



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES, JURÍDICAS Y DE LA
COMUNICACIÓN

Grado en Administración y Dirección de Empresas

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**Análisis econométrico de las emisiones de dióxido de carbono
a nivel internacional**

Presentado por Laura Juárez Rodríguez

Tutelado por Helena Corrales

Segovia, [17 de junio de 2020]

Índice

1.- INTRODUCCIÓN	5
2.- REVISIÓN DE LA LITERATURA	6
3.- DATOS	10
3.1.- Fuentes de información	10
3.2.- Variables del modelo	11
3.2.1.- Variable dependiente	11
3.2.2.1.- Factores geográficos	13
3.2.2.2.- Factores específicos de cada país	14
3.2.2.3.- Factores de crecimiento	16
4.- ESPECIFICACIÓN DEL MODELO	18
4.1.- Metodología	18
4.2.- Modelo inicial	19
4.3.- Modelo final	23
5.- Conclusiones	27
Referencias bibliográficas	28
Anexo 1	31
Anexo 2	32
Anexo 3	33

1.- INTRODUCCIÓN

Hoy en día, uno de los grandes problemas que tiene que afrontar nuestro planeta es la lucha por su supervivencia. Cada vez son más notorios los efectos que están teniendo las irresponsabilidades por parte de la raza humana, haciendo de la Tierra un lugar menos sostenible y agradable en el que vivir. Dichas irresponsabilidades tienen como resultado uno de los principales causantes de la degradación del planeta, la contaminación atmosférica.

Según recoge el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente la contaminación se define como “la presencia en la atmósfera de sustancias, materias o formas de energía que supongan una molestia grave, un peligro o un daño para el ser humano o el medio ambiente”. Esta acumulación de sustancias está provocando fisuras en la capa de ozono y ocasionando, como consecuencia, otros graves problemas, por ejemplo, el cambio climático y el calentamiento global, habiendo sido enero del 2020 el mes más cálido registrado en la historia y febrero de este mismo año el segundo más cálido en la historia, como bien afirma la noticia “*El calentamiento global no frena su avance: 2020 será uno de los años más cálidos*” (El Confidencial, 2020). Esto está trayendo trágicas consecuencias como pueden ser la desaparición de glaciares, puesta en peligro de la vida marina o el aumento de incendios forestales como el ocurrido en Australia en enero de este año 2020. “El número de incendios y su tamaño varían de año en año, pero la gran tendencia es que el riesgo de incendio aumenta a nivel mundial” dijo DW Susanne Winter, gerente del Programa Forestal de WWF en Alemania.

El principal gas que ocasiona esta contaminación atmosférica es el CO₂. Actualmente, los niveles de CO₂ se encuentran en sus niveles más altos en por lo menos 800.000 años, según el artículo “*El calentamiento global no frena su avance: 2020 será uno de los años más cálidos*” (El Confidencial, 2020). Cada vez hay mayor concienciación acerca de esta presencia maligna, trayendo como resultado acciones tanto a nivel público como privado para contribuir al freno del crecimiento de la emisión de estos gases. Por un lado, hablando de medidas públicas, un claro ejemplo es el de Madrid Central, medida contenida en el Plan A de Calidad de Aire y Cambio Climático, puesta en marcha en noviembre del 2018 y que consiste, según el Ayuntamiento de Madrid, en una zona de bajas emisiones que favorece al peatón, la bicicleta y el transporte público y cuyo acceso está restringido, solo se puede acceder si eres residente, persona de movilidad reducida, servicios de emergencia y seguridad o si dispones de vehículos con ciertos distintivos ambientales. Por otro lado, también se ve este creciente compromiso con el medio ambiente en actividades a nivel privado: el incremento de compra de vehículos eléctricos en el año 2019 ha sido del 63,95 % según señala Otero (2020).

Además, debido a la actual situación en la que se encuentra el mundo por la pandemia del COVID-19 y tras el confinamiento al que nos hemos sometido, se prevé para el 2020 un descenso de las emisiones de dióxido de carbono tan grande que habría que retroceder a la II Guerra Mundial para encontrar uno similar, explica Pep Canadell, director de Carbon Global Project, quien ha participado en una investigación publicada en *Nature Climate Change* y a través de la cual señala que las medidas del confinamiento para evitar la propagación del virus harán que la cifra de emisiones caiga entre un 4% y un 7%, además según Canadell, las emisiones han descendido un 8,6% entre enero y abril respecto al mismo periodo de 2019.

Este hecho me hace darme cuenta de cómo es de importante el factor de la movilidad de las personas a la hora de explicar el comportamiento de las emisiones de dióxido de carbono, verificándose una relación directa entre ambas variables a través de las investigaciones anteriormente mencionadas. Y, adicionalmente, me ha motivado a estudiar qué otros factores pueden incidir significativamente en el comportamiento de la que he elegido como variable dependiente: las emisiones de dióxido de carbono y de qué manera afectan, es decir, si guardan con ella una relación directa o inversa.

Con esta intención, se va a recoger una muestra de países a nivel internacional, sin focalizarnos en una única región, al ser un problema de carácter global y datos lo más actualizados posibles, ya que se quiere estudiar la incidencia de hoy en día, de variables de diferentes orígenes que se puede suponer a priori que pueden estar relacionadas con el comportamiento de nuestra variable endógena. Los tipos de variables escogidos son los siguientes: económicas, geográficas, tasas de crecimiento y específicas de cada país y dotan al trabajo de diferenciación con respecto a otros llevados a cabo por diferentes autores ya que se han solido centrar más en variables de tipo económicas y específicas de cada país como puede ser la población del mismo.

Por lo tanto, se va a construir un modelo econométrico en el cual se explicará el comportamiento de las emisiones de CO₂ a través de una serie de variables explicativas que, han resultado ser significativas para explicarlo. Posteriormente, dicho modelo también ha tenido que pasar una batería de pruebas para verificar si tiene buenas propiedades.

2.- REVISIÓN DE LA LITERATURA

La temática medio ambiental, hoy en día, forma parte de uno de los aspectos de especial importancia para abordar en los estudios económicos debido al creciente impacto que está teniendo sobre la sociedad, la economía y, lo más importante, nuestro planeta. Pero ¿dónde podemos datar el origen de los estudios propiamente económicos que hablan sobre este problema?

El nacimiento de la Economía Ambiental se sitúa habitualmente en la década de los años cincuenta y, en concreto, en la formación de la organización *Resources for the future*, en 1952, señala Pearce (2002). Posteriormente, en la década de los setenta es cuando realmente se consolidan los fundamentos tanto estrictamente teóricos y metodológicos como los más aplicados y de política ambiental. Sin embargo, lo cierto es que la consideración de conceptos económicos relacionados con el medio ambiente la podemos datar siglos atrás, siendo en el siglo XVII el momento en el cual la escuela de los fisiócratas sentó las bases de los análisis que trataron de exaltar el papel del sustrato físico y material como factor determinante del crecimiento económico (Domínguez Torreiro 2004).

En la Edad Media, podemos destacar el papel de Aristóteles que trató el tema de los recursos naturales en sus teorías y planteó que la economía se preocupaba de la dependencia que tiene el hombre de la naturaleza para su supervivencia. En resumen, “los estudios de esta época consideraban los recursos naturales como inputs en el proceso productivo, centrando los estudios en la búsqueda de innovaciones tecnológicas y mejoras en cuanto al rendimiento de las tierras” (Núñez Gómez 2015).

