prasad & Singh, 2014	REN21 Annual Report 2013	Fiji	2009-2011	Energy consumption	Energy	In this case study of hotels in Fiji, Hotel 1 recorded 426.64 kWh/m ² and Hotel 2 recorded 537.83 kWh/m ²
						Hotel operations data	Tourism	
126	G3	Tang et al., 2015	Bottom-up approach, for the analysis of energy consumption, according to the type of transport used	China	2011-2020	Energy consumption	Energy	The total amount of energy consumed was as follows: 22.94% (charter bus), 46.27% (low emission bus), 13.31% (taxi), 6.79% (cable car), 5.38% (tourist tram), 1.66% (autonomous car), 1.35% (motorbike), 1.29% (tourist lift), 0.52% (public bus) and 0.50% (electric yacht).
						Co2	Environmental	
						Tourism development	Tourism	
127	G2	Chang et al., 2015	Surveys 1000 participants applying ANOVA, ANCOVA for analysis	Global	2015	Energy consumption	Energy	Hotels that provide guests with information on their personal electricity consumption rate, along with a comparison with other guests, can influence them to save electricity in hotel rooms.
						Hotel operations data	Tourism	
						Technology analysis	Technology	
128	G4	Cabello Eras et al., 2016	Energy Planning, included in the implementation of an EMS in ISO 50001 (ISO, 2011), to define the EnB, the target baseline (GB) and the EnPI	Cuba	2014-2015	Energy consumption	Energy	An important step towards more energy efficient hotels is the proper selection and implementation of EnPI. This requires effective inclusion of physical parameters such as outdoor temperature and operational parameters such as occupancy level
						Hotel operations data	Tourism	
						Analysis of energetic hotel technology	Technology	
129	G4			Balearic Islands, Spain		GDP	Economic	

		Ginard-Bosch & Ramos-Martin, 2016	Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism (MuSIASEM)		1986-2012	Total energy consumption Economic energy intensity Total population Tourism development Resources	Energy Energy Social Tourism Others	Energy Tourism Technology	Tourism → GDP. Tourism → Total population. Tourism → Energy consumption
130	G3	Michailidou et al., 2016	Life Cycle Assessment (LCA)	Greece	2012	Ecosystem quality Impacts on human health	Environmental Environmental		High-end hotels impose higher absolute impacts on the environment (6 to 10 times), especially in resource consumption, when transport (and especially air transport) is considered. In terms of operational use of all hotels, HVAC systems are the most energy-intensive "end-users"
131	G2	Pace, 2015	Data collection through face-to-face interviews with hotel managers	Malta	2012-2014	Energy efficiency Hotel operations data Technology analysis	Energy Tourism Technology		Tourism companies that develop in-house capabilities for energy efficiency measures and technologies are more likely to mobilize their relationship with engineering firms to co-produce innovative energy efficiency solutions
132	G3	Unger et al., 2016	Bottom-up approach, MATT and GIS (geographic information system)	Austria	2014-2015	Tourism development Energy consumption Co2	Tourism Energy Environmental		For aviation, direct CO2e (GHG) emissions per PKT were twice those of vehicles, and cumulative CO2e emissions were 3.6 times higher. The most environmentally friendly transport option in terms of direct CO2e emissions was the train; in terms of cumulative CO2e, it was the bus
133	G2	Tang et al., 2016b	Questionnaires and operational data from 24 hotels	Lijian, China	2014-2015	Number of stars of the hotel Number of hotel rooms Revenue per number of employees Electricity consumption	Tourism Tourism Economic Energy		The average annual energy use intensity (EUI) of four-, three-, two-, and one-star hotels was 180.8 kWh/m ² , 113.3 kWh/m ² , 74.2 kWh/m ² , and 70.2 kWh/m ² respectively. Electricity, as the dominant energy source, accounted for 81% of total energy consumption
134	G1	Díaz Pérez et al., 2018	Simple linear and multivariate regression methods, obtaining the characteristic function that defines water and energy consumption	Spain (Canary Islands)	2017	Energy consumption Water consumption Co2	Energy Environmental Environmental		The generation of the water needed for the tourist pools through SWRO would represent between 0.089% and 0.114% of all emissions in the region, depending on the type of supply, local or centralised, respectively, extremely significant values and equivalent to the biological treatment of all solid waste on the islands
135	G1	Michopoulos et al., 2017	Detailed analysis of different hot water production technologies applied to hotels in Cyprus	Cyprus	2016	Energy consumption Tourism development Hotel operations data Co2	Energy Tourism Tourism Environmental		The results show that the combination of air source heat pumps with flat plate solar collectors leads to the lowest primary energy consumption

136	G3	Iraldo & Nucci, 2017	LCA analysis and database ECOINVENT	EU Countries	2016	Typical hotel structure EU ecolabelled hotel structure	Tourism Others	The most significant environmental impacts related to an individual hotel room depend mainly on the services offered in the hotel and, in particular, whether the swimming pool is present or not (mainly depending on the heating and covering systems adopted)
137	G3	Tang et al., 2018	Bottom-up approach, LCA Analysis	Hunan, China	1979-2015	Energy efficiency Co2 Tourism development	Energy Environmental Tourism	The energy efficiency and carbon efficiency of the tourism sectors and the entire tourism industry improved with the evolution of the tourism life cycle stage
138	G1	Idahosa et al., 2017	Dynamic random effects model, panel data. Real-time energy consumption, disaggregated by consumption components	South Africa	2016	Climatic conditions Occupancy Energy tariff rate	Environmental Tourism Energy	The Dynamic Random Effects Model suggests that the number of rooms in a hotel, the services and facilities offered and the weather conditions are strong drivers of consumption
139	G1	Alkhalaf & Yan 2018	Artificial neural networks (ANN) and support vector machines (SVM), SPSS	Japan	2006-2012	Electricity consumption Gas consumption Water consumption Energy consumption	Energy Energy Environmental Energy	It is essential that accommodation facility managers acquire a sufficient database of energy consumption and other related data to develop an accurate baseline of energy consumption
140	G2	Cingoski & Petrevska, 2018	Statistical data collection via hotel managers and surveys	Macedonia	2015-2016	Hotel operations data Energy consumption Hotel operations data	Tourism Energy Tourism	56.7% of the surveyed hotels have an energy efficiency certificate and 69% prepare written environmental protection plans. However, 67.3% do not prepare environmental protection reports and 50.5% do not have an employee responsible for environmental protection activities
141	G4	Pérez-Sánchez et al., 2019	Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism (MuSIASEM)	Barcelona, Spain	2012-2016	Human activity Usable surface area Exosomatic metabolic rate Productivity of paid work Metabolic density ratio	Tourism Others Energy Economic Energy	For the city of Barcelona the various forms of energy carriers (electricity, heat, fuels) are used in different combinations and in different proportions for different purposes
142	G1			Sri Lanka		Economic productivity of useful surface area Energy consumption Energy consumption	Economic Energy Energy	

