¿Cómo citar?

Delgado Castro, R. (2026). Clasificación de patrones de consumo petrolero en 58 países mediante clúster jerárquico: tendencias globales y contexto de Costa Rica (2019–2023). *Revista Innovación Universitaria*, *8*, 124-165. https://doi.org/10.64312/v76tz933

INNOVACIÓN UNIVERSITARIA
ISSN: 2953-7606
Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

CLASIFICACIÓN DE PATRONES DE CONSUMO PETROLERO EN 58 PAÍSES MEDIANTE CLÚSTER JERÁRQUICO: TENDENCIAS GLOBALES Y CONTEXTO DE COSTA RICA (2019–2023)

CLASSIFICATION OF OIL CONSUMPTION PATTERNS IN 58 COUNTRIES BY HIERARCHICAL CLUSTER: GLOBAL TRENDS AND CONTEXT OF COSTA RICA (2019–2023)

DOI: https://doi.org/10.64312/v76tz933

Roberto Delgado Castro, Lic.
rdelgadoc@edu.uia.ac.cr
Universidad Internacional de las Américas
https://orcid.org/0000-0003-3828-9500
San José, Costa Rica

Recibido: 26-12-2025
Aceptado: 02-06-2026

RESUMEN

La presente investigación, de enfoque cuantitativo y alcance exploratorio, tuvo como objetivo categorizar 58 países incluidos en el Informe Estadístico Anual 2024 de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) en grupos homogéneos, según la evolución de su demanda de petróleo durante el período 2019–2023, mediante la aplicación del modelo de clúster jerárquico, con el propósito de identificar patrones globales de consumo energético y aportar elementos de referencia para el análisis de la política energética de Costa Rica. La metodología se desarrolló en el entorno estadístico R, utilizando técnicas de análisis multivariado basadas en distancia euclidiana y el método de enlace de Ward, a partir de una solución óptima de tres clústeres. Los resultados evidenciaron un elevado desempeño clasificatorio del modelo, con una inercia inter clase de 94,72 % y una inercia intraclase de 5,28 %, indicando una adecuada separación entre grupos y una alta cohesión interna. El análisis permitió identificar tres perfiles diferenciados de demanda petrolera: un grupo de economías con consumo elevado y comportamiento relativamente estable, un grupo de países con demanda intermedia y mayor sensibilidad a los ciclos económicos, y un grupo caracterizado por bajos niveles de consumo y alta variabilidad

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

relativa. Los hallazgos demuestran que el clúster jerárquico constituye una herramienta robusta para la clasificación y caracterización de patrones internacionales de consumo petrolero, permitiendo generar insumos relevantes para la formulación de políticas públicas, la planificación energética y la evaluación prospectiva de escenarios de demanda en países dependientes de hidrocarburos como Costa Rica.

PALABRAS CLAVE: clúster jerárquico, demanda de petróleo, análisis multivariado, inercia inter clase, inercia intraclase.

ABSTRACT

The objective of this research, with a quantitative approach and exploratory scope, was to categorize 58 countries included in the 2024 Annual Statistical Report of the Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC) into homogeneous groups according to the evolution of their oil demand during the period 2019–2023, through the application of the hierarchical clustering model, with the purpose of identifying global patterns of energy consumption and providing reference elements for analysis of Costa Rica's energy policy. The methodology was developed in the statistical environment R, using multivariate analysis techniques based on Euclidean distance and the Ward's linkage method, from an optimal solution of three clusters. The results showed a high classification performance of the model, with an interclass inertia of 94,72 % and an intraclass inertia of 5,28 %, indicating an adequate separation between groups and a high internal cohesion. The analysis identified three differentiated profiles of oil demand: a group of economies with high consumption and relatively stable behavior, a group of countries with intermediate demand and greater sensitivity to economic cycles and a group characterized by low levels of consumption and high relative variability. The findings show that the hierarchical cluster constitutes a robust tool for the classification and characterization of international patterns of oil consumption, allowing the generation of relevant inputs for the formulation of public policies, energy planning and the prospective evaluation of demand scenarios in hydrocarbon-dependent countries such as Costa Rica.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

KEYWORDS: hierarchical cluster, oil demand, multivariate analysis, interclass inertia, intra-class inertia.

INTRODUCCIÓN

En el escenario energético mundial contemporáneo, marcado por la volatilidad de los precios del petróleo (visto como un término general y amplio que incluye petróleo y sus derivados refinados), las tensiones geopolíticas y la presión internacional hacia la descarbonización, comprender la dinámica de la demanda global de petróleo es una prioridad estratégica para Gobiernos, organismos internacionales y empresas privadas. La demanda de petróleo, lejos de ser uniforme, presenta grandes diferencias entre países, influenciadas por factores como el nivel de desarrollo económico, el grado de industrialización, la estructura del transporte, las políticas energéticas implementadas y la capacidad de diversificar fuentes de energía. Ante esta diversidad, analizar la demanda únicamente a partir de cifras globales o por regiones genera una visión incompleta y, en muchos casos, distorsionada de la realidad.

El consumo mundial de petróleo es una variable central en los debates sobre crecimiento económico, cambio climático y seguridad energética. Aunque existen reportes que muestran la tendencia general al alza del uso de petróleo hasta fechas recientes, también hay señales de desaceleración causada por factores como políticas climáticas, mejora en la eficiencia energética, aumento del transporte eléctrico y cambios en los patrones de movilidad postpandemia. (IEA, 2025; IEA, 2023; BP, 2025). Sin embargo, la mayoría de los estudios presentan estas tendencias a un nivel agregado global o por regiones, generando poca claridad sobre cómo se diferencian entre países los patrones de demanda a lo largo del tiempo o cuáles subgrupos de países comparten trayectorias similares de consumo.

En este contexto, surge la necesidad de clasificar los países según cómo ha evolucionado su demanda de petróleo entre 2019 y 2023, para identificar grupos homogéneos que permitan reconocer patrones comunes, diferencias estructurales y tendencias emergentes. Por ejemplo, según el informe Global Energy Review 2025 de la International Energy Agency (IEA), el crecimiento global de demanda de petróleo se desaceleró en 2024 y aunque la producción de

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

derivados para petroquímicos sigue impulsando parte del crecimiento, otras áreas vinculadas al transporte ya muestran signos de estancamiento o declive. (IEA, 2025).

Estas señales muestran que no todos los países comparten la misma dinámica: algunas economías podrían haber tenido una curva de demanda estable o creciente, otras podrían estar en declive o tener crecimientos moderados y algunas podrían haber tenido perturbaciones fuertes debidas a factores externos como la pandemia, fluctuaciones en precios o políticas ambientales.

En Costa Rica, esta situación se vuelve aún más crítica debido a la ausencia de herramientas cuantitativas y metodológicas que permitan clasificar de forma homogénea a los países según su comportamiento en la demanda de petróleo. La falta de instrumentos cuantitativos genera varios problemas prácticos, a saber:

1. Planeación estratégica insuficiente: Al no conocer a cuál grupo de países pertenece Costa Rica en términos de demanda de petróleo, es difícil prever la evolución de su consumo y su relación con tendencias globales.
2. Diseño de políticas públicas poco focalizadas: Sin identificar patrones de comportamiento, las estrategias de mitigación de la dependencia del petróleo pueden carecer de efectividad o no responder a la realidad del país.
3. Desventaja en negociaciones internacionales: El desconocimiento de los clústeres globales limita la posición de Costa Rica en foros y acuerdos internacionales sobre energía y cambio climático.
4. Falta de información para el sector privado: Empresas de transporte, distribución y generación energética carecen de insumos para planificar inversiones de largo plazo en un contexto de transición energética.

En términos estrictos**,** no existe (al menos públicamente) una única política nacional dedicada exclusivamente a financiar o coordinar investigación aplicada sobre la demanda de petróleo como un programa separado. Lo que sí se encuentra es un conjunto de marcos, planes y entidades públicas cuya finalidad principal es la planificación energética, la regulación o la transición hacia energías limpias y que incorporan producción de datos, análisis y generación de conocimiento —

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

pero no funcionan como un programa de I+D sobre demanda de petróleo centralizado y con recursos dirigidos exclusivamente a ese fin.

Algunas políticas, planes e instituciones que sí se asocian con la investigación y diagnóstico del sector energético son las siguientes:

- **Plan Nacional de Energía (VII Plan Nacional de Energía 2015–2030)**

Es el marco rector de la política energética que establece objetivos, líneas de trabajo y la necesidad de información y planificación del sector; incluye componentes sobre demanda, eficiencia y planificación que justifican generación de análisis técnicos. Es una fuente clave para justificar la pertinencia institucional de estudios sobre demanda. De acuerdo con el citado Plan, el objetivo fundamental consiste en "fomentar las acciones frente al cambio climático global, mediante la participación ciudadana, el cambio tecnológico, procesos de innovación, investigación y conocimiento para garantizar el bienestar, la seguridad humana y la competitividad del país" (MINAE & PNUD, 2015, p. VII).

- **MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía) y sus Estrategias**

MINAE publica estrategias (descarbonización e hidrógeno verde) y coordina políticas energéticas; actúa como actor central que orienta investigación aplicada y estudios técnicos vinculados a la matriz energética y la transición. Aunque su énfasis es amplio (energía + ambiente), sus documentos generan marcos y datos relevantes. Es por esto que, en el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, presentado por el Gobierno de la República, se establece que "Costa Rica aspira a ser una economía moderna, verde y libre de emisiones, y a fortalecer su liderazgo" (Gobierno de Costa Rica, 2019, p. 3).