Durante el siglo XVI, posterior a la Edad Media y antes del siglo XVII, los autores renacentistas tuvieron un papel relevante a la hora de mencionar los recursos naturales en sus estudios y lo hicieron resaltando el dominio que tenía el hombre sobre la naturaleza. Por un lado, Francis Bacon defendía que la naturaleza solo podría llegar a ser explotada y controlada por el hombre gracias a la ciencia y al progreso. Por otro lado, Descartes teorizó que la naturaleza se podía considerar una máquina, cuyas partes se pueden cuantificar mediante ecuaciones matemáticas, otorgándole así una caracterización material a favor de la explotación de la naturaleza (Morán Seminario 1999).

Una vez llegados ya al siglo XVII, la temática de la naturaleza comienza a tener mayor trascendencia. William Petty, con su frase ‘El trabajo es el padre de la riqueza y la tierra madre’ lo convierten en un pensador que supo integrar el objeto social con el objeto natural además de que realiza sus análisis a partir de los productos que brinda la tierra, explica Hernández Brito (2014). Nos encontramos en un siglo principalmente mercantilista en el que se intensificó la actividad económica por el crecimiento del comercio internacional y el descubrimiento de América con la instauración de una economía colonial principalmente. La naturaleza era considerada por los mercantilistas como su principal vía de crecimiento económico ya que de ella obtenían materias primas y recursos mineros que después comercializarían, por lo tanto, para la mayoría de autores de esta escuela, ‘el buen funcionamiento de la economía de un país se basaba en dos puntos: acumulación de oro y plata, y una balanza de pagos favorable’ (Alfranca Burriel 2012).

En contra de esta corriente mercantilista surgieron los fisiócratas en Francia, que consideraban que lo que determinaba realmente la creación de riqueza era la tierra, no el volumen de metales preciosos que se tuviera ni el comercio, por lo tanto, se debía de estar en equilibrio con ella. Defendían un capitalismo agrario en el que los latifundios deberían de estar en tenencia de los nobles y, una vez explotados y obtenida una renta, esta se distribuiría al resto de las clases sociales. Entre sus principales figuras destacan Quesnay, Turgot y Cantillon. Por ejemplo, Quesnay en su *Tableau Économique*, postulaba que aunque la mayor parte de las tierras eran propiedad de los terratenientes, la verdadera clase productiva eran los agricultores arrendatarios que eran los que las trabajaban. Se defendía que la única actividad capaz de crear riqueza era la agricultura, el resto de grupos sociales como artesanos o comerciantes solo transformaban el valor creado por la agricultura en bienes manufacturados que eran consumidos por la sociedad. Posteriormente, con la llegada de la Revolución Francesa en 1789, esta corriente quedó atrás debido a la derrota de los pensamientos burgueses.

Paralelamente en este siglo y anterior a la Revolución Francesa, a partir de la obra de Adam Smith ‘La riqueza de las naciones’, nació la corriente de los economistas clásicos. En sus escritos se puede observar el desarrollo de teorías a favor del gran fenómeno de la época: La Revolución Industrial. Se critica la falta de interés por parte de la sociedad sobre los efectos que esta revolución estaba teniendo en el medio ambiente, resaltando el carácter finito de los recursos. Entre todos los economistas pertenecientes a esta corriente, destacan Thomas Robert Malthus y David Ricardo. Por un lado, la teoría propuesta por Malthus enfrenta dos fuerzas: la capacidad que tiene la tierra para producir recursos y el incremento sostenido de la población, defendiendo que mientras que la capacidad de incrementar las tierras productivas era limitada y que la capacidad que tenía la población de crecer era superior a la de la tierra, por lo tanto, se acabaría en una saturación de la tierra e insuficiencia por parte de ésta para proporcionar los alimentos necesarios. Como solución a este problema, propuso medidas para controlar la natalidad. Por otro lado, Ricardo desarrolló su teoría de los rendimientos decrecientes continuando con la

suposición de un stock fijo de recursos naturales. Descubrió que si se introduce adicionalmente mayor cantidad de trabajo y de capital para cultivar, dado el stock de tierra, el margen de beneficio es cada vez menor, demostrando que la productividad de los factores productivos disminuye, lo que implica que no se producirá crecimiento económico a largo plazo, explica Núñez Gómez (2015).

Más adelante, entrando en el siglo XIX, surgió la escuela neoclásica que, a diferencia de los neoclásicos, Alfranca Burriel (2012) explica que 'siguen una perspectiva que se orienta más al concepto de utilidad marginal, dirigido a la demanda'. Su principal autor se llama John Stuart Mill y mostró un gran interés por el desarrollo sostenible, defendiendo que aunque en los últimos siglos se había dado un periodo de crecimiento continuado en la naturaleza, no podía mantenerse a lo largo del tiempo. Otros autores destacados dentro de esta corriente fueron William Stanley Jevons y Menger.

Paralelamente al pensamiento clásico, surgió la corriente marxista, cuyas figuras más conocidas fueron Marx y Engel y, aunque eran conscientes de la necesidad de los recursos naturales para llevar a cabo el proceso productivo, daban más importancia a la fuerza de trabajo.

Ya en el siglo XX comienza la conocida 'época dorada' de la **economía ambiental**. Los padres de esta economía son Pigou y Coase con sus obras *La Economía del Bienestar* (1920) y *El Problema del Coste Social* (1960), respectivamente. Por un lado, Pigou en su obra hace nacer el concepto de 'impuesto pigouviano' que busca regular los niveles de contaminación a través de la intervención pública, estableciendo impuestos que compensaran las externalidades negativas generadas por actividades industriales. El principio fundamental de su economía del bienestar era que, desde el Estado, se puede elevar la eficiencia de la economía y mejorar las condiciones de vida de la gente, Cabrillo (2015). Por otro lado, Coase defendía el no intervencionismo estatal a la hora de corregir las externalidades, defendiendo que el mercado era capaz de arreglar por sí solo los problemas.

Más adelante, en la década de los años 60 nuevos estudios económico-ambientales que hacen surgir nuevas disciplinas, siendo las más conocidas: economía ambiental y economía ecológica. El origen de estas disciplinas yace en los primeros movimientos ecologistas en aquellos países más industrializados. Se despertó una preocupación social por el agotamiento de los recursos naturales usados para producir energía, resultando imposible la continuación de tal desarrollo económico con el modelo energético establecido. Cada vez son más evidentes los efectos directos de la contaminación de la época (cambio climático) y la de tiempos anteriores, poniéndose especial esfuerzo en predecir los efectos futuros y corregirlos. Es por ello que se empezaron a desarrollar alternativas en cuanto a los modelos de producción y políticas medio ambientales para llevarlas a cabo.

Kneese, en 1964, propuso incentivos monetarios para reducir la cantidad de emisiones. Por otro lado, Dales, en 1968, aporta la idea de un mercado de licencias negociables, con un determinado stock de permisos de emisión sobre las toneladas de contaminación. Además, se formuló un sistema de incentivos, subsidios por casa unidad de contaminación reducida (Viladrich Grau, 2015).