		Amanda & Sanjei, 2019	Energy audit Energy Institute Hrvoje Pozar (EIHP)			2017-2018	Hotel operations data Analysis of hotel technology	Tourism Technology	After seeing more than 50% energy savings in refurbished hotels, this paper concludes that all possible refurbishment technologies should be implemented from now on and measure energy performance both before and after the refurbishment
143	G3	Blanca-Alcubilla et al., 2019	LCA	Spain		2016	Packaging Tableware Co2	Others Others Environmental	The impacts of reusable and single-use items occur at different stages of their life cycles. For reusable items, 76% of the impact occurs during the flight phase, while for single-use items, 53% of the impact comes from the production phase. Variables such as material, weight and number of reuses can greatly influence greenhouse gas (GHG) emissions and energy use
144	G2	Jaramillo-Escobedo et al., 2019	Surveys	Mexico		2005-2018	Energy consumption Hotel operations data Technology analysis	Energy Tourism Technology	Hotels included in international hotel chains = meet the average for energy efficiency. Indigenous hotels = do not usually comply with energy efficiency measures
145	G1	Nuez & Osorio, 2019	Consumption data Government of the Canary Islands, Government of Spain electricity generation operator	Canary Islands, Spain		2014-2017	Energy cost of tourism Tourism development	Energy Tourism	The results reveal an average consumption of the tourism sector in the study years (2014-2017) between 12.8% and 16.5% of the total amount of electricity generated in the archipelago, with a monetary value of the Spanish state subsidy estimated at 143.5 M€ in 2014
146	G1	Pablo Romero et al., 2019	Panel data	Spain		1999-2014	Energy consumption Power consumption Temperature Tourism development	Energy Energy Others Tourism	The results show that this curve (EKC) is not compatible. Instead, electricity consumption increases progressively as tourism grows. The results also show positive relationships between overnight stays in hotels with higher star ratings and electricity use.
147	G1	Trull Dominguez et al., 2019	Holt–Winters model	Spain, Balearic Islands		2013-2015	Energy demand Forecast future demand (model) GDP	Energy Energy Economic	The generation system uses coal and diesel power plants to match demand. Demand errors increase the output of these power plants and, consequently, pollution. This model increases the accuracy certainty by 0.3%.
148	G1	Xiang et al., 2019	BECS energy-saving design and SPSS statistical analysis software	China		2017-2018	Energy savings Energy consumption Hotel operations data Technology analysis	Energy Energy Tourism Technology	The energy saving rate of the building envelopes and energy systems was 14% to 20% and 60% to 70% respectively. In terms of carbon emissions, the renovation project eliminated 947.55 tn of total CO2 emissions per year
149	G2	Bajracharya et al., 2020	Surveys (cross-sectional household surveys)	Kathmandu, Nepal		2018-2019	Energy consumption Distance in kms of the trips	Energy Tourism	The percentage of private vehicles, combining car and motorcycle, is 69.4%. Motorcycles are the most used, with 48.6%. Only 16.9% of work trips are made by PT, which is the combined share of all public vehicles (bus, minibus and

						Type of vehicle used for travel	Tourism	tempo). As for non-motorized travel, 13% of trips are made on foot and the lowest share is by bicycle, which is less than 1%.
						Population density	Social	
150	G4	Cirincione et al., 2020	ARERA, n ZEA	Italy	2016-2019	Administrative improvement of the energy accounting	Energy	The adoption of the proposed efficiency interventions, although not specifically defined for the agritourism context, contributed to moving both structures towards a Near Zero Energy path.
						Hotel operations data	Tourism	
151	G3	Chaiyat et al., 2019	LCA	Thailand	2018	Energy consumption	Energy	In the new 3E and 4E models, the levelized energy and exergy costs per life cycle assessment were found to be approximately 0.002 USD pt/kw2 and 0.008 USDP t/kv2, respectively
						Improvements to hotel air-conditioning systems	Tourism	
152	G2	Diaz Torres et al., 2020	Hotel operations data and surveys	Global	2015-2016	Energy consumption per capita	Energy	Ventilation and air conditioning (HVAC), where 30-50% of energy is consumed. The inclusion of photovoltaic projects saves up to 30% of electricity and 60% of gas consumption
						Hotel operations data	Tourism	
						Technology analysis	Technology	
153	G3	Kitamura et al., 2020	LCA and analysis input-output	Japan	2017	Carbon footprint	Environmental	The impacts are in the following order: Air transport 24.7%, Petrol (direct emissions) 16.9%, Accommodation 9.8%, Food and Beverages 7.5%, Petrol 6.1%, Textiles 5.3%, Food 4.9%, Confectionery 4.8%, Rail transport 3.9%, Cosmetics 1.9% and Footwear 1.8%.
						Tourism development	Tourism	
						Co2	Environmental	
						Energy consumption	Energy	
154	G1	Lou et al., 2021	Hydrothermal transfer model	China	2017-2018	Energy consumption	Energy	SPSS software was used to analyses the correlation and significance of the impact of the heating method on the energy consumption of the buildings, and the experimental results verified the rationality and effectiveness of the proposed energy consumption assessment and energy saving management method
						Hotel operations data	Tourism	
						Analysis of hotel technology	Technology	
						Electrical intensity	Energy	
						Productivity	Economic	
155	G1	Bianco, 2019	Index decomposition analysis (IDA-LMDI), EUROSTAT data	Italy	1995-2017	Turnover	Tourism	11 TWh of electricity consumption in the period 1995-2017 due to the increase in the number of structures to be attached to other hospitality structures. This translates into an increase of 38%.
						Accommodation structure	Tourism	
						Average hotel size	Tourism	
						Hotel share	Tourism	

						Total number of accommodation structures	Tourism	
156	G1	Lee et al., 2021	SDA. The typical matrix balance equation (Eq. (1)) and Leontief inverse square matrix (Eq. (2)) are required in the IO table analysis for the top-down approach, and are given as follows.	China	2012-2017	Tourist water footprint	Environmental	
						Ecological footprint of tourism.	Environmental	The structure decomposition analysis revealed that the growth of total water and energy consumption of tourism in China is mainly due to the growth of total tourism expenditure, i.e. the scale effect. The same is the case for the food supply cluster associated with the Chinese tourism industry
157	G1	Pablo Romero et al., 2019b	Decomposition analysis based on log-mean Divisia index method (LMDI I)	Denmark, France, Germany, Italy, Netherlands, Portugal, Spain, Sweden, and the United Kingdom	2004-2012	Energy intensity	Energy	
						Physical capital intensity	Others	Energy intensity ← Electricity consumption. Physical capital intensity → Electricity consumption. Ratio of physical and human capital → Electricity consumption. Human capital intensity → Electricity consumption. Tourism → Electricity consumption
						Pilgrimage tourism	Tourism	
						Human capital intensity	Others	
						The tourism factor	Tourism	
158	G3	Salehi et al., 2021	Life cycle energy analysis (LCEA), on-site data collection and interviews with managers	Iran	2016-2017	Energy consumption	Energy	Luxury hotels in Iran consume up to 3-4 times more energy and 7 times more carbon than similar hotels examined in previous research. The low cost of fossil fuels, international trade sanctions and the lack of government and corporate energy conservation targets discourage Iranian hoteliers from mitigating their carbon footprint
						Hotel operations data	Tourism	
159	G1	Smitt et al., 2021	Hotel energy data has been collected through various web-based monitoring services, such as the IWMAC software	Norway and Sweden	2015-2019	Energy consumption	Energy	The results reveal that 70% of the hotels have an average annual energy consumption between 150 and 250 kWh/m ² . A shift towards sustainable energy sources is observed in hotels from 2015 to 2019, where the application and overall consumption of district heating and cooling has increased, while electricity consumption has decreased
						Hotel operations data	Tourism	
						Analysis of hotel technology	Technology	
160	G3	Tang et al., 2017	LCA + IDA (Index Decomposition Analysis), LMDI method	Wulingyuan, China	1979-2010	Tourism development	Tourism	
						Co2	Environmental	The research results showed that growth in the scale of tourists and the scale of tourism production result in rapid growth in carbon emissions
						Energy consumption	Energy	
						Energy consumption	Energy	
161	G2	Yoon et al., 2021	Collection of statistical data from hotels and interviews with hotel managers. Non-parametric correlation analysis model	Benidorm, Spain	2017-2018	Water consumption	Environmental	A strong correlation has been found between water and non-renewable energy consumption despite the presence of solar panels in hotels. Hotels with large restaurants (>250 seats) had higher water and energy consumption
						Tourism development	Tourism	