- **Programas e Informes Interinstitucionales — Programa Estado de la Nación (PEN)/Consejo Nacional de Rectores (Conare)**

El PEN produce diagnósticos integrados (por ejemplo, sobre uso y gestión de la energía) que sintetizan evidencia y señales de política; sus informes son referencia para justificar vacíos de conocimiento y prioridades de investigación. Al respecto, en el capítulo 4 del Informe del

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Programa Estado de la Nación de 2024, se indica que la matriz energética nacional mantiene alta dependencia de los combustibles fósiles, lo cual se expresa en que en el 2023 el 69,4 % de la energía consumida en el país se obtuvo de fuentes no renovables como el diésel y las gasolinas, situación que refleja un patrón insostenible e incrementa la vulnerabilidad ambiental y frente al cambio climático Consejo Nacional de Rectores & Programa Estado de la Nación, 2024, p. 186).

- **Reguladores y Agentes Productores de Datos: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Aresep), Refinadora Costarricense de Petróleo (Recope) y Portales de Datos Abiertos**

La Aresep (regulación de tarifas/servicios) y Recope (gestión de suministro y compras de combustibles) generan información operativa y series (por ejemplo, compras/importaciones, propuestas de tarifas) que son insumos empíricos directos para estudios de demanda. Aresep dispone de conjuntos de datos abiertos relacionados con compras de combustible. Estas instituciones no financian necesariamente investigación académica, pero sí proveen datos públicos útiles.

En adición a lo anterior, ambas instituciones poseen portales relativamente robustos sobre acceso a datos abiertos. Aresep posee una plataforma bastante variada para acceder a datos abiertos de índole tarifarios, clasificado por secciones: autobuses, combustibles, agua, electricidad, gas y taxis. A su vez, Recope posee una plataforma donde es posible acceder a datos tales como importaciones de combustibles, precios históricos y presupuestos de la institución.

Aunque hay planes y documentos (Plan Nacional de Energía, estrategias de MINAE, informes del PEN), no existe un programa público único y visible que controle centralmente la investigación aplicada y clasificatoria sobre demanda de petróleo, especialmente sobre temáticas de comparativa internacional. Las instituciones reguladoras y operadoras (Aresep, Recope) producen datos oficiales que permiten implementar análisis cuantitativos y reproducibles.

Ahora bien, no hay una ausencia absoluta de instrumentos cuantitativos en Costa Rica, pero sí existe cierta fragmentación de datos y una falta de un marco metodológico estandarizado, nacional y orientado a clasificar países según su comportamiento en la demanda de petróleo.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Por lo anterior, hay datos y capacidades (MINAE, Recope, universidades), pero tienden a estar orientados a balances, políticas y estadísticas sectoriales, no a un marco metodológico estandarizado (protocolos, *pipelines* reproducibles y conjuntos de variables estandarizadas) para clasificar homogéneamente países según comportamiento temporal de demanda. Se concluye, pues, que falta un marco nacional estandarizado y público (*datasets*, metodología y código reproducible) para clasificar países por comportamiento de demanda de petróleo de forma homogénea. Ese vacío es una oportunidad de investigación y contribución institucional.

Ahora bien, en el país se han desarrollado trabajos e investigaciones académicas tendientes a estudiar el mercado energético y la demanda de petróleo. Aunque Costa Rica ha sido objeto de estudios de demanda de combustibles fósiles, no se ha desarrollado, al menos públicamente, una herramienta cuantitativa aplicada para agrupar homogéneamente a países según comportamiento de demanda de petróleo. Esto deja una brecha metodológica relevante en la literatura nacional e internacional.

Por ejemplo, Pérez Molina (2022) aportó un acercamiento hacia una comprensión de los determinantes de la demanda por combustibles en el país de 1965 a 2019, por medio del cual se analizó la relación entre ingreso, precios y flota vehicular con la demanda de combustibles. Adicionalmente, el Banco Central de Costa Rica (BCCR), por medio de su Departamento de Investigaciones Económicas, desarrolló una validación del modelo de impacto de los precios del petróleo en el país, en el cual se modeló el impacto macroeconómico de los precios del petróleo importado en variables nacionales como inflación, balanza comercial y crecimiento.

De conformidad con el contexto anterior, Costa Rica no constituye el objeto principal de clasificación dentro del estudio, sino un caso de referencia para la interpretación y utilidad aplicada de los resultados obtenidos. La inclusión del contexto costarricense responde al interés de evaluar cómo un país con alta dependencia de combustibles fósiles importados, pero con metas avanzadas de descarbonización, puede utilizar herramientas de análisis multivariado para realizar benchmarking internacional y comparar su comportamiento energético con economías que presentan patrones similares de demanda. De esta forma, la investigación busca aportar un marco metodológico replicable que facilite la formulación de políticas públicas energéticas y el

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

análisis estratégico de transición energética en Costa Rica y otros países con características comparables.

De acuerdo con el escenario anterior, el hecho de no conocer, o por lo menos no tener claridad, sobre la forma específica en que se comporta actualmente la demanda de petróleo podría impactar directa o indirectamente en la calidad y eficiencia de las políticas nacionales energéticas de países y organizaciones a nivel local o internacional. Por lo tanto, el problema de investigación se centra en tres pilares:

1. ¿Cómo agrupar a 58 países de forma que los grupos (clústeres) resultantes reflejen trayectorias similares en su demanda de petróleo entre 2019-2023?

2. ¿Cuáles patrones emergen dentro de esos grupos en cuanto al crecimiento, desaceleración o caída del consumo y cómo estos patrones se relacionan con variables contextuales (por ejemplo, nivel de ingreso, grado de industrialización, políticas climáticas, dependencia del transporte, etc.)?

3. ¿Qué tan efectivos o robustos son esos agrupamientos, en términos de cohesión interna (inercia intra clase) y separación entre grupos (inercia inter clase)?

El criterio que se tomó en consideración para seleccionar los citados 58 países fue que estos fueron incluidos en el Informe Estadístico Anual 2024 de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), edición No 59, específicamente en el apartado de desglose de datos de petróleo, según la demanda de dicho producto entre 2019 y 2023. Precisamente, los datos-insumo de la presente investigación se obtuvieron de la tabla 4.7 de dicho informe.

El objetivo general consistió en categorizar a 58 países en grupos homogéneos según la evolución de su demanda de petróleo entre 2019 y 2023, mediante la aplicación del modelo de Clúster Jerárquico, con el fin de identificar patrones de consumo y tendencias a nivel global. De forma complementaria, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Aplicar el método de Clúster Jerárquico para agrupar a los países en función de su

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

comportamiento en el consumo de petróleo a través de un dendrograma.

2. Interpretar los grupos obtenidos mediante visualizaciones, identificando tendencias y patrones relevantes en la evolución de la demanda de petróleo de cada clúster durante el periodo 2019-2023.

3. Analizar la inercia intra e inter clase para evaluar la cohesión interna de los grupos y la separación entre clústeres, determinando la efectividad del modelo de clasificación aplicado a la demanda de petróleo durante el período 2019-2023.

Finalmente, comprender la estructura de estos clústeres tiene un valor estratégico a nivel geopolítico. La Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) y otros actores clave del mercado global necesitan anticipar cambios en la demanda para ajustar sus estrategias de producción y precios. De igual forma, los países importadores deben conocer cuáles regiones dependen más del petróleo para planificar la seguridad de su suministro. Sin esta visión estructurada, existe el riesgo de sobrestimar o subestimar la demanda futura, lo cual puede conducir a políticas erráticas y a ineficiencias en la asignación de recursos.

En síntesis, la identificación de agrupamientos en la evolución de la demanda de petróleo entre países no es un ejercicio meramente académico, sino una necesidad imperiosa en un contexto de transición energética, volatilidad de mercados y urgencia ambiental. El modelo de Clúster Jerárquico ofrece un marco analítico sólido para revelar patrones y tendencias que, de otra forma, permanecerían ocultos, contribuyendo así a una mejor comprensión de la dinámica global y a la formulación de estrategias más efectivas y sostenibles.

Para efectos de la presente investigación, se utilizará el concepto de petróleo como un término general y amplio que hace referencia al petróleo refinado como tal y a sus derivados refinados.

Definiciones Operacionales

Con el propósito de evitar ambigüedades conceptuales y garantizar precisión técnica en el desarrollo de la investigación, se establecen las siguientes definiciones operacionales:

INNOVACIÓN UNIVERSITARIA
ISSN: 2953-7606
Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Demanda de Líquidos del Petróleo y Productos Refinados

En el presente estudio, el término "demanda de petróleo" se utilizará en sentido amplio para referirse al consumo de líquidos del petróleo y productos refinados derivados del crudo, según la clasificación empleada en el Informe Estadístico Anual 2024 de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Esta categoría incluye combustibles refinados y derivados utilizados en transporte, industria, generación energética y actividades comerciales.

Clúster Jerárquico

El Clúster Jerárquico es una técnica de análisis multivariado no supervisado utilizada para agrupar observaciones con características similares. En esta investigación, el método se emplea para clasificar países según la evolución temporal de su demanda de líquidos del petróleo y productos refinados durante el período 2019–2023.

Distancia Euclidiana

La distancia euclidiana corresponde a una medida de similitud utilizada para cuantificar la proximidad entre países a partir de sus niveles de demanda energética. Cuanto menor es la distancia entre dos observaciones, mayor es la similitud en su comportamiento temporal.

Método de Ward

El método de Ward es un criterio de agrupamiento jerárquico que busca minimizar la varianza interna de cada clúster y maximizar la separación entre grupos, favoreciendo la formación de conglomerados homogéneos y estadísticamente diferenciados.