En el año 1972, la celebración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano fue el evento que convirtió al tema del medio ambiente en un tema de relevancia internacional. Emitió una Declaración de 26 principios y un plan de acción con 10 recomendaciones. Este mismo año, el Club de Roma, una asociación no gubernamental fundada en la ciudad que le da nombre formada por científicos y políticos, presentó un

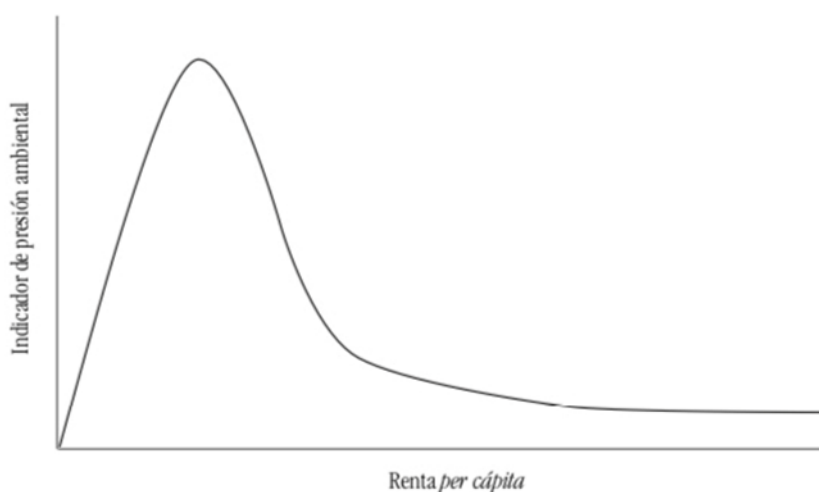
informe llamado ‘Los límites del crecimiento’, en el que se concluía con que la Tierra llegaría a sus límites en los próximos años si se mantenían ciertos factores como el incremento de la población mundial o la explotación de recursos naturales.

Una vez llegados a la década de los años 80, apareció el término de desarrollo sostenible. Se introdujeron modelos con hipótesis más realistas: información imperfecta o mercados no competitivos. También aparecieron modelos de regulación mixta, en otras palabras, con intervención por parte del Estado para determinar el volumen de emisiones máximo con incentivos y se extendió el sistema de mercado de emisiones, pero con venta a nivel geográfico.

Posteriormente, en la década de los años 90, todas las metodologías anteriormente dichas se extendieron a nivel internacional. Se creía fundamental el control por parte de organismos internacionales para ejercer presión y poder adoptar una mayor concienciación global.

Simon Kuznets, en 1995, recibió el premio Nobel de Economía por el desarrollo de la curva de U invertida, ilustrada en el Gráfico 1, para justificar las desigualdades de renta que se producen en un país en desarrollo. Es de importancia hablar de su trabajo debido a que una de las implicaciones más relevantes que tuvo fue la Curva de Kuznets Ambiental.

Gráfico 1.- Emisiones atmosféricas y crecimiento económico en España. La curva de Kuznets ambiental y el protocolo de Kyoto.



Fuente: Roca y Padilla (2003)

Podemos observar tres fases en una economía dando esa forma de U invertida: la primera, en la cual hay bajo nivel de desarrollo, sin producir impacto sobre el medio ambiente ya que la actividad económica es de subsistencia. La segunda fase, es una fase de crecimiento económico intenso en el cual las actividades intensivas tanto de agricultura como industriales provocan mayor deterioro ambiental. Y, por último, la tercera fase que se caracteriza por un alto grado de desarrollo, reduciéndose la degradación ambiental gracias a la terciarización, cambios tecnológicos y cambios en las pautas del consumo a favor de la conservación del medio ambiente (Labandeira, León y Vázquez 2007).

Sin embargo, se demostró que solo ciertos contaminantes que afectan al bienestar humano cumplen esta relación. Otros resultan no prioritarios o son irreversibles ya que sus efectos se observan en un periodo de tiempo mayor (Roca y Padilla 2003).

En el año 1992, se celebró la Conferencia de la ONU sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, firmándose la Convención Marco. En esta cumbre se llevó a cabo el reconocimiento definitivo del cambio climático y su objetivo último fue lograr una estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera con el fin de impedir interferencias antropogénicas (causadas por el ser humano) peligrosas para el sistema climático. Además, ese nivel debía de lograrse en un plazo que permitiera a los ecosistemas a adaptarse naturalmente al cambio climático.

Cinco años después, en 1997, se acordó el Protocolo de Kioto que entró en vigor en el año 2005 tras la incorporación de Rusia. Estableció objetivos de reducción de emisiones netas de gases de efecto invernadero para los principales países desarrollados y economías en transición, con un calendario de cumplimiento. Las emisiones de gases de efecto invernadero de los países industrializados deberían de reducirse al menos un 5% con respecto a los niveles de 1990 en el periodo 2008-2012 en el primer compromiso. Un total de 140 países ratificaron el acuerdo, sin embargo, hubo países que a pesar de haberlo firmado, no lo acabaron ratificando debido a que estaban en desacuerdo con las asimetrías en los acuerdos, por ejemplo, EEUU o Canadá.

Actualmente, los efectos nocivos sobre el medio ambiente son cada vez más evidentes en aspectos como la capa de ozono, el calentamiento global y la contaminación en zonas urbanas a causa, principalmente, de las emisiones de CO₂. Como consecuencia, se han llevado a cabo numerosos estudios tratando de estudiar este tema, en concreto, las emisiones de CO₂. En cuanto al estudio de la evolución de CO₂ a lo largo del tiempo, podemos destacar los estudios llevados a cabo por Escolano y Padilla (2005) o por Díaz-Vázquez y Canelo (2010). Influenciados por los modelos de la identidad de Kaya y el modelo propuesto por Bruyn *et al* (1998) respectivamente, escogen como variables principales las económicas (PIB per cápita y precios del petróleo, por ejemplo) y las de tipo demográficas como pueden ser la densidad de población. Sin embargo, otros estudios como el llevado a cabo por Zilio (2007) se centran en estudiar simplemente los factores que afectan a las emisiones de dióxido de carbono, éste en concreto lo aplica a América Latina e incluyendo las variables del modelo IPAT: impacto medio ambiental, población, afluencia o consumo y tecnología. Este modelo enuncia que el impacto humano sobre el medio ambiente (I) es una función del producto de la cantidad de población (P), el consumo de ésta o de su afluencia (A) y de la tecnología empleada (T).

3.- DATOS

3.1.- Fuentes de información

Los datos utilizados en este trabajo corresponden a países pertenecientes a América, Europa, Asia, África y Oceanía (véase Anexo 2), por lo tanto, se va a proceder a un análisis internacional. Concretamente, se ha extraído una muestra de forma aleatoria compuesta por 76 países de los 196 que existen actualmente y de los cuales se ha recogido información acerca de las variables que trataremos más adelante. Como se va a llevar a cabo un estudio econométrico de corte transversal, se ha intentado que los datos sean lo más actuales posible. La mayoría de la información recogida corresponde al año 2019, sin embargo, ante la imposibilidad de hallar información relevante relativa a este año de ciertas variables, se ha tenido que usar la correspondiente a los años más próximos, siendo los años 2017 y 2018.

En cuanto a las fuentes de información, los datos económicos y demográficos han sido recogidos, en su mayoría, de páginas web especializadas en el tratamiento de grandes bases de datos de un amplio número de variables, entre los que se puede destacar al Banco Mundial, el cual es una organización multinacional especializada en finanzas y asistencia y se define como una fuente de asistencia financiera y técnica para los países en desarrollo. Además, también cabe mencionar como herramienta de gran ayuda a Datosmacro.com ya que es una herramienta económica que en su sitio Web aporta datos macroeconómicos de interés proporcionados por los organismos oficiales de los distintos países, como pueden ser, entre otros, el PIB, prima de riesgo o salarios, presentados de una forma sencilla de consultar. A parte, también se encarga de realizar comparativas entre países y análisis a partir de los datos que contiene.

Sin embargo, a la hora de extraer datos de tipo geográfico como pueden ser la latitud o la longitud de un país determinado, se ha acudido a GeoDatos.net por su riqueza de información acerca de los países de interés.