162	G1	Zhang & Chen, 2021	SBM-DEA three-stage model	13 countries RCEP	2000- 2015	Capital Labor Energy consumption GDP Co2 Industrial structure Urbanization Energy structure Trade Government efficiency Tourism revenues Energy consumption	Economic Social Energy Economic Environmental Others Others Energy Economic Political and Institutions Tourism Energy	The average energy efficiency of developed countries is higher than that of developing countries. The development of the tourism industry has unexpectedly reduced energy efficiency. The development of the tourism industry has unexpectedly reduced energy efficiency
163	G1	Zhang et al., 2021	Quantitative analysis of energy data	Macao, Italy, USA, Japan and Brazil	2019- 2020	Tourism development Co2 Covid-19	Tourism Environmental Others	COVID-19 → Lower energy consumption → Carbon emission reduction

Tabla A3. Lista de comprobación de la metodología PRISMA desarrollo turístico, crecimiento económico, energía y degradación ambiental.

Sección y tema	Nº	Comprobación de apartados	Localización donde se encuentra el apartado
1) Título			
Título	1	Identifica el informe como una revisión sistemática.	Pág. 102
2) Resumen			
Resumen	2	Proporcionar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuentes de datos; criterios de elegibilidad del estudio, participantes e intervenciones; métodos de evaluación y síntesis de estudios; resultados; limitaciones; Conclusiones e implicaciones de los hallazgos clave.	Pág. 102
3) Introducción			
Justificación	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto de los conocimientos existentes.	Pág. 102
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de los objetivos o preguntas que la revisión desea contestar	Pág. 102
4. Metodología			
Criterios de elegibilidad	5	Especifique los criterios de inclusión y exclusión para la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.	Págs. 102-104
Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencia y otras fuentes buscadas o consultadas para identificar estudios. Especifique la fecha en la que se buscó o consultó por última vez cada fuente	Pág. 105
Estrategia de búsqueda	7	Presentar las estrategias de búsqueda completas para todas las bases de datos, registros y sitios web, incluidos los filtros y los límites utilizados	Pág. 105
Proceso de selección	8	Especifique los métodos utilizados para decidir si un estudio cumplía los criterios para la inclusión de la revisión, incluidos cuántos revisores examinaron cada registro y cada informe recuperado, si trabajaron de forma independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	Pág. 105
Proceso de recolección de datos	9	Especifique los métodos utilizados para recopilar los datos de los estudios, incluido el número de revisores que recopilaron datos de cada informe, si trabajaron de forma independiente, los procesos para obtener o confirmar datos de los investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	Págs. 105-106.
Lista de datos	10a	Enumerar y definir todos los resultados para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados admitidos por cada dominio de resultados en cada estudio (por ejemplo, para todas las medidas, puntos de tiempo, análisis) y, si no, los métodos utilizados para decidir qué resultados recopilar.	Pág. 106
	10b	Enumerar y definir todas las demás variables para las que se solicitaron datos (por ejemplo, características de participante e intervención, fuentes de financiación). Describa cualquier suposición hecha sobre cualquier información que falte o no esté clara.	Pág. 107
Estudio y valoración del riesgo de sesgo	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios incluidos, incluidos los detalles de las herramientas utilizadas, cuántos revisores evaluaron cada estudio y si trabajaron de forma independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso	Pág. 108
Medidas de efecto	12	Especifique para cada resultado como se midió el efecto (por ejemplo, relación de riesgo, diferencia media) utilizadas en la síntesis o presentación de resultados.	
	13a	Describa los procesos utilizados para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis.	Págs. 105-106
Métodos de síntesis	13b	Describir los métodos necesarios para preparar los datos para la presentación o síntesis, como el manejo de las estadísticas de resumen que faltan o las conversiones de datos.	n/a
	13c	Describir cualquier método utilizado para tabular o mostrar visualmente los resultados de estudios individuales y síntesis.	Pág. 115
	13d	Describir los métodos utilizados para sintetizar resultados y proporcionar justificación para las opciones. Si se realizó un metanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística y los paquetes de software utilizados.	Pág. 115
	13e	Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de la heterogeneidad entre los resultados del estudio.	Pág. 106

Evaluación del sesgo de evaluación	13f	Describir los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la fuerza de los resultados sintetizados.	n/a
	14	Describa cualquier método utilizado para evaluar el riesgo de sesgo debido a la falta de resultados en una síntesis (que surge de sesgos en la notificación).	n/a
Evaluación de certeza	15	Describa cualquier método utilizado para evaluar la certeza (o confianza) en el conjunto de evidencia de un resultado.	n/a
5. Resultados			
Selección de los estudios	16a	Describir los resultados del proceso de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo (consulte la figura 1).	Pág. 106
	16b	Citar estudios que cumplieran muchos criterios de inclusión, pero no todos ('casi perdidos') y explicar por qué fueron excluidos.	Pág. 106
Características de los estudios	17	Citar cada estudio incluido y muestre sus características.	Pág. 109
Riesgo de sesgo en los estudios	18	Evaluación actual del riesgo de sesgo para cada estudio que se incluyó en la revisión	n/a
Resultados de estudios individuales	19	Para los resultados de cada estudio: a) estadísticas resumidas para cada grupo (cuando proceda) y b) una estimación de efectos y su precisión (por ejemplo, confianza/intervalo creíble), idealmente utilizando tablas o gráficas estructuradas.	Pág. 114
	20a	Para cada combinación o síntesis, resume brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios	Pág. 115
Resultados de la síntesis	20b	Presentar los resultados de todas las combinaciones o síntesis estadísticas realizadas. Si se realizó un metanálisis, presente para cada estimación de resumen y su precisión (por ejemplo, confianza/intervalo creíble) y medidas estadísticas de heterogeneidad. Si compara grupos, describa la dirección del efecto.	Pág. 155
	20c	Presentar resultados de toda la investigación de posibles causas de heterogeneidad entre los resultados del estudio	Págs. 119-127
	20d	Presentar los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la solidez de los resultados combinados.	Págs. 119-127
Reportando sesgos	21	Evaluaciones actualizadas de los riesgos de sesgo debido a la falta de resultados (derivados de sesgos de notificación) para cada combinación evaluada.	n/a
Certeza de la evidencia	22	Proporcione evaluaciones de certeza (o confianza) en el cuerpo de prueba de cada resultado evaluado	Pág. 128
6. Discusión			
	23a	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras pruebas.	Pág. 128
Discusión	23b	Discuta cualquier limitación de la evidencia incluida en el examen.	Pág. 126
	23c	Discutir las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	Pág. 126
	23d	Discutir las implicaciones de los resultados para la práctica, la política y la investigación future.	Pág. 128
7. Otra información			
Registro y protocolo	24a	Proporcione información del registro de la revisión, incluido el nombre del registro y el número de registro, o indique que la revisión no se registró.	
	24b	Indique dónde se puede acceder al protocolo de revisión o indique que no se ha preparado un protocolo.	Págs. 102-128
	24c	Describir y explicar cualquier cambio en la información proporcionada en el registro o protocolo	Págs. 102-128
Apoyo	25	Describa las fuentes de apoyo financiero o no financiero para su revisión, y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	n/a
Conflicto de intereses competitivos	26	Declarar cualquier conflicto de interés de los autores de las revisiones.	n/a
Disponibilidad de datos, código y otros materiales	27	Informe cuáles de las siguientes opciones están disponibles públicamente y dónde se pueden encontrar: formularios de recopilación de datos de plantilla; datos extraídos de estudios incluidos; datos utilizados para todos los análisis; código analítico; cualquier otro material utilizado en la revisión.	n/a