Inercia Intraclase

La inercia intraclase representa el nivel de dispersión existente dentro de cada clúster. Valores bajos indican alta cohesión interna entre los países pertenecientes a un mismo grupo.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Inercia Inter clase

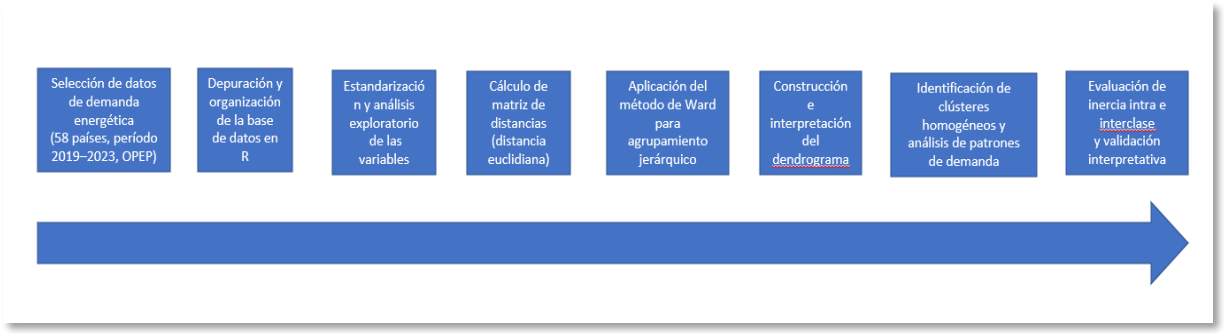
La inercia inter clase mide el grado de separación entre los clústeres obtenidos. Valores elevados indican que los grupos presentan diferencias sustanciales entre sí.

Diagrama del Proceso de *Clustering*

El siguiente diagrama muestra el proceso de *clustering* por utilizar en la presente investigación:

Figura 1

OPEP. Diagrama del proceso de clustering



Finalmente, la investigación adopta un enfoque reproducible en ciencia de datos, mediante el uso del lenguaje de programación R y procedimientos estadísticos replicables, favoreciendo la transparencia metodológica y la reutilización del modelo analítico en estudios energéticos comparativos.

MÉTODOS

Muestra de la Investigación y Proceso de Selección

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, el cual se fundamentó en la recolección, procesamiento y análisis de datos numéricos para identificar patrones, relaciones y variaciones medibles entre los fenómenos estudiados. En este caso, la demanda de petróleo de 58 países entre 2019 y 2023 se analiza mediante técnicas estadísticas multivariadas con el fin de establecer similitudes y diferencias entre sus niveles de consumo.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Desde la perspectiva del enfoque cuantitativo, los métodos de clasificación como el Clúster Jerárquico permiten estructurar los datos de forma objetiva, sistemática y replicable, favoreciendo la identificación de grupos homogéneos a partir de criterios matemáticos. Tal como señalan Hernández-Sampieri et al. (2021), el enfoque cuantitativo se sustenta en el uso de mediciones precisas y procedimientos estandarizados para explicar un fenómeno a partir del análisis estadístico, lo cual coincide plenamente con la naturaleza de esta investigación.

El estudio, además, utilizó un alcance exploratorio, ya que pretende examinar y caracterizar un fenómeno poco documentado en términos comparativos: la agrupación de países según la evolución de su demanda de petróleo en un periodo reciente marcado por variaciones económicas y energéticas significativas. En investigaciones exploratorias, el objetivo principal es profundizar en la comprensión inicial del comportamiento de un conjunto de variables, sin partir necesariamente de hipótesis previas, sino permitiendo que los patrones emergentes orienten el análisis posterior. De acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2014), este tipo de estudios resulta especialmente pertinente cuando se busca identificar tendencias iniciales, relaciones potenciales y estructuras subyacentes en los datos, tal como ocurre con la conformación de clústeres a partir de series de tiempo energéticas.

La utilización del modelo de Clúster Jerárquico se ajusta adecuadamente a este enfoque, ya que permite descubrir la organización natural de los países según su comportamiento de consumo, sin imponer una estructura predefinida. Mediante la interpretación del dendrograma, el análisis de patrones de evolución y la evaluación de la inercia intra e inter grupos, la investigación se orienta hacia la generación de conocimiento descriptivo y explicativo preliminar, característico de los estudios exploratorios. Este proceso no solo facilita la identificación de tendencias globales y regionales, sino que también puede servir como base para investigaciones posteriores con alcances correlacionales o explicativos.

Para efectos de la presente investigación, se tomó en cuenta como muestra, del total de todos los países del mundo, 58 naciones contenidas en la tabla 4.7 de la página 41 de la edición 59 del Boletín Estadístico Anual de la OPEC de 2024 (en inglés, Annual Statistical Bulletin 2024, 59th edition). Este informe es de carácter anual, y es emitido por la Organización de Países

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Exportadores de Petróleo (OPEP), por sus siglas en español. La lista de los países seleccionados e incluidos en el mencionado informe es la siguiente:

Tabla 1

Métodos. Muestra de países estudiados.

Clasificación de los países de la muestra por bloque geográfico y subregión.

Nº	País	Región / Bloque geográfico	Subregión
1	Canadá	América del Norte	Norteamérica
2	Chile	América Latina	Cono Sur
3	México	América Latina	Norteamérica
4	Estados Unidos	América del Norte	Norteamérica
5	Bélgica	Europa	Europa Occidental
6	Francia	Europa	Europa Occidental
7	Alemania	Europa	Europa Occidental
8	Italia	Europa	Europa del Sur
9	Países Bajos	Europa	Europa Occidental
10	Polonia	Europa	Europa Central
11	España	Europa	Europa del Sur
12	Turquía	Europa–Asia	Eurasia
13	Reino Unido	Europa	Europa Occidental
14	Australia	Oceanía	Oceanía

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Nº	País	Región / Bloque geográfico	Subregión
15	Japón	Asia	Asia Oriental
16	Nueva Zelanda	Oceanía	Oceanía
17	Corea del Sur	Asia	Asia Oriental
18	China	Asia	Asia Oriental
19	India	Asia	Asia Meridional
20	Indonesia	Asia	Sudeste Asiático
21	Malasia	Asia	Sudeste Asiático
22	Pakistán	Asia	Asia Meridional
23	Filipinas	Asia	Sudeste Asiático
24	Singapur	Asia	Sudeste Asiático
25	Tailandia	Asia	Sudeste Asiático
26	Vietnam	Asia	Sudeste Asiático
27	Argentina	América Latina	Cono Sur
28	Brasil	América Latina	América del Sur
29	Colombia	América Latina	Región Andina
30	Ecuador	América Latina	Región Andina
31	Venezuela	América Latina	Región Andina
32	Irán	Medio Oriente	Asia Occidental
33	Iraq	Medio Oriente	Asia Occidental
34	Kuwait	Medio Oriente	Golfo Pérsico
35	Qatar	Medio Oriente	Golfo Pérsico

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Nº	País	Región / Bloque geográfico	Subregión
36	Arabia Saudita	Medio Oriente	Golfo Pérsico
37	Siria	Medio Oriente	Asia Occidental
38	Emiratos Árabes Unidos	Medio Oriente	Golfo Pérsico
39	Argelia	África	Norte de África
40	Angola	África	África Subsahariana
41	Congo	África	África Central
42	Egipto	África	Norte de África
43	Guinea Ecuatorial	África	África Central
44	Gabón	África	África Central
45	Libia	África	Norte de África
46	Nigeria	África	África Occidental
47	Sudáfrica	África	África Austral
48	Túnez	África	Norte de África
49	Rusia	Europa–Asia	Europa Oriental / Asia
50	Azerbaiyán	Europa–Asia	Cáucaso
51	Bielorrusia	Europa	Europa Oriental
52	Kazajistán	Asia Central	Asia Central
53	Turkmenistán	Asia Central	Asia Central
54	Ucrania	Europa	Europa Oriental

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Nº	País	Región / Bloque geográfico	Subregión
55	Bulgaria	Europa	Europa Oriental
56	Croacia	Europa	Europa del Sur
57	Rumania	Europa	Europa Oriental
58	Serbia	Europa	Europa Sudoriental

Nota. Elaboración propia (2026) a partir de los criterios de segmentación geográfica del estudio.

La selección de los 58 países incluidos en la investigación responde a criterios de disponibilidad, consistencia y representatividad estadística de la información reportada en la edición 59 del Boletín Estadístico Anual de la OPEC de 2024 (en inglés, OPEC Annual Statistical Bulletin 2024, 59th edition). En conjunto, estas economías concentran la mayor proporción de la demanda mundial de líquidos del petróleo y productos refinados durante el período analizado, incorporando tanto economías industrializadas como mercados emergentes, exportadores e importadores netos de hidrocarburos. Por consiguiente, la muestra seleccionada permite capturar una representación amplia de las dinámicas macro energéticas globales, favoreciendo la identificación de patrones estructurales de consumo mediante técnicas de agrupamiento jerárquico[1].

Variables de la Investigación

La presente investigación fue exploratoria y de tipología cuantitativa; no hay trabajos académicos previos en el tema que se estudia e incluye variables de tipo numéricas que fueron analizadas. La siguiente tabla detalla las variables:

[1] **Nota:** Los 58 países incluidos en la muestra representan la mayor proporción del consumo mundial de líquidos del petróleo y productos refinados reportado por la OPEP para el período 2019–2023, lo que garantiza una adecuada representatividad de las tendencias energéticas globales analizadas.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Tabla 2

Marco metodológico. Variables de investigación.

Variable	Tipo de variable	Enfoque metodológico	Descripción
Distancia entre países según su demanda de líquidos de petróleo y productos refinados (2019–2023)	Cuantitativa	Cuantitativo	Representa el grado de similitud o diferencia entre países considerando la evolución temporal de su demanda de petróleo. Se calcula mediante medidas de distancia tales como la euclidiana, Manhattan o correlacional.
Representación gráfica de los países según sus tendencias y patrones de demanda de líquidos de petróleo y productos refinados	Cuantitativa	Cuantitativo	Corresponde a la representación visual de las relaciones de similitud entre países mediante un dendrograma, permitiendo identificar agrupamientos y patrones de consumo.
Inercia intra clúster e inter clúster del modelo jerárquico	Cuantitativa	Cuantitativo	La inercia intra clúster mide la variabilidad dentro de cada grupo e indica su nivel de homogeneidad. La inercia inter clúster mide la variabilidad entre grupos y refleja el grado de separación existente entre los conglomerados identificados.

Datos por Recolectar

La siguiente tabla detalla la información por recolectar, en estrecha relación con las correspondientes fuentes de datos y el correspondiente método de recolección:

Tabla 3

Marco metodológico. Información por recolectar.