Otra herramienta que ha tenido importancia a la hora de recoger información ha sido la base de datos proporcionada por la CIA en *The World Factbook* que se trata de una publicación anual de la Agencia Central de Inteligencia de los Estados Unidos con información básica acerca de diversos países del mundo.

A la hora de construir la base de datos con la que hemos trabajado, se ha hecho uso del programa informático Microsoft Excel, al que se ha exportado la información extraída de nuestras fuentes para la realización de una tabla que recoge de forma estructurada toda la información relevante.

Posteriormente, tanto para la explotación de estos datos como para la construcción de los diferentes modelos econométricos, realización de contrastes de hipótesis, test y gráficos se ha trabajado con el programa econométrico EVIEWS⁷, al que exportamos la base de datos construida a partir de la cual se crean nuestras variables.

3.2.-Variables del modelo

Las variables que nos podemos encontrar en un modelo econométrico podemos clasificarlas en dos tipos: variables endógenas, dependientes o explicadas, que son aquellas cuyo comportamiento se pretende explicar a través del modelo y, por otro lado, pueden ser también variables exógenas, independientes o explicativas, que son aquellas que, como su nombre indica, pretenden explicar el comportamiento de la variable endógena y vienen determinadas fuera del modelo.

A la hora de realizar un análisis econométrico, debemos establecer cuál va a ser nuestra variable dependiente y qué variables explicativas serán las que ayuden a analizar el comportamiento de ésta.

3.2.1.- Variable dependiente

El objetivo del trabajo busca explicar qué factores afectan a las emisiones de CO₂ per cápita de un país, siendo ésta nuestra variable dependiente o endógena. Los datos relativos a esta variable vienen expresados en toneladas métricas de CO₂ por persona¹. Han sido

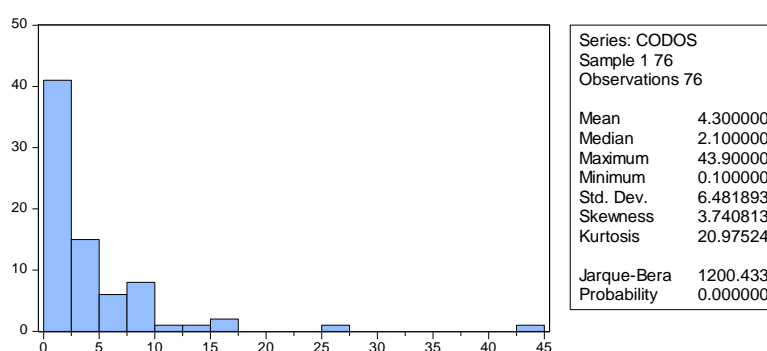
¹ Esta variable, al igual que el resto, aparece en los gráficos con su nombre correspondiente en EVIEWS. En el Anexo 1 se ha recogido en una tabla la lista de variables junto con el nombre que se le ha asignado en el programa.

extraídos de Datosmacro.com y corresponden al año 2018.

Se decide estudiar esta variable en datos per cápita ya que, a la hora de comparar, podríamos encontrar dificultades si tenemos en cuenta países con una diferencia de tamaño poblacional notable. En ella se recogen las emisiones procedentes de diferentes fuentes de energía: consumo eléctrico, consumo de combustibles fósiles, biomasa y energías renovables destinadas tanto al autoconsumo como la conectada a la red eléctrica y procedentes del transporte: turismos (transporte de pasajeros y mercancías), camiones, camionetas y furgonetas (transporte de pasajeros y mercancías), motocicletas (transporte de pasajeros y mercancías), autobuses y autocares, transporte marítimo, aviación y transporte ferroviario (transporte de pasajeros y mercancías).

Con la finalidad de conocer más a fondo nuestra variable endógena se ha procedido a realizar un análisis descriptivo de ella, ilustrado en la Gráfica 2.

Gráfico 2.- Análisis descriptivo de las emisiones de CO₂ per cápita en el año 2018.



Fuente: Elaboración propia

Haciendo una interpretación de este análisis, podemos observar que el valor medio de las emisiones de dióxido de carbono per cápita es de 4,8 toneladas métricas por persona aproximadamente, con una desviación típica con respecto del valor medio de unas 6,58 toneladas métricas per cápita. Adicionalmente, se indica que aquel valor que deja la misma cantidad de valores a un lado que al otro, la mediana, toma un valor de 2,6 toneladas métricas por persona.

El valor máximo recogido corresponde al país de Qatar, que emite un total de 43,9 toneladas métricas per cápita, esto puede tener su causa en los proyectos actuales de la industria manufacturera y por la construcción en expansión en el pequeño país, a parte de la creciente congestión de las carreteras a causa del aumento que ha experimentado la población. Por otro lado, el valor mínimo recogido, con una cuantía muy próxima a 0, se corresponde con el país de Somalia pudiendo tener relación con su bajo nivel de desarrollo y nivel de vida.

En cuanto a la simetría, podemos ver que el coeficiente de asimetría toma un valor de 3, lo cual quiere decir que la variable presenta asimetría positiva. También se ha analizado la curtosis, que nos indica cuán de escarpada o achatada es una curva o una distribución. En este caso, la variable tiene un coeficiente de curtosis de 14,42, lo cual quiere decir que la distribución es leptocúrtica (más escarpada), habiendo gran concentración de los valores en torno a la media.

También se ve los resultados del contraste de Jarque-Bera, que estudia si las perturbaciones siguen una distribución normal o no. Obtenemos una probabilidad menor que 0,05, por lo tanto, nos hace rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa

de que la perturbación no sigue una distribución normal.

Por último, también se aprecia un histograma que recoge los valores de nuestros 76 países relativos a cuántas emisiones de dióxido de carbono tienen y, podemos observar que alrededor de 40 países de una muestra de 76 tiene valores de toneladas métricas de dióxido de carbono por persona que oscilan entre valores desde 0 toneladas a 2,5 toneladas, concentrándose aquí el mayor grueso.

3.2.2.- Variables explicativas

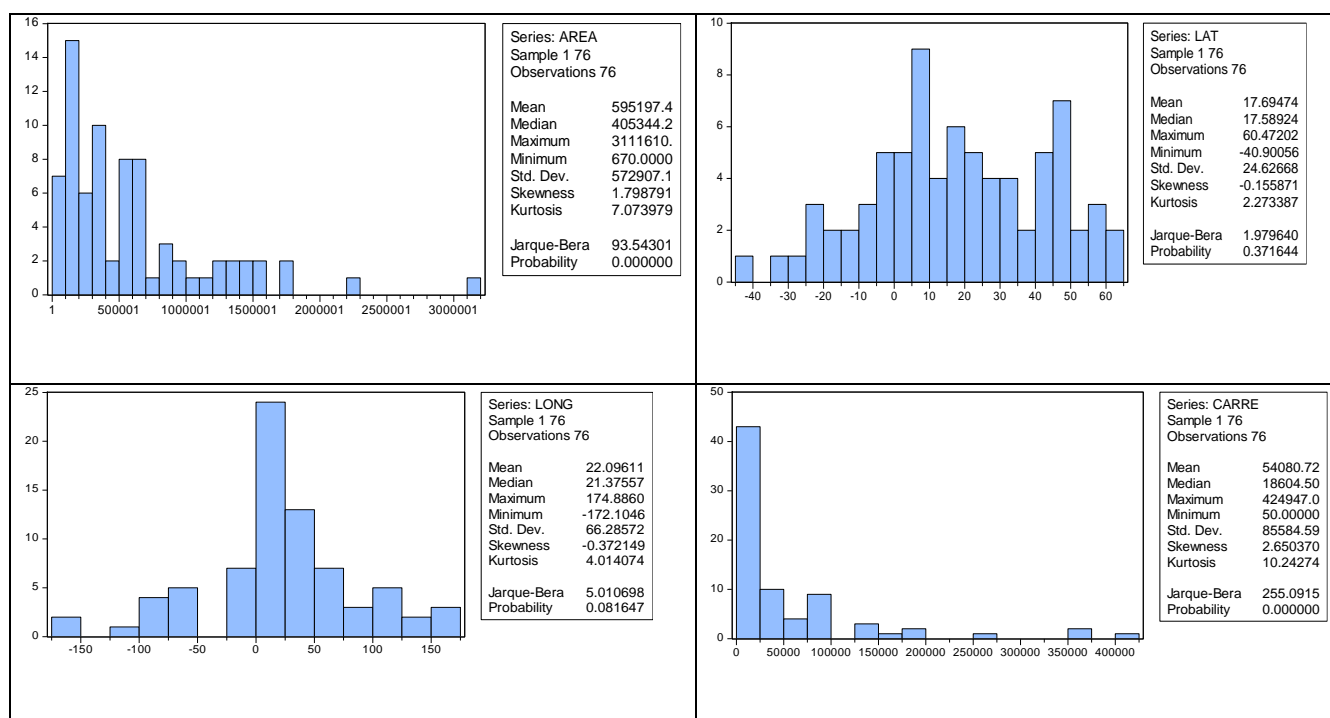
Para nuestras variables explicativas, hemos elegido factores que se pueden agrupar en cuatro categorías: factores demográficos, factores económicos, factores específicos de cada país y tasas de crecimiento.