Anexo VI. Material adicional punto 3.3. Energía, turismo y decrecimiento.

Tabla B1. Numeración de artículos revisados y grupos de trabajo (G1 = Buen vivir, Turismo sostenible y movimientos sociales; G2 = Turismo y Covid-19, decrecimiento y medio ambiente; G3 = Turismo y capitalismo, turismo como derecho fundamental y estudios de turismo; G4 = Overtourism, turismo estacionario, peak oil y transporte).

Nº	Referencia	Grupo
1	Adityanandana, M. & Gerber, J. F. (2019). Post-growth in the Tropics? Contestations over Tri Hita Karana and a tourism megaproject in Bali. <i>Journal of Sustainable Tourism</i> , Vol. 27(12), 1839-1856. https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1666857	G1
2	Armstrong, J. & Preston, J. (2011). Alternative railway futures: growth and/or specialisation?. <i>Journal of Transport Geography</i> , Vol. 19(6), 1570-1579. https://doi.org/10.10106/j.trangeo.2011.03.012	G4
3	Becken, S. (2008). Developing indicators for managing tourism in the face of peak oil. <i>Tourism Management</i> , Vol. 29(4), 695-705. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2007.07.012	G4
4	Becken, S. (2015). Peak Oil: a hidden issue? Social representations of professional tourism perspectives. <i>Journal of Sustainable Tourism</i> , Vol. 24(1), 31-51. https://doi.org/10.1080/09669582.2015.1042484	G4
5	Becken, S. (2016). Evidence of a low-carbon tourism paradigm?. <i>Journal of Sustainable Tourism</i> , Vol. 25(6), 1-19. https://doi.org/10.1080/09669582.2016.1251446	G1
6	Blazquez-Salom, M., Blanco-Romero, A., Vera-Rebollo, F. & Ivars-Baidal, J. (2019). Territorial tourism planning in Spain: from boosterism to tourism degrowth?. <i>Journal of Sustainable Tourism</i> , Vol. 27(270), 1-22. https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1675073	G2
7	Boluk, K., Cavaliere, C. T. & Higgins-Desbiolles, F. (2019). A critical framework for interrogating the United Nations Sustainable Development Goals 2030 Agenda in tourism. <i>Journal of Sustainable Tourism</i> , Vol. 27(3), 1-18. https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1619748	G1
8	Boluk, K., Higgins-Desbiolles, F., Krolikowski, C., Wijesinghe, G. & Carnicelli-Filho, S. (2020). Rethinking tourism: Degrowth and equity rights in developing community-centric tourism. <i>Journal of Sustainable Tourism</i> , Vol. 27(4), 1-12. https://doi.org/10.1080/09669531.2020.1508637	G2
9	Butcher, J. (2021a). Covid-19, tourism and the advocacy of degrowth. <i>Tourism Recreation Research</i> , Vol. 48(3), 1-10. https://doi.org/10.1080/02508281.2021.1953306	G2
10	Butcher, J. (2021b). Debating tourism degrowth post COVID-19. <i>Ann. Tour. Res.</i> , Vol. 89, 103250. https://doi.org/10.1016/j.annals.2021.103250	G2
11	Wright, K. A., Kelman, I. & Dodds, R. (2021). <i>Ann Tour Res.</i> , Vol. 89, 103070. https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.103070	G3
12	Cakar, K. & Uzut, I. (2020). Exploring the stakeholder's role in sustainable degrowth within the context of tourist destination governance: the case of Istanbul, Turkey. <i>Journal of Travel & Tourism Marketing</i> . Vol. 37(6), 1-16. https://doi.org/10.1080/10548408.2020.1782307	G2
13	Chakraborty, A. (2021). Can tourism contribute to environmentally sustainable development? Arguments from an ecological limits perspective. <i>Environment, Development and Sustainability: A Multidisciplinary Approach to the Theory and Practice of Sustainable Development</i> , Springer, Vol. 23(6), 8130-8146. https://doi.org/10.1007/s10668-020-00987-5	G2
14	Chassagne, N. & Everingham, P. (2019). Buen Vivir: Degrowing extractivism and growing wellbeing through tourism. <i>Journal of Sustainable Tourism</i> , Vol. 27(12), 1-17. https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1660668	G1
15	Cheung, K. S. W. & Li, L. H. (2019). Understanding visitor-resident relations in overtourism: developing resilience for sustainable tourism. <i>Journal of Sustainable Tourism</i> , Vol. 27(1), 1-20. https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1606815	G4
16	Everingham, P. & Chassagne, N. (2020). Post COVID-19 ecological and social reset: moving away from capitalist growth models towards tourism as Buen Vivir. <i>Tourism Geographies</i> , Vol. 22(6), 1-12. https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1762119	G1
17	Fletcher, R., Murray, I., Asunción-Blanco, M. & Blazquez-Salom, M. (2019). Tourism and degrowth: an emerging agenda for research and praxis. <i>Journal of Sustainable Tourism</i> , Vol. 27(4), 1745-1763. https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1679822	G2