Variable	Datos por recolectar	Fuente de información	Método de recolección de datos
Distancia entre países según su demanda de líquidos de petróleo y productos refinados (2019–2023)	Demanda anual de petróleo expresada en miles de barriles diarios equivalentes para el período 2019–2023.	Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Base de datos estadística disponible en el sitio web oficial.	Revisión documental y búsqueda bibliográfica digital en fuentes estadísticas internacionales.

INNOVACIÓN UNIVERSITARIA
ISSN: 2953-7606
Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Variable	Datos por recolectar	Fuente de información	Método de recolección de datos
Representación gráfica de los países según sus tendencias y patrones de demanda de líquidos de petróleo y productos refinados	Demanda anual de petróleo expresada en miles de barriles diarios equivalentes para el período 2019–2023.	Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Base de datos estadística disponible en el sitio web oficial.	Revisión documental y búsqueda bibliográfica digital en fuentes estadísticas internacionales.
Inercia intra clúster e inter clúster del modelo jerárquico	Demanda anual de petróleo expresada en miles de barriles diarios equivalentes para el período 2019–2023.	Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Base de datos estadística disponible en el sitio web oficial.	Revisión documental y búsqueda bibliográfica digital en fuentes estadísticas internacionales.

Procesamiento de la Información

Una vez obtenida la información de las variables mencionadas, se llevará a cabo el siguiente procedimiento para el procesamiento de esta:

1. Recolección de datos.
2. Construcción de la base de datos de las demandas anuales de petróleo de los países seleccionados, en miles de barriles diarios equivalentes.
3. Desarrollo del Método de Clúster Jerárquico (CJ). Para esta tarea se utilizará el paquete de código abierto para el lenguaje de programación R denominado DiscoveR (Exploratory Data Analysis System), desarrollado por el Dr. Oldemar Rodríguez Rojas, fundador y CEO del Programa Iberoamericano de Minería de Datos (PROMiDAT).

Datos Recolectados

La siguiente tabla, de conformidad con la tabla 4.7 de la página 41 del Informe denominado como 2024, OPEC Annual Statistical Bulletin, 59th edition, por sus siglas en inglés, muestra la demanda anual de petróleo de los 58 países incluidos en la muestra de investigación:

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Tabla 4

OPEP. Demanda anual de petróleo de 58 países (miles de barriles diarios equivalentes) 2019 al 2023.

País	2019	2020	2021	2022	2023
Canadá	2558	2201	2283	2410	2454
Chile	362	331	361	406	405
México	1966	1626	1631	1747	1737
Estados Unidos de América	20403	18049	19753	20160	20362
Bélgica	644	562	624	605	585
Francia	1691	1425	1538	1548	1554
Alemania	2355	2148	2134	2175	2052
Italia	1255	1033	1160	1261	1246
Holanda	901	859	853	843	871
Polonia	698	660	698	724	722
España	1328	1088	1192	1289	1269
Turquía	987	921	974	1013	1077
Reino Unido	1578	1222	1256	1376	1396
Australia	1151	990	1013	1064	1123
Japón	3733	3335	3394	3336	3289
Nueva Zelanda	181	150	147	151	154
Corea del Sur	2596	2448	2555	2527	2452
China	14002	14269	15471	15047	16360
India	4994	4510	4772	5137	5342
Indonesia	1856	1622	1786	1922	1997
Malasia	786	680	772	799	813
Pakistán	470	425	469	491	482
Filipinas	449	378	454	489	529
Singapur	1410	1339	1376	1411	1443
Tailandia	1456	1330	1347	1458	1483
Vietnam	454	407	431	499	523
Argentina	709	597	683	724	734
Brasil	3236	3071	3207	3245	3346
Colombia	348	292	341	368	384
Ecuador	271	225	235	247	259

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

País	2019	2020	2021	2022	2023
Venezuela	367	188	232	272	336
Irán	1838	1692	1777	1793	1840
Iraq	716	550	621	828	934
Kuwait	460	461	462	469	457
Qatar	342	292	321	344	370
Arabia Saudita	3139	2927	2966	3172	3275
Siria	127	123	124	127	123
Emiratos Árabes Unidos	899	828	916	958	1022
Argelia	430	383	418	431	472
Angola	175	146	144	152	172
Congo	9	7	7	8	8
Egipto	834	760	786	862	851
Guinea Ecuatorial	5	5	5	5	5
Gabón	48	42	45	45	46
Libia	214	183	186	192	200
Nigeria	470	466	495	518	484
Sudáfrica	654	595	622	623	637
Túnez	113	87	84	93	81
Rusia	3568	3387	3615	3752	3841
Azerbaiyán	123	106	107	109	114
Bielorrusia	141	127	188	180	180
Kazajistán	293	285	292	296	299
Turkmenistán	161	150	188	192	198
Ucrania	286	231	250	184	188
Bulgaria	124	118	128	133	131
Croacia	113	106	117	119	120
Rumania	202	188	202	210	215
Serbia	104	93	101	101	105

Nota. Fuente: Portal OPEP. Informe Estadístico Anual 2024.

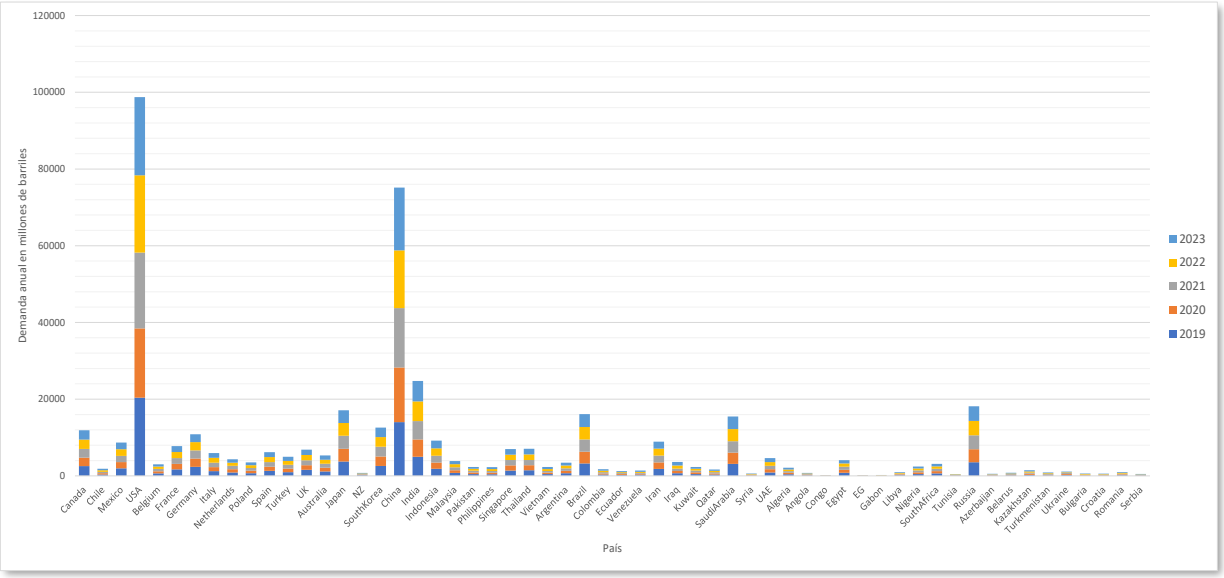
Unidad: cantidad mostrada en miles de barriles diarios equivalentes.

De acuerdo con la Tabla 4, el siguiente gráfico visualiza la demanda de petróleo por país del 2019 al 2023:

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Figura 2

OPEP. Demanda anual de petróleo de 58 países (miles de barriles diarios) 2019 al 2023.



Nota. Fuente: Portal OPEP. Informe Estadístico Anual 2024. Unidad: cantidad mostrada en miles de barriles diarios.

El gráfico 1 muestra el comportamiento agregado de la demanda energética durante el período analizado. Se observa una contracción significativa en 2020 asociada a la pandemia de COVID-19, seguida de una recuperación progresiva entre 2021 y 2023, aunque con diferencias estructurales entre economías y regiones. Además, se visualiza a Estados Unidos y China como las dos grandes economías que demanda la mayor cantidad de petróleo en el mundo.

RESULTADOS

De acuerdo con el apartado anterior referente al procesamiento de la Información, el procedimiento por seguir respecto al tratamiento de los datos recolectados será el siguiente:

1. Recolección de datos.
2. Construcción de la base de datos de las demandas anuales de petróleo de los países seleccionados, en miles de barriles diarios equivalentes.
3. Desarrollo del Método de Clúster Jerárquico (CJ). Para esta tarea se utilizará el paquete en el lenguaje de programación R denominado como DiscoveR (Exploratory Data Analysis System).

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Construcción de la Base de Datos de las Demandas Anuales de Petróleo de los Países Seleccionados en Miles de Barriles Diarios Equivalentes

La tabla 4 muestra los datos de demanda anual de petróleo de los 58 países de la muestra de investigación.