Hemos procedido al análisis de un total de 15 variables explicativas para intentar explicar el comportamiento de las emisiones de dióxido de carbono, aunque, finalmente, en el modelo no acabemos incluyendo todas y cada una de ellas.

3.2.2.1.- Factores geográficos

- **Área:** el tamaño de un país, medido en kilómetros cuadrados, es probable que tenga un impacto significativo en las emisiones de CO₂ ya que aquellos países que abarcan un mayor territorio tienen un mayor potencial de contaminación. Los países más grandes, teóricamente, necesitan más combustible para recorrer las distancias que separan ciudades dentro del país y, además, disponen de una mayor extensión para el asentamiento de fábricas.
Los datos relativos a esta variable han sido extraídos de la CIA, en *The World Factbook* y son relativos al año 2019.
- **Ubicación:** la ubicación de un país viene representada por dos variables: la latitud y la longitud. Se busca medir los efectos que tiene la posición global de un país en las emisiones de dióxido de carbono. La latitud mide el efecto que tiene estar en el hemisferio norte o sur, mientras que la longitud mide el efecto que tiene estar en el hemisferio oriental u occidental.
Los valores que se han extraído para ambas variables corresponden con las coordenadas decimales y se ha recurrido a Geodatos.net.
- **Carretera:** esta variable mide los kilómetros de carretera que un país posee. Se pensó en incluirla debido a que, a priori, se espera que aquellos países con más kilómetros de carretera tengan un mayor nivel de contaminación ya que hay que recorrer mayores distancias y, cuanto mayor sea esta variable, mayor será el área de un país y, por lo tanto, más personas, habiendo mayor nivel de emisiones también.
Los datos de esta variable han sido recogidos de CIA World Factbook y de la página web del Gobierno de México en su programa de Red de carreteras nacionales.

Gráfico 3.- Análisis descriptivo de las variables de tipo geográfico



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2.- Factores específicos de cada país

Dentro de este tipo de factores, tendremos factores nacionales, como puede ser la población, así como factores sociales, como la tasa de alfabetización. Se ha planteado la hipótesis de que los países desarrollados contaminarán más que los países no desarrollados.

- Población:** se trata de una variable de tipo nacional. Está medida en miles de personas y hace referencia a la gente residente en un determinado país. Se supone que una población más grande necesita más recursos y electricidad, siendo más probable que contamine más. Los datos han sido extraídos de la herramienta económica Datosmacro.com y son relativos al año 2018.
- Urbanización:** esta variable también se corresponde con una de tipo nacional y describe el porcentaje de la población total de un país que vive en zonas urbanas. La relación que se espera entre la tasa de urbanización y las emisiones de dióxido de carbono es que aquellos países con más población urbana tendrán mayor grado de contaminación. Sus datos han sido recogidos de la base de datos del Banco Mundial y corresponden con valores del año 2019.
- Población por debajo de la línea de la pobreza:** es una variable de tipo social. Aunque las definiciones de pobreza varían entre las naciones, el porcentaje de la población por debajo del umbral de la pobreza aún se puede utilizar como un indicador del nivel de vida de un país, haciendo la siguiente interpretación: aquellos países con un menor porcentaje de la población por debajo de la línea de la pobreza, tendrá mayor nivel de contaminación. Los datos que componen esta variable han sido recogidos de CIA World Factbook

y son del año 2010.

- **Tasa de alfabetización:** la tasa de alfabetización es una variable de tipo social que indica el porcentaje de la población mayor de 15 años de un país que puede leer y escribir. Un problema que nos podemos encontrar es que cada país, tiene datos propios, por lo que la edad o estándares pueden ser diferentes. A pesar de estas discrepancias, los valores se consideran comparables y son un buen indicador del nivel educativo de un país.

Los datos relativos a esta variable han sido extraídos de la base de datos del Banco Mundial y se corresponden con el año 2018.

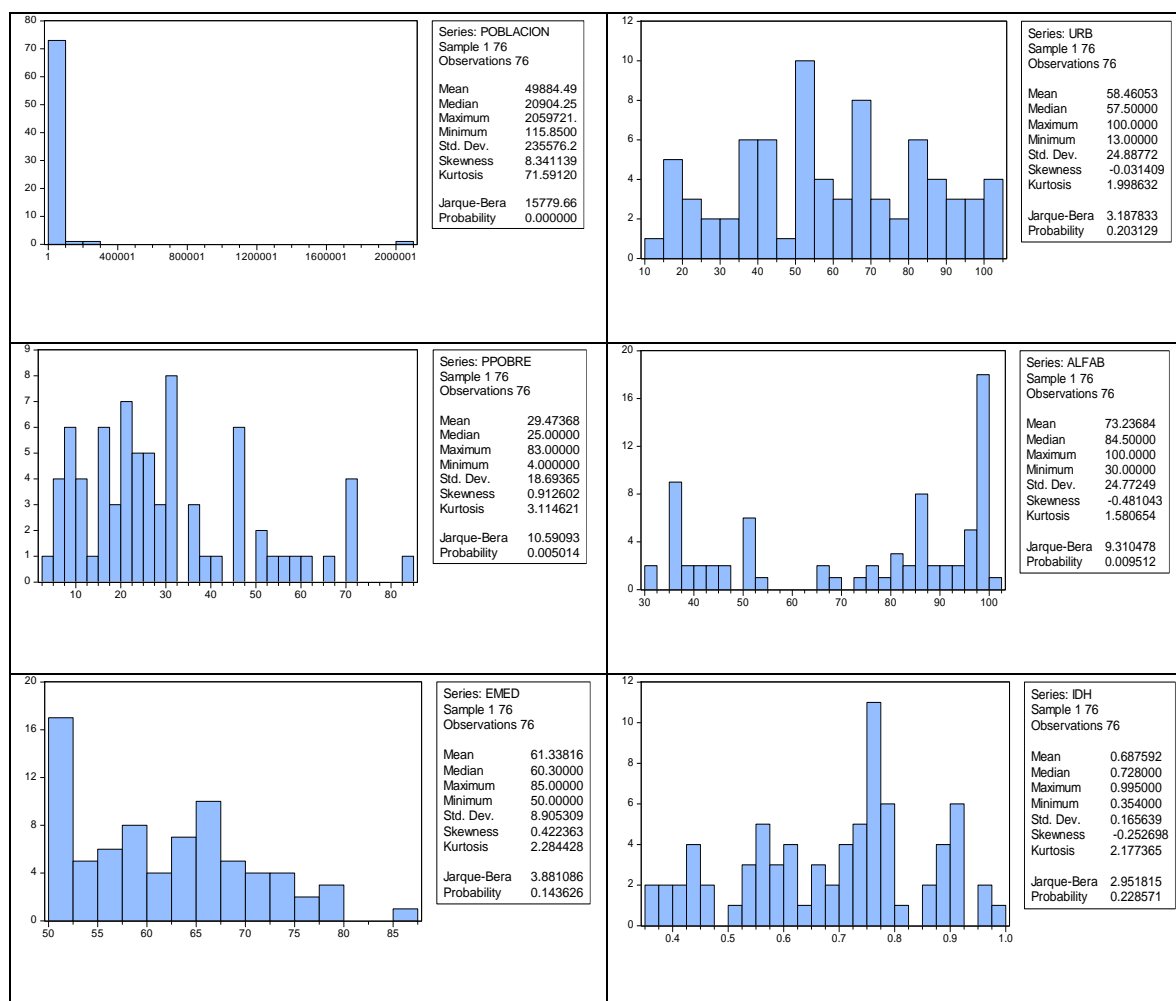
- **Edad mediana del país:** esta variable de tipo social puede indicar cuán avanzado es un país y está correlacionada con muchos otros factores sociales como pueden ser la esperanza de vida y la calidad del sistema de salud. Cabe suponer que un país con una mayor edad mediana, estará más desarrollado y, por lo tanto, tendrá mayor nivel de contaminación. Los valores de la edad mediana de un país indican el porcentaje de población que se encuentra en un rango de edad de entre 15 y 64 años.