- 18 Fletcher, R., Blanco-Romero, A., Blázquez-Salom, M., Cañada, E., Murray, I. & Sekulova, F. (2021). Pathways to post-capitalist tourism. *Tourism Geographies*, Vol. 25(2-3), 707-728. <https://doi.org/10.1080/14616688.2021.1965202> G3
- 19 Gascón, J. (2019). Tourism as a right: a “frivolous claim” against degrowth?. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 27(729), 1-14. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1666858> G3
- 20 Ghaderi, Z., Hall, C. M. & Ryan, C. (2022). Overtourism, residents and Iranian rural villages: Voices from a developing country. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, Vol. 37(15), 100487. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2022.100487> G4
- 21 Glazebrook, G. & Rickwood, P. (2008). Options for Reducing Transport Fuel Consumption and Greenhouse Emissions for Sydney. *Built Environment*, Vol. 34(3), 349-363. <https://doi.org/10.2148/benv.34.3.349> G4
- 22 Gursoy, T. (2020). Old Kids on the New Block: Engaging Civil Society in Tourism Degrowth. *Almatourism Journal of Tourism Culture and Territorial Development*, Vol. 11(21), 1-22. <https://doi.org/10.6092/issn.2036-5195/10109> G2
- 23 Hall, C. M. (2009). Degrowing Tourism: Decroissance, Sustainable Consumption and Steady-State Tourism. *Anatolia*, Vol. 20(1), 46-61. <https://doi.org/10.1080/13032917.2009.10518894> G2
- 24 Hall, C. M. (2015). Changing Paradigms and Global Change: From Sustainable to Steady-state Tourism. *Tourism Recreation Research*, Vol. 35(2), 131-143. <https://doi.org/10.1080/02508281.2010.11081629> G4
- 25 Hall, C. M. (2011). Policy learning and policy failure in sustainable tourism governance: From first-and second- order to third-order change?. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 19(4-5), 649-671. <https://doi.org/10.1080/09669582.2011.555555> G1
- 26 Hall, C. M. & Wood, K. J. (2021). Demarketing Tourism for Sustainability: Degrowing Tourism or Moving the Deckchairs on the Titanic?. *Sustainability*, Vol. 13(3), 1585. <https://doi.org/10.3390/su13031585> G2
- 27 Higgins-Desbiolles, F., Carnicelli, S., Krolkowski, C., Wijesinghe, G. & Boluk, K. (2019) Degrowing tourism: rethinking tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 27(12), 1926-1944. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1601732> G2
- 28 Higgings-Desbiolles, F (2022). Subsidiarity in tourism and travel circuits in the face of climate crisis. *Current Issues In Tourism*, Vol. 26(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/13683500.2022.2116306> G1
- 29 Jovicic, D. (2012). The influence of environment and energy macro surroundings on the development of tourism in the 21st century. *Coll Antropol*. Vol. 36(2), 697-704. PMID: 22856267. G2
- 30 Kaza, N. Knaap, G. J., Knaap, I. & Lewis, R. (2011). Peak Oil, Urban Form, and Public Health: Exploring the Connections. *Am J Public Health*, Vol. 101(9), 1598-1606. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2011.300192> G4
- 31 Krumdieck, S. & Page, Shannon, D. A. (2010). Urban form and long-term fuel supply decline: A method to investigate the peak oil risks to essential activities. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, Vol. 44(5), 306-322. G4
- 32 Krumdieck, S. (2011). Transition Engineering of Urban Transportation for Resilience to Peak Oil Risks. ASME 2011. *Journal of International Mechanical Engineering*, Vol. 12(1), 1-7. <https://doi.org/10.1115/IMECE2011-65836> G4
- 33 Leigh, J. (2011). New tourism in a new society arises from “Peak Oil”. *Tourismos*, Vol. 6(1), 165-191. ISSN:1790-8418 G4
- 34 Logar, I & van den Bergh, J. C. M. (2013). The impact of peak oil on tourism in Spain: An input–output analysis of price, demand and economy-wide effects. *Energy*, Vol. 54(1), 155-166. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.01.072> G4
- 35 Majdak, P. & Martins de Almeida, A. M. (2022). Pre-Emptively Managing Overtourism by Promoting Rural Tourism in Low-Density Areas: Lessons from Madeira. *Sustainability*, Vol. 14(2), 757. <https://doi.org/10.3390/su14020757> G4
- 36 Mansilla-López, J. A. & Hughes, N. (2021) In two years we will not remember the pandemic. Discourse analysis on tourism decrease in Barcelona. *Barataria, Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, Vol. 30, 30-52. <https://doi.org/10.20932/barataria.v0i30.623> G1
- 37 Milano, C. Novelli, M. & Cheer, J. M. (2019). Overtourism and degrowth: a social movements perspective. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 27(13), 1857-1875. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1650054> G4
- 38 Mínguez, C., Blanco-Romero, A. & Blázquez-Salóm, M. (2022). COVID-19 as a stimulus for growth? The Spanish journalistic treatment of tourism during confinement. *Cogent Social Sciences*, Vol. 8(1), 2137274. <https://doi.org/10.1080/23311886.2022.2137274> G2
- 39 Muler, V. & Galí, N. (2020). How do degrowth values in tourism influence the host–guest exchange? An exploratory analysis in small towns in the rurality. *Journal of Tourism and Cultural Change*, Vol. 19(3), 1-20. <https://doi.org/10.1080/14766825.2020.1832103> G2
- 40 Navarro-Jurado, E., Romero-Padilla, Y., Romero-Martínez, J. M., Serrano-Muñoz, E., Habegger, S. & Mora, R. (2019). Growth machines and social movements in mature tourist destinations Costa del Sol-Málaga. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 27(7), 1-18. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1677676> G1