Desarrollo del Método de Clúster Jerárquico (CJ)

Parámetros generales

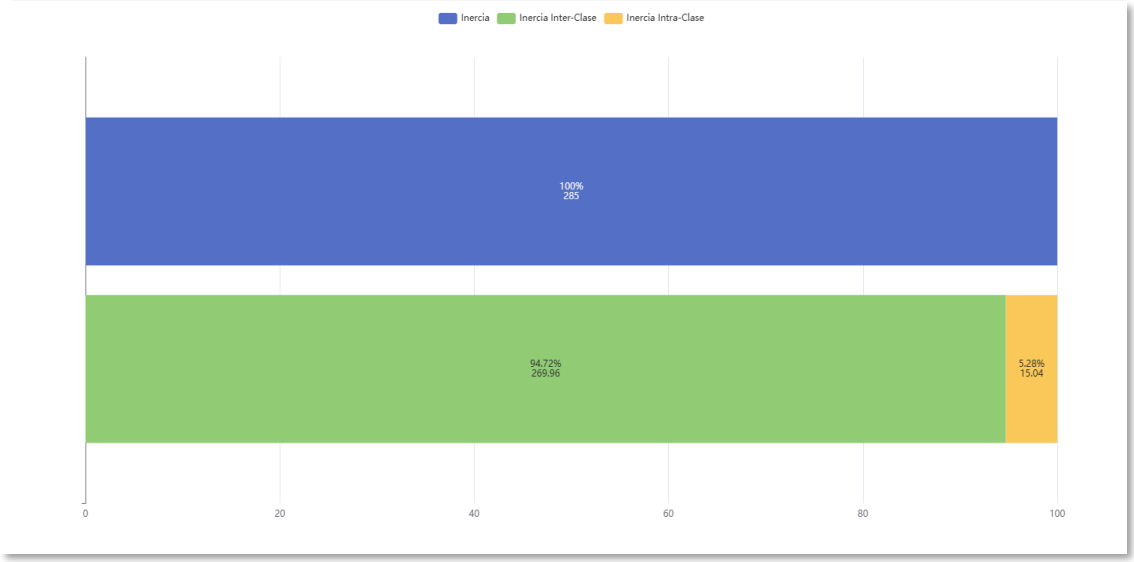
1. Método para la distancia: Euclidean.
2. Método secundario: Ward.
3. Cantidad de clústeres: 3.

La Inercia

La siguiente imagen muestra la inercia inter clase y la inercia intra clase, una vez ejecutado el método de Clúster Jerárquico:

Figura 3

DiscoveR. Clúster Jerárquico. Inercias.



Nota. Fuente: DiscoveR. Exploratory Data Analysis System. R package version 3.1.7, <https://CRAN.R-project.org/package=discoveR>, con datos oficiales de la página de OPEP.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

La imagen anterior muestra la descomposición de la inercia total del modelo de Clúster Jerárquico aplicado a la demanda de petróleo (2019–2023). Se observa que la inercia total alcanza un valor de 285 (100%), de la cual 269.96 unidades corresponden a la inercia inter clase (94,72%) y únicamente 15,04 unidades a la inercia intra clase (5,28%). Esta distribución indica que la mayor parte de la variabilidad total se explica por las diferencias entre los clústeres y no por la dispersión interna dentro de cada grupo.

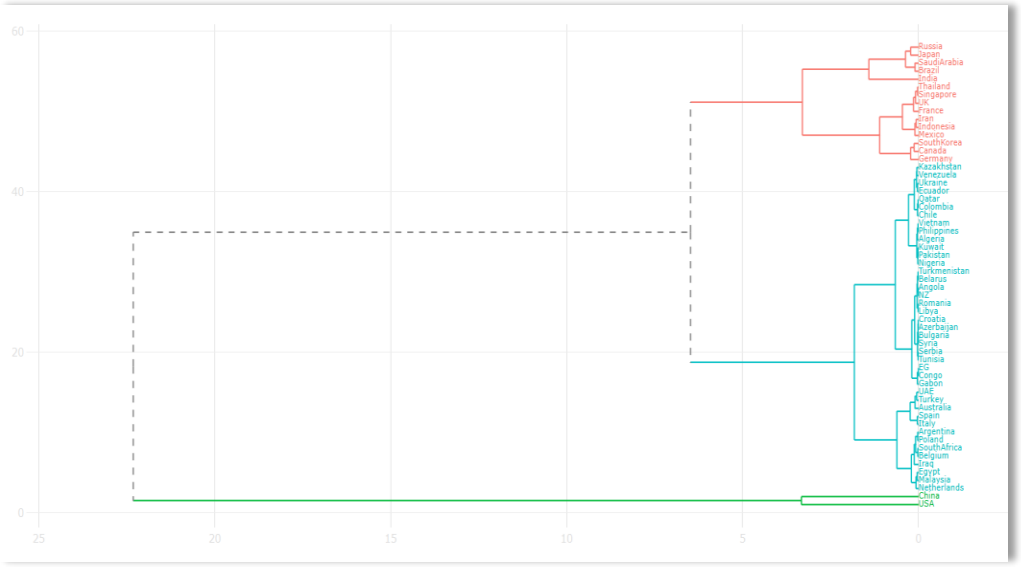
En términos metodológicos, esto sugiere que la partición obtenida presenta una alta separación entre conglomerados y una elevada homogeneidad interna, lo que respalda la efectividad del modelo jerárquico para clasificar a los 58 países según la evolución de su demanda de petróleo. Desde una perspectiva sustantiva, el resultado evidencia que los grupos identificados capturan patrones diferenciados y estructuralmente consistentes en el comportamiento del consumo energético durante el período analizado.

El Dendrograma

La siguiente imagen muestra el Dendograma, una vez ejecutado el método de Clúster Jerárquico:

Figura 4

DiscoveR. Clúster Jerárquico. Dendograma.



Nota. Fuente: DiscoveR. Exploratory Data Analysis System. R package version 3.1.7, <https://CRAN.R-project.org/package=discoveR>, con datos oficiales de la página de OPEP.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

El dendrograma presentado evidencia la estructura jerárquica de similitud entre los 58 países según la evolución de su demanda de petróleo durante el período 2019–2023. Al aplicar un punto de corte alrededor de la distancia indicada por la línea discontinua, se identifican tres grandes conglomerados diferenciados por colores. El clúster superior (en rojo) agrupa economías de mediana a alta demanda y de moderado a alto peso estructural en el consumo global —como India, Rusia y Arabia Saudita— que comparten trayectorias de consumo elevadas y patrones relativamente similares ante la contracción de 2020 y la posterior recuperación. El clúster intermedio (en celeste) reúne países con niveles medios a bajos de consumo y comportamientos más heterogéneos, donde se observan economías emergentes y desarrolladas con dinámicas de recuperación moderada o crecimiento estable. Finalmente, el clúster inferior (en verde) concentra países con mayor volumen relativo de demanda o con variaciones más contenidas en el período analizado, con Estados Unidos y China. La altura de las fusiones refleja la distancia entre grupos, mostrando una clara separación entre los grandes consumidores y el resto de las economías, lo cual respalda la existencia de patrones estructuralmente diferenciados en la evolución del consumo petrolero global.

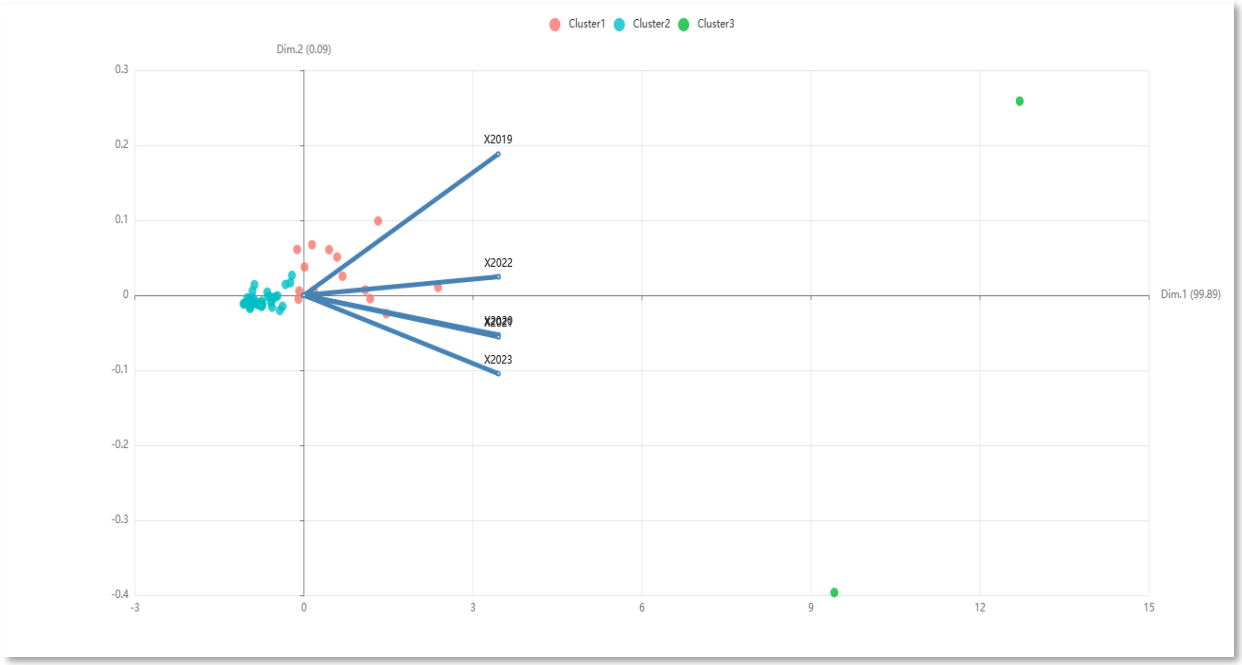
El Mapa 2D

La siguiente imagen muestra el mapa de distribución de los clústeres en dos dimensiones, una vez ejecutado el método de Clúster Jerárquico:

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Figura 5

DiscoveR. Clúster Jerárquico. Mapa de distribución de clústeres.



Nota. Fuente: DiscoveR. Exploratory Data Analysis System. R package version 3.1.7, <https://CRAN.R-project.org/package=discoveR>, con datos oficiales de la página de OPEP.

La figura corresponde al plano factorial (Dim.1 vs. Dim.2) derivado de la representación del Clúster Jerárquico, donde se proyectan los países junto con los vectores de las variables correspondientes a la demanda anual de petróleo (2019–2023). Se observa que la Dimensión 1 explica prácticamente la totalidad de la variabilidad (≈99,9%), lo que indica que el principal eje de diferenciación entre países está asociado al nivel global de consumo durante el período analizado. Los vectores de los años apuntan en una dirección similar y con ángulos pequeños entre sí, lo cual evidencia una alta correlación temporal en la demanda: los países que consumen más en un año tienden a mantener niveles relativamente altos en los demás.