Sus valores se han cogido de la base de datos del banco mundial y son relativos al año 2018.

- **Índice de Desarrollo Humano (IDH):** el IDH se trata de una variable de tipo social definida por Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que tiene en cuenta la esperanza de vida, los años medios de escolaridad, los años previstos de escolaridad y los ingresos nacionales. El índice se calcula a partir de la media aritmética de los índices normalizados de cada una de las tres dimensiones que tiene: nivel de vida, salud y educación. Oscila entre los valores 0 y 1 y, por lo tanto, cuanto más grande sea este indicador, mayor nivel de vida tiene el país. Por esta razón, se asocia que aquellos países con un mayor nivel de IDH, tienen más potencial de contaminación.

Sus datos han sido extraídos del informe publicado por la PNUD en 2018 acerca del IDH de cada uno de los países de 2017.

Gráfico 4.- Análisis descriptivo de las variables explicativas específicas de cada país



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3.- Factores de crecimiento

Dentro de esta categoría de variables, se incluyen varias medidas del crecimiento de un país, ya sea en términos de la economía o de la población. Dado que lo más probable es que un país en crecimiento tenga que dedicar más esfuerzo a la producción, las tasas de crecimiento parece que pueden tener un efecto significativo en las emisiones de CO₂.

- **Tasa de urbanización:** describe el porcentaje de crecimiento de la población urbana en un determinado país y en un determinado año. Se puede presuponer que aquellos países con mayores tasas de crecimiento urbano, tendrán mayor impacto en las emisiones de dióxido de carbono. Estos datos han sido recogidos del Banco Mundial, siendo del año 2018.
- **Tasa de crecimiento de la población:** índice el porcentaje de crecimiento de población que experimenta una nación de un año a otro. El promedio anual de cambio porcentual en la población es el resultado de un superávit o déficit de nacimientos y muertes y saldo de migrantes que entran y salen de un país. Se decidió estudiar esta variable también porque ante un mayor aumento de población, la necesidad de desplazamiento, electricidad o producción a causa de una mayor demanda, las emisiones de dióxido de carbono se verán afectadas.

La información necesaria para construir esta variable se ha obtenido del Banco Mundial y es del año 2018.

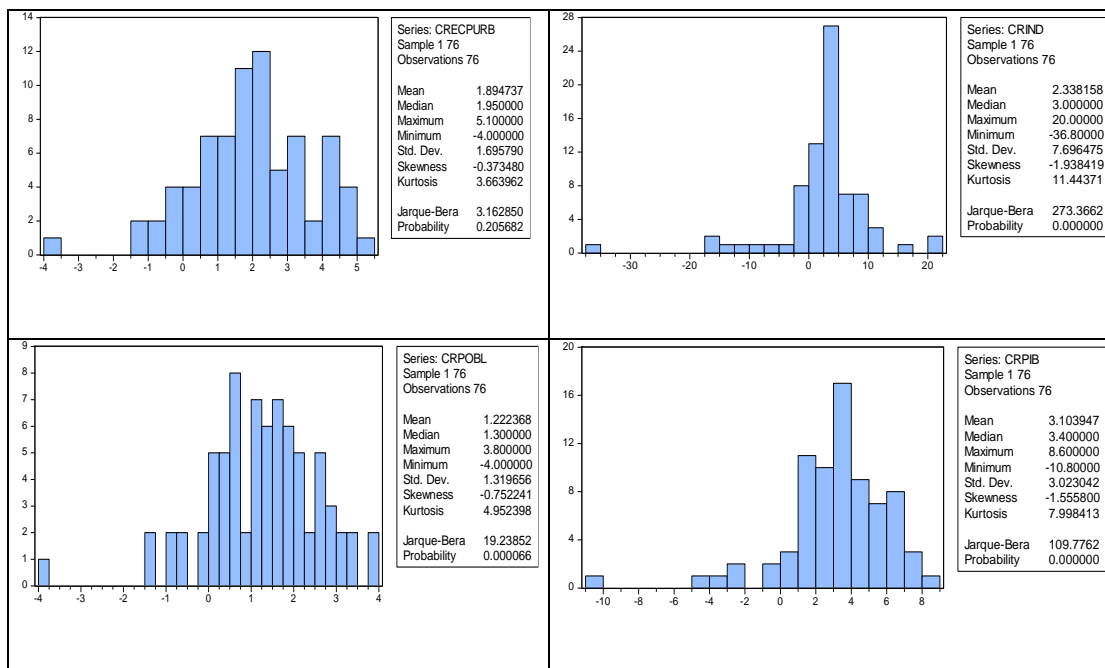
- **Tasa de crecimiento industrial:** esta variable indica el porcentaje anual de crecimiento de la producción industrial (incluye industria manufacturera, minería y construcción). Se piensa que tendrá impacto en las emisiones de dióxido de carbono debido a que una mayor producción industrial supone mayor consumo de energía y mayor afluencia de transporte de mercancías.

Se ha acudido a la base de datos del Banco Mundial y los datos son relativos al año 2017.

- **Tasa de crecimiento del PIB:** este factor mide el porcentaje de crecimiento que ha experimentado el Producto Interior Bruto de un año para otro y se ha calculado sobre una base anual ajustada a la inflación. Una mayor producción se cree que provoca un impacto directo en las emisiones de dióxido de carbono por lo que nos ha resultado interesante el estudiarla.

Los datos han sido extraídos del Banco Mundial y se corresponden con los valores del año 2018.