- 41 Oklevik, O., Gössling, S., Hall, C. M. Jacobsen, J. K., Grotte, I. P. & McCabe, S. (2019). Overtourism, optimisation, and destination performance indicators: a case study of activities in Fjord Norway. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 27(12), 1804-1824. <https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1533020> G4
- 42 Panzaer-Krause, S. (2017). Un-locking unsustainable tourism destination paths: The role of voluntary compliance of tourism businesses with sustainability certification on the island of Rügen. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie*, Vol. 61(3-4), 174-190. <https://doi.org/10.1515/zfw-2017-0013> G1
- 43 Panzer-Krause, S. (2018). Networking towards sustainable tourism: innovations between green growth and degrowth strategies. *Regional Studies*, Vol. 53(7), 927-938. <https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1508873> G1
- 44 Perkumienė, D. & Pranskuniene, R. (2019). Overtourism: Between the Right to Travel and Residents' Rights. *Sustainability*, Vol. 11(7), 2138. <https://doi.org/10.3390/su11072138> G4
- 45 Prïdeaux, B. (2013). Climate change and peak oil—two large-scale disruptions likely to adversely affect long-term tourism growth in the Asia Pacific. *Journal of Destination Marketing & Management*, Vol. 2(3), 132-136. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2013.08.001> G4
- 46 Renaud, L. (2020). Reconsidering global mobility – distancing from mass cruise tourism in the aftermath of COVID-19. *Tourism Geographies*, Vol. 22(18), Routledge, <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1762116> G4
- 47 Renkert, S. (2019). Community-owned tourism and degrowth: a case study in the Kichwa Añangu community. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 27(12), 1-16. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1660669> G2
- 48 Saville, S. (2022). Valuing time: Tourism transitions in Svalbard. *Polar Record*, Vol. 58(11), 1-13. <https://doi.org/10.1017/S0032247422000055> G1
- 49 Syfi, S., Hall, C. M. & Saarinen, J. (2022). Rethinking sustainable substitution between domestic and international tourism: a policy thought experiment. *Journal of Policy Research in Tourism, Leisure and Events*, Vol. 5(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/19407963.2022.2100410> G1
- 50 Sharpley, R. (2021). Tourism and Development Theory: Which Way Now?. *Tourism Planning and Development*, Vol. 19(2), 1-12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/21568316.2021.2021475> G2
- 51 Valdivielso-Navarro, J. & Moranta, J. (2019). The social construction of the tourism degrowth discourse in the Balearic Islands. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 27(4), 1-17. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1660670> G2
- 52 Vogler, R. J. (2021). Revenge and catch-up travel or degrowth? Debating tourism Post COVID-19. *Annals of Tourism Research*, Vol. 93(2-3), 103272. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2021.103272> G2
- 53 Watcharasukarn, M., Page, S. & Krumdieck, S. (2012). Virtual reality simulation game approach to investigate transport adaptive capacity for peak oil planning. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, Vol. 46(2), 348-367. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.10.003> G4
- 54 Wegerer, P. K. & Nadegger, M. (2020). It's time to act! Understanding online resistance against tourism development projects. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 31(2), 425-441. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1853761> G4
- 55 Wiersma, J., Bertolini, L. & Straatemeier, T. (2016). Adapting spatial conditions to reduce car dependency in mid-sized 'post growth' European city regions: The case of South Limburg, Netherlands. *Transport Policy*, Vol. 55, 62-69. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.12.004> G2
- 56 Higgins-Desbiolles, F. (2020). The “war over tourism”: challenges to sustainable tourism in the tourism academy after COVID-19. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 24(4), 551-569. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1803334> G3
- 57 Stankov, U., Filimonau, V. & Vujici, M. D. (2020). A mindful shift: an opportunity for mindfulness-driven tourism in a post-pandemic world. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 703-712. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1768432> G1
- 58 Haywood, M. (2020). A post-COVID future: tourism community re-imagined and enabled. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 1-11. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1762120> G2
- 59 Cooper, J. A. & Alderman, D. H. (2020). Cancelling March Madness exposes opportunities for a more sustainable sports tourism economy. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 525-535. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1759135> G3
- 60 Niewiadomski, P. (2020). COVID-19: from temporary de-globalisation to a re-discovery of tourism?. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 1-6. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1757749> G2
- 61 Carr, A. (2020). COVID-19, indigenous peoples and tourism: a view from New Zealand. *Tourism Geographies*, Vol. 22(2), 1-12. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1768433> G2
- 62 Mostafanezhad, M. (2020). Covid-19 is an unnatural disaster: Hope in revelatory moments of crisis. *Tourism Geographies*, Vol. 22(15), 1-7. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1763446> G2
- 63 Galvani, A., Lew, A. & Sotelo-Pérez, M. (2020). COVID-19 is expanding global consciousness and the sustainability of travel and tourism. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 1-10. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1760924> G2

- 64 Tremblay-Huet, S. (2020). COVID-19 leads to a new context for the “right to tourism”: a reset of tourists’ perspectives on space appropriation is needed. *Tourism Geographies*, Vol. 22(4), 266-269. <https://doi.org/10.4324/9781003223252-28> G2
- 65 Pernecky, T. (2020). Critical tourism scholars: brokers of hope. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 1-10. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1760925> G3
- 66 Crossley, E. (2020). Ecological grief generates desire for environmental healing in tourism after COVID-19. *Tourism Geographies*, Vol. 22(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1759133> G2
- 67 Zhanjing, Z., Chen, P. J. & Lew, A. (2020). From high-touch to high-tech: COVID-19 drives robotics adoption. *Tourism Geographies*, Vol. 22(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1762118> G2
- 68 Edelman, J. R. (2020). How should tourism education values be transformed after 2020?. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 1-8. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1760927> G3
- 69 Cheer, J. M. (2020). Human flourishing, tourism transformation and COVID-19: a conceptual touchstone. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 66-69. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1765016> G2
- 70 Prideaux, B., Thompson, M. & Pabel, A. (2020). Lessons from COVID-19 can prepare global tourism for the economic transformation needed to combat climate change. *Tourism Geographies*, Vol. 22(1), 1-12. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1762117> G2
- 71 Hall, C. M., Scott, D. & Gössling, S. (2020). Pandemics, transformations and tourism: be careful what you wish for. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 577-598. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1759131> G2
- 72 Everingham, P. & Chassagne, N. (2020). Post COVID-19 ecological and social reset: moving away from capitalist growth models towards tourism as Buen Vivir. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 555-566. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1762119> G2
- 73 Lapointe, D. (2020). Reconnecting tourism after COVID-19: the paradox of alterity in tourism áreas. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 633-638. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1762115> G3
- 74 Cave, J. & Dredge, D. (2020). Regenerative tourism needs diverse economic practices. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 1-11. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1768434> G1
- 75 Brouder, P. (2020). Reset redux: possible evolutionary pathways towards the transformation of tourism in a COVID-19 world. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 1-7. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1760928> G1
- 76 Higgins-Desbiolles, F. (2020). Socialising tourism for social and ecological justice after COVID-19. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 610-623. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1757748> G2
- 77 Ioannides, D. & Gyimóthy, S. (2020). The COVID-19 crisis as an opportunity for escaping the unsustainable global tourism path. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 1-9. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1763445> G2
- 78 Romagosa, F. (2020). The COVID-19 crisis: Opportunities for sustainable and proximity tourism. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 690-694. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1763447> G2
- 79 Tomassini, L. & Cavagnaro, E. (2020). The novel spaces and power-geometries in tourism and hospitality after 2020 will belong to the ‘local’. *Tourism Geographies*, Vol. 22(2), 1-7. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1757747> G3
- 80 Rowen, I. (2020). The transformational festival as a subversive toolbox for a transformed tourism: lessons from Burning Man for a COVID-19 world. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 1-8. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1759132> G1
- 81 Ateljevic, I. (2020). Transforming the (tourism) world for good and (re)generating the potential ‘new normal’. *Tourism Geographies*, Vol. 22(2013), 1-9. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1759134> G1
- 82 Nepal, S. (2020). Travel and tourism after COVID-19 – business as usual or opportunity to reset?. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 1-5. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1760926> G2
- 83 Lew, A., Cheer, J. M., Haywood, M. & Salazar, N. B. (2020). Visions of travel and tourism after the global COVID-19 transformation of 2020. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 455-466. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1770326> G2
- 84 Benjamin, S., Dillette, A. & Alderman, D. H. (2020). "We can't return to normal": committing to tourism equity in the post-pandemic age. *Tourism Geographies*, Vol. 22(3), 476-483. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1759130> G2
- 85 Karst, H. (2020). “This is a holy place of Ama Jomo”: buen vivir , indigenous voices and ecotourism development in a protected area of Bhutan. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 25(6), 1-17. <https://doi.org/10.1080/09669582.2016.1236802> G1
- 86 Fisher, J. (2018). Nicaragua's Buen Vivir: a strategy for tourism development?. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 27(4), 452-471. <https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1457035> G1