El Clúster 1 (rojo) se ubica en la zona positiva del eje principal, representando economías con mayores niveles de consumo y trayectorias más intensas; el Clúster 2 (celeste) se concentra cerca del origen, reflejando países con demanda moderada y menor variabilidad; mientras que el Clúster 3 (verde) muestra puntos más alejados y dispersos, indicando casos atípicos o con

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

patrones extremos respecto al conjunto (mayores niveles de consumo). En conjunto, la gráfica confirma que la estructura de agrupamiento está fuertemente determinada por la magnitud del consumo y no por cambios drásticos en la tendencia relativa entre años, lo que sugiere estabilidad estructural en los patrones de demanda de petróleo durante 2019–2023.

DISCUSIÓN

El dendrograma obtenido con el método de Ward y distancia euclidiana evidencia una estructura jerárquica clara en la evolución de la demanda de petróleo de los 58 países (2019–2023). La solución óptima de tres clústeres se justifica por:

- Alturas de fusión significativamente mayores en los niveles superiores.
- Ramas internas compactas y bien definidas.
- Coherencia con los valores de inercia (94.72% inter / 5.28% intra).

El dendrograma revela una separación jerárquica progresiva en la que los países se agrupan inicialmente en pares o pequeños subgrupos con patrones muy similares de consumo, para luego fusionarse en ramas mayores conforme disminuye el nivel de similitud. El punto de corte horizontal se sitúa en un nivel en el que se relaciona con los siguientes elementos:

- Las distancias de fusión entre grupos son notablemente mayores en comparación con fusiones previas.
- El hecho de presentar más clústeres no añade información relevante (sobre diferenciación).
- Presentar menos clústeres implica una pérdida notable de estructura y aumenta la heterogeneidad dentro de los grupos.

Las fusiones tempranas dentro de cada grupo indican alta similitud interna, mientras que las fusiones tardías entre grupos confirman diferencias estructurales importantes en los patrones de consumo. El hallazgo clave en esta sección se sitúa en el hecho de que existen tres conglomerados naturales claramente diferenciados según nivel y comportamiento de la demanda. La implicación para los mercados internacionales radica en que la estructura del consumo mundial de petróleo

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

no es homogénea, responde a tipologías energéticas diferenciadas que pueden analizarse como bloques estratégicos para estudios de mercado, planificación energética o análisis geoeconómico.

Ahora bien, las visualizaciones (dendrograma, perfiles promedio y gráfico de inercias) permiten caracterizar tres patrones globales, a saber:

1. **Clúster 1 (demanda alta y estable/creciente):** Países con consumo estructuralmente elevado, recuperación rápida post-2020 y baja volatilidad. Representan economías de gran escala industrial y fuerte dependencia energética y alta influencia en la demanda mundial. En este clúster se sitúan Estados Unidos y China. Las características principales del clúster son las siguientes:

    - Nivel alto o muy alto de consumo en todo el periodo.
    - Patrón estable o ligeramente creciente entre 2019 y 2023.
    - Baja volatilidad anual.
    - Representa economías con gran actividad industrial, transporte intensivo, y fuerte dependencia energética.

2. **Clúster 2 (demanda media y fluctuante):** economías intermedias con mayor sensibilidad a choques externos y patrones menos estables. Es un grupo más dinámico y potencialmente más sensible a políticas energéticas La composición del clúster incluye países como Rusia, Arabia Saudita, Corea del Sur, Brasil y México. Las características principales son las siguientes:
    - Consumo intermedio (no tan alto como el Clúster 1, no bajo como el 3).
    - Variaciones moderadas o fluctuaciones cíclicas entre años.
    - Un comportamiento menos estable, con oscilaciones en 2020–2022.
    - Se observa recuperación, pero no necesariamente sostenida.

3. **Clúster 3 (demanda baja y estable/decreciente):** Países con consumo reducido, variaciones mínimas y menor exposición a ciclos globales. Evidencian un impacto limitado

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

en la demanda global agregada. La composición del clúster incluye países como Rumania, Algeria, Bulgaria y Argentina. Las características principales son las siguientes:

- Niveles bajos de demanda de petróleo durante todo el periodo.
- Patrones estables, ligeramente descendentes o con variaciones mínimas.
- Evolución lineal con pocos cambios interanuales.
- Poca sensibilidad a choques globales.

En síntesis, la interpretación de los tres clústeres revela patrones claramente diferenciados en la evolución de la demanda de petróleo entre 2019 y 2023. Las visualizaciones confirman la existencia de un primer grupo conformado por países con demanda alta y estable, un segundo grupo caracterizado por niveles intermedios y mayor fluctuación, y un tercer grupo formado por países con baja demanda y tendencias estables o decrecientes. Estos patrones reflejan diferencias estructurales en el tamaño de las economías, la industrialización, los patrones de movilidad, y el grado de transición energética. En conjunto, el análisis visual permite identificar tres tipologías globales de consumo de petróleo y cumple satisfactoriamente con el objetivo específico de interpretar los clústeres obtenidos.

Ahora bien, los indicadores de inercia confirman la robustez de la clasificación:

- Inercia inter clase: 94,72%: Alta separación entre grupos.
- Inercia intra clase: 5,28%: Alta cohesión interna.
- Número de clústeres: 3: Explica casi la totalidad de la variabilidad.

Estos valores indican que la mayor parte de la variabilidad en la demanda de petróleo se explica por diferencias entre los tres grupos y no por dispersión interna. En este punto el hallazgo clave más relevante se sitúa en el hecho de que el modelo jerárquico presenta excelente capacidad de discriminación y cohesión. Lo anterior implica que la segmentación obtenida no es un artefacto estadístico, sino una representación estructural consistente del comportamiento energético global en el período analizado. Esto proporciona una base empírica sólida para análisis comparativos, formulación de políticas energéticas diferenciadas y proyecciones de demanda.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

La inercia inter clase representa la proporción de variabilidad total que se explica por la separación entre los clústeres**.** Un valor tan elevado (94,72%) implica lo siguiente:

- Los tres clústeres formados están claramente diferenciados entre sí.
- Existe una alta heterogeneidad global en los patrones de consumo de petróleo de los 58 países y esta heterogeneidad se logra capturar eficazmente mediante la estructura jerárquica.
- El método de Ward + distancia euclidiana generó una partición que maximiza la distancia entre grupos**,** lo cual es consistente con los objetivos del método.

La inercia intraclase mide la variabilidad dentro de cada grupo, es decir, cuánto se parecen entre sí los países que pertenecen al mismo clúster. El valor obtenido (5,28%) es extremadamente bajo, lo que implica lo siguiente:

- Los países dentro de cada grupo son muy homogéneos en su evolución del consumo de petróleo.
- Cada clúster presenta cohesión interna elevada**,** es decir**,** los perfiles de consumo dentro de cada grupo comparten características muy similares.
- El número de tres clústeres fue apropiado, ya que agregar más grupos probablemente produciría clústeres redundantes o simplemente subdividiría estructuras ya homogéneas.

Los resultados sugieren que el modelo jerárquico aplicado es muy efectivo para este conjunto de datos. La siguiente tabla muestra los tres criterios principales de evaluación del modelo, en relación con los resultados de las inercias:

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

Tabla 5

Clúster Jerárquico. Evaluación general del modelo.

Indicador	Valor	Interpretación
Inercia inter clase	94,72 %	Indica una elevada separación entre los conglomerados identificados, evidenciando diferencias significativas entre los grupos de países.
Inercia intra clase	5,28 %	Refleja una alta homogeneidad dentro de cada conglomerado, lo que sugiere una adecuada cohesión entre los países pertenecientes a un mismo grupo.
Número de clústeres	3	Solución óptima que permite explicar la mayor parte de la variabilidad presente en los datos analizados.

Nota. Fuente: DiscoveR. Exploratory Data Analysis System. R package version 3.1.7, <https://CRAN.R-project.org/package=discoveR>, con datos oficiales de la página de OPEP.

En síntesis, los valores de inercia inter e intraclase indican que el modelo de Clúster Jerárquico aplicado presenta una excelente capacidad de clasificación. La inercia inter clase del 94,72% evidencia que la mayor parte de la variabilidad en la demanda de petróleo entre 2019 y 2023 se explica por las diferencias entre los clústeres, lo que confirma la existencia de patrones claramente diferenciados de consumo energético entre los países. Asimismo, la inercia intraclase del 5,28% muestra que los países dentro de cada grupo presentan comportamientos homogéneos, lo que valida la cohesión interna de los clústeres identificados y respalda la pertinencia de la solución de tres grupos.

Hallazgos y Recomendaciones

Los principales hallazgos de la investigación son los siguientes:

Existencia de Patrones de Consumo Diferenciados Entre los Países

El modelo de Clúster Jerárquico identificó agrupamientos claramente diferenciados, lo que confirma que los países no evolucionan de manera homogénea en términos de demanda de petróleo. Los clústeres definidos reflejan:

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

- Economías altamente consumidoras y estables: países donde el nivel de demanda es elevado y muestra poca variación interanual.
- Economías de consumo medio y fluctuante: consumo moderado, con incrementos o reducciones vinculados a factores coyunturales (recuperación económica, pandemia, políticas energéticas).
- Economías de consumo bajo: países con niveles mínimos de demanda, con cambios poco significativos en el tiempo.

Esta diferenciación confirma que la estructura del mercado petrolero global continúa fuertemente segmentada.

Inercias

Los valores de inercia obtenidos, 94,72% de inercia inter clase y 5,28% de inercia intra clase, indican que la mayor parte de la variabilidad total en la demanda de petróleo puede explicarse por las diferencias entre los clústeres, mientras que la variabilidad dentro de cada grupo es mínima. Esto confirma que el modelo produjo una clasificación altamente efectiva, con clústeres bien separados y homogéneos, coherente con la estructura observada en el dendrograma.