Gráfico 5.- Análisis descriptivo de las variables explicativas relacionadas con factores de crecimiento



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.4.- Factores económicos

Esta categoría incluye variables que miden la salud económica de un país. Se considera que los países con una economía más fuerte y una mayor cantidad de bienes y servicios producidos, probablemente contaminarán más.

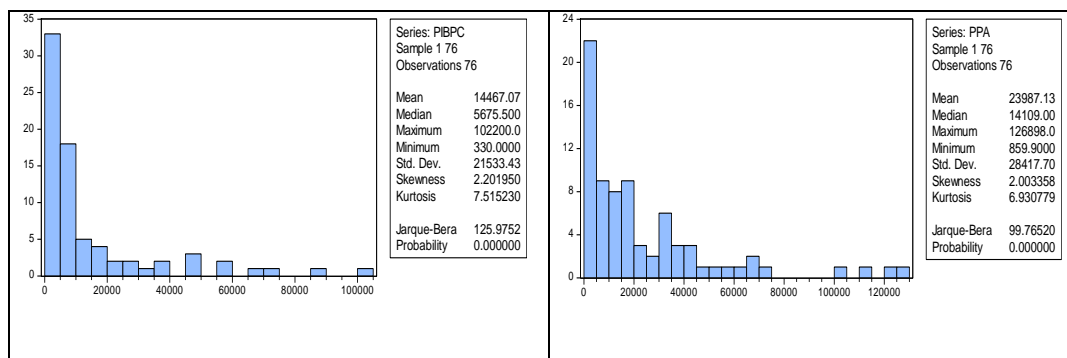
- **Producto Interior Bruto per cápita (PIBpc):** El PIB es el valor de todos los bienes y servicios finales producidos dentro de una nación en un año determinado y viene medido en dólares estadounidenses (\$).

Hemos decidido hacer esta variable per cápita ya que nuestra variable dependiente esta también en términos per cápita y, por lo tanto, la relación entre ambas

variables será más exacta que si incluyésemos el PIB simplemente. Como hemos indicado anteriormente, se espera que aquellos países tengan un mayor nivel de bienes y servicios producidos, tengan más probabilidad de contaminar. Los valores de esta variable han sido obtenidos del Banco Mundial y corresponden con el año 2018.

- **Paridad del Poder Adquisitivo (PPA):** este factor muestra el valor de los bienes y servicios producidos en un determinado país per cápita en un periodo de tiempo determinado, pero al valor monetario de un país de referencia. Esta medida se usa sobre todo para poder comparar entre países sus niveles de producción sin dejar que el tipo de cambio altere los análisis. Sus datos se han obtenido del Banco Mundial para el año 2018.
- **Renta:** se trata de una variable cualitativa que representa el nivel de renta de cada país, dividiéndose en cuatro categorías diferentes: renta alta, renta media-alta, renta media-baja y renta baja. Por tratarse de una variable cualitativa ha sido necesario generar ficticias, cogiendo como grupo de referencia el conjunto de países que están en la categoría más baja. Sus datos han sido recogidos del Banco Mundial.

Gráfico 6.- Análisis descriptivo de las variables explicativas de tipo económico



Fuente: Elaboración propia

4.- ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

4.1.- Metodología

Se va a proceder al análisis a través de modelos de regresión. Cuando se estudia el comportamiento de un determinado fenómeno económico, en nuestro caso las emisiones de CO₂ per cápita, interesa conocer cuáles son las variables que influyen en dicho fenómeno y cómo es la relación que las une. El análisis de regresión es aquella herramienta estadística que aspira a encontrar una relación matemática que explique de la mejor manera el comportamiento de la variable dependiente a partir de otras variables.

Ahora bien, mientras que en las ciencias exactas o experimentales esta relación se puede formular como una función matemática exacta, la realidad estudiada por las ciencias sociales no admite ser descrita mediante una expresión matemática exacta. A pesar de la imposibilidad de encontrar relaciones exactas, tratamos de buscar relaciones matemáticas que expliquen aproximadamente una variable a partir de otra y permitan su predicción.

Para realizar este tipo de análisis, se construyen modelos de regresión lineales, estos pueden ser simples si solo incluyen una variable explicativa o múltiples si incluyen más

de una variable explicativa en el modelo. En nuestro caso, vamos a construir modelos de regresión lineal múltiples cuya especificación se puede expresar de forma escalar:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \quad \text{para } i = 1, \dots, N$$

Por un lado, Y se trata de la variable dependiente, endógena o explicada mientras que X representa las variables explicativas, que tratarán de explicar el comportamiento de Y. Por otro lado, los coeficientes β miden la relación que hay entre Y y X y no se conocen, simplemente se estiman. ε representa a la perturbación y es una variable aleatoria desconocida que explica la parte de Y que no es explicada por los regresores del modelo, recogiendo la variabilidad de la relación. Al introducir este componente al modelo lo dotamos de aleatoriedad y de un mayor realismo ya que estamos aceptando incertidumbre en cualquier comportamiento social. Por último, cabe señalar que N es el número de observaciones o datos.

A la hora de determinar si un modelo tiene buenas propiedades, debemos de comprobar si cumplen lo que se denominan las hipótesis clásicas y que abordan diferentes aspectos. En primer lugar, la relación entre las variables: el modelo ha de estar correctamente especificado, esto quiere decir que los coeficientes han de ser constantes, en otras palabras, debe haber permanencia estructural y, además, tiene que haber linealidad en los parámetros. En segundo lugar, el término de perturbación: el valor esperado del término de la perturbación ha de ser 0, las perturbaciones tienen varianzas constantes y tienen que estar incorrelacionadas, es decir, tener covarianza nula. En caso contrario, tendremos problemas de heteroscedasticidad y autocorrelación respectivamente. Adicionalmente, tiene que haber normalidad en la distribución de ε . En tercer lugar, no debe haber relación lineal entre los regresores ya que si no estaríamos ante un caso de multicolinealidad y deben de ser no aleatorios o no estocásticos, deben ser fijos en muestras repetidas.

Por último, cabe mencionar el método de estimación que vamos a usar en nuestro modelo econométrico y va a ser el de mínimos cuadrados ordinarios. Su objetivo es obtener estimadores de los parámetros β y σ^2 y consiste en buscar aquella recta que minimice Σe^2 .

4.2.- Modelo inicial

Primeramente, se ha partido del siguiente modelo inicial (véase Tabla 1), en el cual, se incluyeron todas las variables creadas disponibles.

Para saber si el modelo tiene buenas propiedades, hemos llevado a cabo diferentes tipos de análisis. En primer lugar, hemos estudiado tanto la significación conjunta del modelo como la significación individual de los regresores. A través del valor del estadístico $F=23,63$ y su p-valor, que es menor que 0,05, podemos afirmar que el modelo es significativo conjuntamente y, por lo tanto, los regresores incluidos dentro del modelo inicial son significativos conjuntamente a la hora de explicar nuestra variable dependiente.

Por otro lado, a la hora de analizar la significación individual de las variables explicativas, nos hemos fijado en sus p-valores. Observando dichos valores podemos ver que muchas variables tienen un p-valor < 0,05, lo que quiere decir que son significativas a la hora de explicar el comportamiento de las emisiones de dióxido de carbono per cápita. Sin embargo, hay otras variables cuyo p-valor > 0,05, pareciendo primeramente no significativas; esto se puede deber a que haya errores de especificación consistentes en inclusión de variables irrelevantes o a la existencia de una fuerte multicolinealidad entre las variables explicativas que más tarde se analizará.