- 87 Pirillo-Ramos, S. & Mundet, L. (2021). Tourism-phobia in Barcelona: dismantling discursive strategies and power games in the construction of a sustainable tourist city. *Journal of Tourism and Cultural Change*, Vol. 19(1), 113-131. <https://doi.org/10.1080/14766825.2020.1752224> G4
- 88 Howson, P. (2020). Degrowth and the Blue Belt: Rethinking marine conservation in the British Overseas Territories. *Ocean Coast Manag.* Vol. 196, 105290. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105290> G2
- 89 Vandeventer, J. S. & Lloveras, J. (2020). Organizing degrowth: The ontological politics of enacting degrowth in OMS. *Organization*, Vol. 28(3), 358-379. <https://doi.org/10.1177/1350508420975662> G2
- 90 Blanco-Romero, A., Blázquez-Salom, M., Morell, M., & Fletcher, R. (2019). Not tourism-phobia but urban-philia: understanding stakeholders' perceptions of urban touristification. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, Vol. 83, 2834, 1–30. <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2834> G4
- 91 Murphy, M. P. (2013). Translating Degrowth into Contemporary Policy Challenges: A Symbiotic Social Transformation Strategy. *Irish Journal of Sociology*, Vol. 21(2), 76-89. <https://doi.org/10.7227/IJS.21.2.6> G2
- 92 Meana-Acebedo, R. (2016). Decrecimiento y turismo: el papel del sector turístico en la extralimitación planetaria. La necesidad de un cambio de modelo puesto al día. *Journal of Tourism and Cultural Change*, Vol. 14(2), 1-8. <https://doi.org/10.0866581.2016.175842> G2
- 93 Higgins-Desbiolles, F. & Everingham, P. (2022). Degrowth in tourism: advocacy for thriving not diminishment, *Tourism Recreation Research*, Vol. 47(1), 62-77. <https://doi.org/10.1080/02508281.2022.2079841> G2
- 94 Fitzpatric, N., Timothée, P. & Cosme, I. (2022). Exploring degrowth policy proposals: A systematic mapping with thematic synthesis. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 365, 132764. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132764> G2
-

Tabla B2. Indicador de calidad de los artículos seleccionados para la muestra turismo y decrecimiento.

Nº Art.	TRATA SOBRE TURISMO Y DECRECIMIENTO				ESTÁ REVISADO POR PARES			TIENE PROPUESTAS CONCRETAS TUR/DEC				TIENE ESTUDIO DE CASO				RESPONDE A ALGUNO DE LOS 4 OBJETIVOS				TOTAL
	SI (1)	PARCIALMENTE (0.5)	NO (0)	TOTAL	SI (1)	NO (0)	TOTAL	SI (1)	PARCIALMENTE (0.5)	NO (0)	TOTAL	SI (1)	PARCIALMENTE (0.5)	NO (0)	TOTAL	SI (1)	PARCIALMENTE (0.5)	NO (0)	TOTAL	
1	1			1	1		1				1	1			1	1			1	5
2		0,5		0,5	1		1		0,5		0,5	1			1	1			1	4
3	1			1	1		1	1			1	1			1	1			1	5
4		0,5		0,5	1		1			0	0			0	0	1			1	2,5
5	1			1	1		1			0	0			0	0	1			1	3
6	1			1	1		1		0,5		0,5	1			1	1			1	4,5
7	1			1	1		1		0,5		0,5			0	0	1			1	3,5
8	1			1	1		1		0,5		0,5			0	0	1			1	3,5
9	1			1	1		1		0,5		0,5			0	0			0	0	2,5
10	1			1	1		1		0,5		0,5			0	0			0	0	2,5
11	1			1	1		1		0,5		0,5	1			1	1			1	4,5
12	1			1	1		1		0,5		0,5	1			1	1			1	4,5
13	1			1	1		1		0,5		0,5			0	0	1			1	3,5
14	1			1	1		1	1			1	1			1	1			1	5
15	1			1	1		1		0,5		0,5	1			1	1			1	4,5
16	1			1	1		1	1			1			0	0	1			1	4
17	1			1	1		1	1			1			0	0	1			1	4
18	1			1	1		1		0,5		0,5			0	0	1			1	3,5
19	1			1	1		1		0,5		0,5			0	0	1			1	3,5
20	1			1	1		1	1			1	1			1	1			1	5
21		0,5		0,5	1		1		0,5		0,5	1			1	1			1	4
22	1			1	1		1	1			1	1			1	1			1	5
23	1			1	1		1		0,5		0,5			0	0	1			1	3,5
24	1			1	1		1		0,5		0,5			0	0	1			1	3,5
25	1			1	1		1	1			1			0	0	1			1	4
26	1			1	1		1		0,5		0,5			0	0	1			1	3,5

27	1		1	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3,5
28	1		1	1	1	1		1		0	0	1	1	4
29	1		1	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3,5
30		0,5	0,5	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3
31		0,5	0,5	1	1		0,5	0,5	1		1	1	1	4
32		0,5	0,5	1	1		0,5	0,5	1		1	1	1	4
33	1		1	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3,5
34	1		1	1	1		0,5	0,5	1		1	1	1	4,5
35	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	5
36	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	5
37	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	5
38	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	5
39	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	5
40	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	5
41	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	5
42	1		1	1	1		0,5	0,5	1		1	1	1	4,5
43	1		1	1	1		0,5	0,5	1		1	1	1	4,5
44	1		1	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3,5
45	1		1	1	1		0,5	0,5	1		1	1	1	4,5
46	1		1	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3,5
47	1		1	1	1		0,5	0,5	1		1	1	1	4,5
48	1		1	1	1		0,5	0,5	1		1	1	1	4,5
49	1		1	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3,5
50	1		1	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3,5
51	1		1	1	1		0,5	0,5	1		1	1	1	4,5
52	1		1	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3,5
53		0,5	0,5	1	1		0,5	0,5	1		1	1	1	4
54	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	5
55		0,5	0,5	1	1		0,5	0,5	1		1	1	1	4
56	1		1	1	1	1		1		0	0	1	1	4
57	1		1	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3,5
58	1		1	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3,5
59	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	5
60	1		1	1	1		0,5	0,5		0	0	1	1	3,5

61	1		1	1		1	0,5		0,5	1			1	1		1	4,5		
62	1		1	1		1			0	0			0	0	1		1	3	
63	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
64	1		1	1		1				1			0	0	1		1	4	
65	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
66	1		1	1		1			0	0			0	0	1		1	3	
67	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
68	1		1	1		1			0	0			0	0	1		1	3	
69	1		1	1		1			0	0			0	0	1		1	3	
70	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
71	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
72	1		1	1		1				1			0	0	1		1	4	
73	1		1	1		1	0,5			0,5	1			1	1		1	4,5	
74	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
75	1		1	1		1			0	0			0	0	1		1	3	
76	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
77	1		1	1		1				1			0	0	1		1	4	
78	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
79	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
80	1		1	1		1			0	0			0	0	1		1	3	
81	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
82	1		1	1		1				1	1			1	1		1	5	
83		0,5		0,5	1		1	0,5		0,5			0	0	1		1	3	
84	1		1	1		1				1			0	0	1		1	4	
85	1		1	1		1				1	1			1	1		1	5	
86	1		1	1		1				1	1			1	1		1	5	
87	1		1	1		1	0,5			0,5	1			1	1		1	4,5	
88	1		1	1		1				1	1			1	1		1	5	
89		0,5		0,5	1		1			0	0			0	0	1		1	2,5
90	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
91	1		1	1		1				1			0	0	1		1	4	
92	1		1	1		1	0,5			0,5			0	0	1		1	3,5	
93	1		1	1		1			0	0			0	1			1	3	

94 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 4

Tabla B3. Lista de comprobación de la metodología PRISMA turismo y decrecimiento.