Patrones de Consumo

El análisis de los perfiles de consumo extraídos de la base de datos evidencia que la distribución global presenta una fuerte asimetría: países como Estados Unidos (20 403 miles de barriles diarios en 2019), China, India, Japón y Rusia concentran una proporción significativa del consumo mundial, mientras que un número considerable de países mantiene niveles de uso bajos o muy bajos, frecuentemente inferiores a 300 millones de barriles diarios. Este contraste está directamente relacionado con la formación de los tres clústeres identificados.

Clúster 1: Países de Demanda Alta y Estable/Creciente.

Este grupo reúne a los países con los niveles de consumo más elevados, y cuya demanda muestra estabilidad o crecimiento moderado entre 2019 y 2023. Estados Unidos constituye el caso más representativo, con un descenso notable en 2020 (efecto pandemia), pero con recuperación

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

sostenida posterior. Las visualizaciones muestran curvas consistentes, con variaciones relativamente suaves, lo cual refleja economías altamente industrializadas, con grandes sectores de transporte e infraestructura que dependen estructuralmente del petróleo. Este clúster ejerce una influencia determinante sobre la dinámica energética mundial.

Clúster 2: Países con Demanda Media y Fluctuaciones Moderadas.

Los países de demanda intermedia exhiben curvas con oscilaciones más marcadas entre años, especialmente entre 2020 y 2022. Ejemplos típicos incluyen México, Brasil, Bélgica y economías emergentes con niveles industriales diversificados. Este clúster representa economías en transición que experimentan variaciones más sensibles a factores económicos, políticos o logísticos, lo que se refleja en movimientos ascendentes y descendentes a lo largo del periodo analizado. Aunque en promedio muestran recuperación postpandemia, esta no es tan uniforme como la del Clúster 1.

Clúster 3: Países con Demanda Baja y Tendencia Estable o Decreciente.

Este grupo agrupa a países cuyos niveles de consumo son bajos de forma estructural, como Ecuador, Chile y Pakistán, economías caribeñas o africanas, y otros países pequeños o con menor grado de industrialización. Sus curvas presentan muy poca variación interanual y, en algunos casos, incluso ligeras disminuciones después de 2021. Este patrón puede asociarse tanto a economías pequeñas, como a procesos de transición energética temprana o simplemente una baja dependencia del petróleo dentro de su estructura económica.

Conformación Clara de Clústeres

La ejecución del modelo de Clúster Jerárquico generó la conformación de tres clústeres claramente definidos:

1) Clúster 1: Países de muy alta demanda y dinámica estable.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

2) Este grupo lo conforman los países que registran los mayores niveles absolutos de consumo de petróleo (decenas de miles de barriles diarios), entre ellos Estados Unidos y China.

3) Clúster 2: Países de demanda media con fluctuaciones moderadas.

4) El segundo grupo reúne a economías con una demanda intermedia, típicamente entre varios cientos y pocos miles de barriles diarios. Aquí se ubican países como Canadá, México, Brasil, España, Corea del Sur y otros de similar nivel de consumo.

5) Clúster 3: Países de baja demanda y alta variabilidad relativa.

6) El tercer clúster agrupa a países con niveles de consumo bajos (frecuentemente por debajo de 200 o 300 mil barriles diarios). Incluye economías pequeñas, países en desarrollo y naciones con menor industrialización o dependencia del petróleo.

El periodo 2019–2023 Estuvo Marcado por Shocks y Transiciones

Los resultados muestran que la evolución de la demanda de petróleo durante este periodo estuvo influenciada por tres grandes fenómenos:

- Pandemia de COVID-19 (2020–2021): se observa una reducción generalizada, más pronunciada en economías de alto consumo.
- Recuperación económica 2022: incrementos importantes en la mayoría de los clústeres, especialmente los de consumo medio.
- Transición energética y políticas ambientales: las economías industrializadas presentan una tendencia a la estabilización o reducción, mientras que países en desarrollo muestran aumentos paulatinos.

Los clústeres muestran trayectorias temporales coherentes. Este contexto explica parte de las similitudes internas de cada clúster. El análisis de las tendencias internas de cada grupo confirma lo siguiente:

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

- Clúster de alta demanda: mantiene niveles elevados de consumo, con ligeras variaciones atribuibles a restricciones productivas y movilidad durante la pandemia.
- Clúster de demanda media: presenta las mayores fluctuaciones, evidenciando sensibilidad económica y energética.
- Clúster de baja demanda: se mantiene prácticamente constante, lo que refleja limitaciones estructurales y menor peso en el mercado global.

Esta interpretación coincide con el dendrograma y las medidas de distancia obtenidas en el CJ.

La Tipología Generada Puede Apoyar Decisiones en Política Energética

La categorización resultante ofrece valor aplicado de alto valor para diferentes instancias:

- Gobiernos y organismos pueden identificar pares comparables para diseñar o evaluar políticas de transición energética.
- El análisis temporal facilita comprender el impacto de crisis globales en el consumo.
- Las empresas del sector energético pueden detectar patrones de crecimiento o estancamiento en regiones específicas.

Esta utilidad práctica refuerza la pertinencia del método utilizado.

Impacto de la Demanda Mundial de Vehículos Eléctricos en el Mercado del Petróleo

El crecimiento acelerado de la demanda mundial de vehículos eléctricos constituye uno de los factores estructurales que más influirá en la evolución del mercado petrolero en las próximas décadas. Aunque el análisis realizado en esta investigación se centra en la demanda histórica de petróleo entre 2019 y 2023, la incorporación de la tendencia global hacia la electrificación del transporte permite proyectar escenarios donde el consumo de combustibles fósiles muestra señales de desaceleración, especialmente en economías de alto ingreso.

La expansión de los vehículos eléctricos ejerce presión a la baja sobre la demanda de petróleo por varias vías:

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

- Reducción directa en el consumo de gasolina y diésel, debido a que el sector transporte representa más del 55% del uso mundial de petróleo.
- Diversificación de matrices energéticas, donde un mayor uso de fuentes renovables sustituye la combustión fósil en movilidad.
- Políticas ambientales más estrictas, que impulsan incentivos para el uso de vehículos eléctricos y desincentivos para vehículos térmicos.
- Economías de escala y avances tecnológicos, que reducen el costo total de propiedad de los vehículos eléctricos, acelerando su adopción.

Sin embargo, el impacto no será uniforme. Los países agrupados en clústeres de alta demanda petrolera podrían experimentar una transición más lenta debido a su infraestructura, tamaño de flotas y dependencia del petróleo. En contraste, muchos países del clúster de demanda media, especialmente aquellos con políticas agresivas de descarbonización, podrían registrar reducciones marcadas en los próximos diez a quince años.

En síntesis, el auge de los vehículos eléctricos no implica un colapso inmediato del mercado petrolero, pero sí un cambio estructural que transformará gradualmente la curva de demanda mundial. Esto sugiere que, en el mediano plazo, la industria petrolera enfrentará un escenario de crecimiento ralentizado, estabilización o reducción, dependiendo de la velocidad de adopción de tecnologías limpias y de la capacidad de los países para adaptarse al nuevo paradigma energético. Para los tomadores de decisiones, este cambio representa tanto un riesgo como una oportunidad para diversificar, modernizar y reorientar su política energética.

La Realidad Energética de Costa Rica Frente a la Demanda Mundial de Petróleo

La realidad energética de Costa Rica presenta particularidades que la distinguen significativamente del contexto mundial, especialmente en lo relativo al consumo y la dependencia del petróleo. Mientras que la tendencia global, incluyendo las tres tipologías de países identificadas en el análisis de clústeres de la presente investigación, se caracteriza por una fuerte dependencia de los combustibles fósiles para el transporte, la industria y la generación eléctrica, Costa Rica destaca por su matriz eléctrica altamente renovable, donde más del 98% de

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

la electricidad proviene históricamente de fuentes limpias como la hidroeléctrica, eólica, geotérmica y solar.

Sin embargo, esta fortaleza coexiste con una dependencia casi absoluta del petróleo en el sector transporte**, r**esponsable de más del 65% del consumo energético nacional. Esta contradicción, electricidad limpia, pero movilidad fósil, ubica a Costa Rica en una posición intermedia dentro del panorama global: no pertenece al grupo de países con fuerte demanda petrolera, pero tampoco en el de aquellos que han logrado reducir sustancialmente su consumo mediante electrificación acelerada del transporte.

Comparado con la realidad mundial, donde muchos países enfrentan compromisos climáticos crecientes y presiones para diversificar sus matrices energéticas, Costa Rica posee ventajas estratégicas como las siguientes:

- Base eléctrica renovable consolidada, lo que facilita una transición hacia la movilidad eléctrica con menores costos marginales.
- Marco institucional robusto en materia ambiental, que le permite adoptar políticas agresivas de descarbonización.
- Menor vulnerabilidad ante volatilidades globales del precio del petróleo, en comparación con economías altamente dependientes.

No obstante, su dependencia del petróleo para transporte lo mantiene expuesto a las tendencias globales, donde factores como la electrificación mundial del parque vehicular, las tensiones geopolíticas y las dinámicas de oferta y demanda impactan directa e inmediatamente en la factura energética nacional.

En síntesis, Costa Rica posee las condiciones estructurales para convertirse en un referente de transición energética en América Latina, pero para ello deberá acelerar la adopción de vehículos eléctricos, modernizar su infraestructura de recarga y reducir la dependencia del petróleo en sectores clave. En comparación con el contexto mundial, Costa Rica no se caracteriza por una alta demanda de petróleo, pero sí por una vulnerabilidad específica en transporte que puede mitigarse mediante políticas sostenidas de electrificación, eficiencia y movilidad sostenible. El

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

país se encuentra, por tanto, en una posición privilegiada, aunque aún desafiante, dentro del proceso global de transformación energética.

Vinculación del Marco Institucional Ambiental de Costa Rica con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Costa Rica cuenta con un marco institucional robusto en materia ambiental, caracterizado por la creación temprana de entidades especializadas, la existencia de legislación avanzada y la implementación sostenida de políticas públicas orientadas a la conservación de los recursos naturales y a la mitigación del cambio climático. Este entramado institucional ha permitido al país adoptar estrategias agresivas de descarbonización, posicionándolo como un referente global en materia de sostenibilidad ambiental.

En este contexto, la experiencia de Costa Rica evidencia cómo un marco institucional sólido y coherente puede incidir de manera significativa en la transformación de los patrones de consumo energético, impactando indirectamente en la dinámica global de la demanda de petróleo. Este modelo demuestra que la transición hacia economías bajas en carbono no depende únicamente de avances tecnológicos, sino también de una gobernanza ambiental efectiva, capaz de articular políticas públicas, incentivos económicos y cambios en el comportamiento social.

Desde la perspectiva de esta investigación, el caso costarricense constituye un ejemplo relevante para comprender cómo las decisiones institucionales y políticas pueden reflejarse, en el mediano y largo plazo, en los resultados observados dentro de los clústeres de demanda de petróleo, especialmente en aquellos países que muestran tendencias de estancamiento o reducción del consumo de hidrocarburos.

CONCLUSIÓN

En conjunto, la investigación logró categorizar de forma robusta y significativa a los países según su consumo de petróleo entre 2019 y 2023, identificar tendencias internas en cada grupo y revelar patrones globales influenciados por factores económicos, sanitarios y energéticos.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

RECOMENDACIONES

Recomendaciones Sobre los Aportes y Límites de las Herramientas de Análisis de Datos Utilizadas (Entorno R)

El uso del lenguaje de programación R en el desarrollo de esta investigación representó un aporte fundamental para el análisis de datos de la demanda de petróleo de 58 países durante el período 2019–2023, especialmente en la aplicación del modelo de clúster jerárquico y en la generación de visualizaciones que permitieron interpretar los patrones de consumo energético. Las bibliotecas especializadas, tales como stats, factoextra, cluster, dendextend y ggplot2, facilitaron la implementación de técnicas avanzadas de análisis multivariado, el cálculo de matrices de distancia, la construcción del dendrograma y la evaluación de la inercia intra clúster e inter clúster, lo que fortaleció el rigor metodológico y la robustez de los resultados obtenidos.

Entre los principales aportes de estas herramientas se destaca su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos, su flexibilidad para aplicar distintos métodos de agrupamiento (como Ward, enlace completo o enlace promedio) y su precisión en la medición de similitudes o diferencias entre los países analizados. Asimismo, R permitió una reproducibilidad completa del análisis, aspecto crucial en la investigación científica, ya que los procedimientos pueden ser replicados, validados o extendidos en estudios posteriores. La generación de gráficos dinámicos y personalizables también contribuyó de forma significativa a la interpretación visual de los datos, facilitando la identificación de patrones, tendencias y rupturas en la evolución de la demanda petrolera.

No obstante, estas herramientas también presentan ciertos límites que deben ser considerados. En primer lugar, los resultados del modelo de clúster jerárquico dependen en gran medida de la elección de la medida de distancia y del método de vinculación, lo que puede generar diferentes configuraciones de clústeres para un mismo conjunto de datos. Además, el modelo jerárquico no permite la reasignación de observaciones una vez que estas han sido agrupadas, lo cual limita su flexibilidad frente a otros métodos como el *k-means*. Otro aspecto para considerar es que R, aunque potente, requiere un alto nivel de conocimiento técnico, tanto en programación como en

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

estadística, por lo que la interpretación de resultados puede ser más compleja para usuarios no especializados. Por último, la calidad de los resultados siempre estará condicionada por la calidad, consistencia y disponibilidad de los datos de entrada.

En consecuencia, se recomienda que futuras investigaciones complementen el análisis realizado con otros métodos de agrupamiento y técnicas predictivas, tales como *k-means* o modelos de series de tiempo, a fin de comparar resultados y validar la estabilidad de los clústeres obtenidos. Asimismo, se sugiere incluir variables adicionales de tipo económico, tecnológico o ambiental, que permitan enriquecer la comprensión de los factores que influyen en la demanda de petróleo a nivel internacional.

Implicaciones Prácticas Para Costa Rica

Uno de los principales aportes aplicados de la presente investigación radica en la posibilidad de utilizar la tipología de clústeres obtenida como herramienta de benchmarking energético para Costa Rica. Aunque el país no forma parte de la muestra analizada, la estructura metodológica desarrollada permite comparar posteriormente el comportamiento energético nacional con grupos de países que presentan trayectorias similares de demanda de líquidos del petróleo y productos refinados.

Desde una perspectiva de política pública, los clústeres identificados pueden servir como referencia para anticipar escenarios de evolución del consumo energético y diseñar estrategias diferenciadas de transición energética. Por ejemplo, si Costa Rica presenta características similares a economías pertenecientes al clúster de demanda media y fluctuante, el país podría utilizar las experiencias de dichas naciones para evaluar políticas de movilidad eléctrica, eficiencia energética, diversificación de combustibles y reducción de dependencia petrolera.

Asimismo, la clasificación jerárquica permite identificar países comparables en términos de sensibilidad a choques externos, recuperación postpandemia y velocidad de transición energética, lo cual resulta particularmente útil para instituciones nacionales como MINAE, Recope, Aresep y el Banco Central de Costa Rica en procesos de planificación prospectiva y evaluación de riesgos energéticos.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

En términos operativos, la metodología desarrollada también podría integrarse en sistemas nacionales de monitoreo energético mediante modelos reproducibles en R, permitiendo actualizar periódicamente la clasificación internacional y medir cambios en la posición relativa de Costa Rica respecto a otros países. Esto facilitaría la construcción de indicadores estratégicos orientados a:

- Proyección de demanda futura de combustibles fósiles.
- Evaluación del impacto de políticas de electrificación vehicular.
- Análisis de vulnerabilidad ante volatilidad internacional de precios del petróleo.
- Identificación de países de referencia para cooperación energética y climática.
- Seguimiento del avance nacional en transición energética y descarbonización.

En este sentido, el modelo de Clúster Jerárquico no solo constituye una herramienta estadística de clasificación internacional, sino también un instrumento potencial de apoyo para la toma de decisiones estratégicas y el diseño de políticas energéticas basadas en evidencia en Costa Rica.

Proyección Futura del Modelo Hacia Costa Rica

Como línea futura de investigación, la metodología desarrollada podría ampliarse incorporando a Costa Rica dentro de la matriz internacional de análisis, utilizando indicadores nacionales de consumo de combustibles derivados del petróleo y variables complementarias asociadas a movilidad, electrificación y transición energética. Esto permitiría identificar de forma objetiva el clúster energético al que pertenece el país y evaluar su evolución relativa frente a economías comparables.

Uso Estratégico de los Clústeres Para Costa Rica

Con el propósito de evidenciar la aplicabilidad práctica de los resultados obtenidos en la presente investigación, la Figura 6 muestra un esquema conceptual sobre el uso estratégico de los clústeres jerárquicos como herramienta de apoyo para la planificación energética y la toma de decisiones en Costa Rica.

Revista Innovación Universitaria
Universidad Internacional de las Américas
ISSN: 2953-7606
revistainnovacionu@uia.ac.cr
Volumen 8, octubre 2026
Costa Rica

El diagrama ilustra cómo la identificación de países con patrones similares de demanda de líquidos del petróleo y productos refinados puede facilitar procesos de benchmarking internacional, evaluación comparativa de políticas públicas y diseño de estrategias de transición energética. Asimismo, se destaca la utilidad del modelo para fortalecer la planificación prospectiva, reducir la vulnerabilidad ante choques externos del mercado petrolero y contribuir al cumplimiento de objetivos nacionales vinculados con descarbonización, movilidad sostenible y seguridad energética.

Figura 6

Clúster Jerárquico. Uso estratégico de clústeres para Costa Rica.



REFERENCIAS

Banco Central de Costa Rica. (2008). *Validación del modelo: Impacto de los precios del petróleo en Costa Rica*. Departamento de Investigaciones Económicas. https://repositorioinvestigaciones.bccr.fi.cr/server/api/core/bitstreams/47974a1e-e61f-4582-af17-7043526fe513/content

Consejo Nacional de Rectores & Programa Estado de la Nación. (2024). *Informe Estado de la Nación 2024: 30 años de análisis sobre el desarrollo humano sostenible*. Programa Estado de la Nación. https://estadonacion.or.cr/capitulo/?doc=IEN2024_cap4

DiscoveR. (2023). *DiscoveR: Exploratory data analysis system* (R package version 3.1.7). https://CRAN.R-project.org/package=discoveR

Gobierno de Costa Rica. (2019). *Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050*. Dirección de Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Energía. https://cambioclimatico.minae.go.cr/wp-content/uploads/2019/11/PLAN-NACIONAL-DESCARBONIZACION.pdf

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Hernández-Sampieri, R., Mendoza, C., & Torres, C. (2021). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

International Energy Agency. (2023). *World energy outlook 2023.* *https://iea.blob.core.windows.net/assets/86ede39e-4436-42d7-ba2a-edf61467e070/WorldEnergyOutlook2023.pdf*

International Energy Agency. (2025). *Global energy review 2025*. https://iea.blob.core.windows.net/assets/5b169aa1-bc88-4c96-b828-aaa50406ba80/GlobalEnergyReview2025.pdf

Ministerio de Ambiente y Energía, & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). *VII Plan nacional de energía 2015-2030*. https://repositorio-snp.mideplan.go.cr/bitstream/handle/123456789/739/PP.094.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organization of Petroleum Exporting Countries. (2024). *Annual statistical bulletin 2024*. Organization of the Petroleum Exporting Countries. https://publications.opec.org/asb/archive/123

Pérez Molina, E. (2022). Understanding the Determinants of Fuel Demand in Costa Rica, 1965-2019: Price, Income, and Registered Vehicles. *Ingeniería*, *33*(1), 22–33. https://doi.org/10.15517/ri.v33i1.50910