Sección y tema	Nº	Comprobación de apartados	Localización donde se encuentra el apartado
1) Título			
Título	1	Identifica el informe como una revisión sistemática.	Pág. 131
2) Resumen			
Resumen	2	Proporcionar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuentes de datos; criterios de elegibilidad del estudio, participantes e intervenciones; métodos de evaluación y síntesis de estudios; resultados; limitaciones; Conclusiones e implicaciones de los hallazgos clave.	Pág. 131
3) Introducción			
Justificación	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto de los conocimientos existentes.	Págs. 132
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de los objetivos o preguntas que la revisión desea contestar	Págs. 131
4. Metodología			
Criterios de elegibilidad	5	Especifique los criterios de inclusión y exclusión para la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.	Págs. 131-132
Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencia y otras fuentes buscadas o consultadas para identificar estudios. Especifique la fecha en la que se buscó o consultó por última vez cada fuente	Págs. 131
Estrategia de búsqueda	7	Presentar las estrategias de búsqueda completas para todas las bases de datos, registros y sitios web, incluidos los filtros y los límites utilizados	Págs. 132
Proceso de selección	8	Especifique los métodos utilizados para decidir si un estudio cumplía los criterios para la inclusión de la revisión, incluidos cuántos revisores examinaron cada registro y cada informe recuperado, si trabajaron de forma independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	Págs. 134
Proceso de recolección de datos	9	Especifique los métodos utilizados para recopilar los datos de los estudios, incluido el número de revisores que recopilaron datos de cada informe, si trabajaron de forma independiente, los procesos para obtener o confirmar datos de los investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	Págs. 131
Lista de datos	10a	Enumerar y definir todos los resultados para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados admitidos por cada dominio de resultados en cada estudio (por ejemplo, para todas las medidas, puntos de tiempo, análisis) y, si no, los métodos utilizados para decidir qué resultados recopilar.	Pág. 132
	10b	Enumerar y definir todas las demás variables para las que se solicitaron datos (por ejemplo, características de participante e intervención, fuentes de financiación). Describa cualquier suposición hecha sobre cualquier información que falte o no esté clara.	Pág. 131
Estudio y valoración del riesgo de sesgo	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios incluidos, incluidos los detalles de las herramientas utilizadas, cuántos revisores evaluaron cada estudio y si trabajaron de forma independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso	Pág. 134
Medidas de efecto	12	Especifique para cada resultado como se midió el efecto (por ejemplo, relación de riesgo, diferencia media) utilizadas en la síntesis o presentación de resultados.	137
Métodos de síntesis	13a	Describa los procesos utilizados para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis.	Pág. 138
	13b	Describir los métodos necesarios para preparar los datos para la presentación o síntesis, como el manejo de las estadísticas de resumen que faltan o las conversiones de datos.	Pág. 133

	13c	Describir cualquier método utilizado para tabular o mostrar visualmente los resultados de estudios individuales y síntesis.	Pág. 131 y 138
	13d	Describir los métodos utilizados para sintetizar resultados y proporcionar justificación para las opciones. Si se realizó un metanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística y los paquetes de software utilizados.	Pág. 131
	13e	Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de la heterogeneidad entre los resultados del estudio.	n/a
	13f	Describir los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la fuerza de los resultados sintetizados.	Pág. 142
Evaluación del sesgo de evaluación	14	Describa cualquier método utilizado para evaluar el riesgo de sesgo debido a la falta de resultados en una síntesis (que surge de sesgos en la notificación).	Pág. 142
Evaluación de certeza	15	Describa cualquier método utilizado para evaluar la certeza (o confianza) en el conjunto de evidencia de un resultado.	Pág. 142

5. Resultados

Selección de los estudios	16a	Describir los resultados del proceso de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo (consulte la figura 1).	Pág. 135-137
	16b	Citar estudios que cumplieran muchos criterios de inclusión, pero no todos ('casi perdidos') y explicar por qué fueron excluidos.	Pág. 135-137
Características de los estudios	17	Citar cada estudio incluido y muestre sus características.	Pág. 131-155
Riesgo de sesgo en los estudios	18	Evaluación actual del riesgo de sesgo para cada estudio que se incluyó en la revisión	Pág. 142
Resultados de estudios individuales	19	Para los resultados de cada estudio: a) estadísticas resumidas para cada grupo (cuando proceda) y b) una estimación de efectos y su precisión (por ejemplo, confianza/intervalo creíble), idealmente utilizando tablas o gráficas estructuradas.	Pág. 142
	20a	Para cada combinación o síntesis, resume brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios	Pág. 131-155
Resultados de la síntesis	20b	Presentar los resultados de todas las combinaciones o síntesis estadísticas realizadas. Si se realizó un metanálisis, presente para cada estimación de resumen y su precisión (por ejemplo, confianza/intervalo creíble) y medidas estadísticas de heterogeneidad. Si compara grupos, describa la dirección del efecto.	Pág. 142
	20c	Presentar resultados de toda la investigación de posibles causas de heterogeneidad entre los resultados del estudio	Pág. 131-155
	20d	Presentar los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la solidez de los resultados combinados.	Pág. 150-155
Reportando sesgos	21	Evaluaciones actualizadas de los riesgos de sesgo debido a la falta de resultados (derivados de sesgos de notificación) para cada combinación evaluada.	Pág. 142
Certeza de la evidencia	22	Proporcione evaluaciones de certeza (o confianza) en el cuerpo de prueba de cada resultado evaluado	Pág. 142

6. Discusión

	23a	Proporcione una interpretación general de los resultados en el contexto de otras pruebas.	Pág. 150-155
Discusión	23b	Discuta cualquier limitación de la evidencia incluida en el examen.	Pág. 131
	23c	Discutir las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	Pág. 131-132
	23d	Discutir las implicaciones de los resultados para la práctica, la política y la investigación futura.	Pág. 132

7. Otra información

Registro y protocolo	24a	Proporcione información del registro de la revisión, incluido el nombre del registro y el número de registro, o indique que la revisión no se registró.	
	24b	Indique dónde se puede acceder al protocolo de revisión o indique que no se ha preparado un protocolo.	n/a
	24c	Describir y explicar cualquier cambio en la información proporcionada en el registro o protocolo.	n/a
Apoyo	25	Describa las fuentes de apoyo financiero o no financiero para su revisión, y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	n/a
Conflicto de intereses competitivos	26	Declarar cualquier conflicto de interés de los autores de las revisiones.	n/a

Disponibilidad de datos, código y otros materiales	27	Informe cuáles de las siguientes opciones están disponibles públicamente y dónde se pueden encontrar: formularios de recopilación de datos de plantilla; datos extraídos de estudios incluidos; datos utilizados para todos los análisis; código analítico; cualquier otro material utilizado en la revisión.	n/a
--	----	---	-----