Tabla 1.- Estimación por MCO del modelo que explica las emisiones de CO₂ a partir de todos los regresores

Dependent Variable: CODOS
 Method: Least Squares
 Sample: 1 76
 Included observations: 76

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ALFAB	-0.108780	0.042022	-2.588670	0.0123
AREA	2.11E-06	7.51E-07	2.811619	0.0068
CARRE	6.33E-08	8.27E-08	0.765043	0.4475
CRECPURB	-0.062408	0.612326	-0.101919	0.9192
CRIND	-0.024615	0.049179	-0.500513	0.6187
CRPIB	-0.099179	0.133129	-0.744983	0.4594
CRPOBL	0.309949	0.740423	0.418610	0.6771
EMED	0.799512	0.143399	5.575446	0.0000
IDH	-0.419554	8.822188	-0.047557	0.9622
LAT	0.001838	0.016271	0.112941	0.9105
LONG	-0.008174	0.005219	-1.566199	0.1229
PIBPC	-0.000146	3.93E-05	-3.718803	0.0005
POBLACION	8.59E-07	1.28E-06	0.670187	0.5055
PPA	0.000164	3.04E-05	5.375409	0.0000
PPOBRE	0.007570	0.022016	0.343843	0.7323
RENT1	-0.741328	1.739188	-0.426250	0.6716
RENT2	-1.749114	1.405671	-1.244327	0.2186
RENT3	-0.016448	1.169131	-0.014069	0.9888
URB	-0.041889	0.021879	-1.914520	0.0607
C	-36.39669	5.018107	-7.253072	0.0000
R-squared	0.889104	Mean dependent var	4.300000	
Adjusted R-squared	0.851478	S.D. dependent var	6.481893	
S.E. of regression	2.498028	Akaike info criterion	4.889815	
Sum squared resid	349.4481	Schwarz criterion	5.503165	
Log likelihood	-165.8130	Hannan-Quinn criter.	5.134939	
F-statistic	23.63029	Durbin-Watson stat	2.286972	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, se ha realizado un análisis sobre las correlaciones de las variables que aparecen en el modelo. Para poder hacerlo, hemos construido la matriz de correlaciones que queda adjuntada en el Anexo 3. A través de dicha matriz, se pueden ver dos cosas: la relación que guardan los regresores con la variable endógena, siendo un aspecto muy positivo que haya variables explicativas con un coeficiente de correlación muy alto con respecto a las emisiones de CO₂ ya que esto significa que guardan una relación fuerte y, por consiguiente, aquellas variables explicarán el comportamiento de nuestra variable endógena. Por otro lado, también se puede estudiar la correlación que guardan los regresores entre sí, en el caso de que haya variables que tengan un coeficiente de correlación fuerte entre ellas, habrá problemas de multicolinealidad.

En cuanto a nuestro modelo, se puede observar que hay variables muy relacionadas con nuestra variable dependiente como es el caso de 'AREA' o 'PPA', lo cual es un aspecto positivo ya que indica significación por su parte. Sin embargo, también se puede observar que existe una fuerte correlación entre variables como 'IDH' y 'EMED', por ejemplo, lo cual origina un problema de multicolinealidad en este modelo inicial.

En tercer lugar, se ha llevado a cabo un análisis del factor de inflación de la varianza.² Se trata de una herramienta muy usada para poder detectar multicolinealidad en un modelo. Esta no trata de un test estadístico que contraste si es grave la existencia de multicolinealidad sino que trata de establecer umbrales a partir de los cuales el problema planteado se considera preocupante, según explican Rodríguez, García y Salmerón (2017).

Para analizar este problema es necesario examinar el estimador de la varianza de un coeficiente, que tiene la siguiente fórmula:

$$\text{Var}(\beta) = \sigma^2 / T(1-R_{2j})S_{2j}$$

Siendo R_{2j} el coeficiente de determinación obtenido al efectuar la regresión de X_j sobre el resto de regresores y S_{2j} la varianza muestral del regresor X_j .

También es necesario plantear la siguiente fórmula, que indica la varianza que habría tenido el estimador de la variable X_j en el caso de que esta variable estuviese totalmente incorrelacionada con el resto de regresores:

$$\text{Var}(\beta) = \sigma^2 / TS_{2j}$$

El coeficiente entre ambas varianzas es lo que se denomina ‘factor de inflación’ y tiene la siguiente fórmula:

$$\text{VIF}(\beta) = 1 / (1 - R_{2j})$$

Este mide en qué medida se agranda la varianza del estimador como consecuencia de la no incorrelación completa de los regresores.

Dicha herramienta aplicada a nuestro modelo inicial se puede ilustrar en la Tabla 2.

² Al tratarse de un tema que no se ha impartido en clase, ha sido necesario consultar diversos manuales, entre ellos el de Gujarati y Porter (2010). Por este motivo, se ha decidido dar a esta parte del análisis un carácter teórico.

Tabla 2.- Factor de inflación de la varianza

Variance Inflation Factors

Sample: 1 76

Included observations: 76

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
ALFAB	0.001766	128.3753	13.02417
AREA	5.65E-13	4.662559	2.226927
CARRE	6.84E-15	1.220284	1.199531
CRECPURB	0.374944	29.35308	12.95916
CRIND	0.002419	1.882943	1.721906
CRPIB	0.017723	4.026375	1.946709
CRPOBL	0.548226	21.45149	11.47488
EMED	0.020563	961.8597	19.59994
IDH	77.83100	473.8255	25.66533
LAT	0.000265	2.939163	1.929657
LONG	2.72E-05	1.600364	1.438398
PIBPC	1.55E-09	12.56631	8.622475
POBLACION	1.64E-12	1.144390	1.094651
PPA	9.25E-10	15.46648	8.981751
PPOBRE	0.000485	7.164296	2.035874
RENT1	3.024775	10.66402	7.577069
RENT2	1.975911	7.282835	5.078819
RENT3	1.366867	4.161840	3.121380
URB	0.000479	23.48970	3.563778

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar, hay variables cuyo valor del factor de inflación de la varianza es elevado, de hecho, teóricamente, se considera que a partir de valores mayores a 10, existen problemas de multicolinealidad importantes a tener en cuenta y, en el modelo inicial, varias variables superan dicho valor como es el caso de IDH con un valor de 25,67, EMED con un valor de 19,60 o ALFAB con un valor de 13,02. Esto nos indica de nuevo que existe una correlación muy fuerte entre algunas de nuestras variables explicativas y, por lo tanto, multicolinealidad.

Para llegar a un mejor modelo dados los problemas que se han detectado en el modelo inicial se ha planteado el método de selección de variables hacia atrás, es decir, se ha ido eliminando una a una aquellas variables menos significativas con un p-valor mayor y, a la vez, se ha tenido en cuenta cómo se modificaba el valor de R^2 ajustado: si al eliminar la variable, su valor aumentaba, se daba el cambio por bueno, sin embargo, se nos ha dado el caso de eliminar una variable aparentemente no significativa y, sin embargo, el R^2 ajustado bajaba, por lo que hemos conservado en esos casos la variable. Adicionalmente, cabe señalar que también se ha considerado la posibilidad de trabajar con las variables, tanto la endógena como las exógenas, en logaritmos para dar más estabilidad a los regresores y reducir las observaciones atípicas, dando mejores resultados por lo que nuestro modelo final tiene todas sus variables en logaritmos a excepción de la variable ficticia.

4.3.- Modelo final

Tras varias modificaciones, este es el modelo que vamos a considerar como modelo final (véase Tabla 3). Se trata de un modelo con cinco regresores, cuatro de ellos cuantitativos y uno de ellos cualitativo, con 76 observaciones y de corte transversal. A continuación, vamos a hacer una breve descripción del modelo y, después, se someterá a una serie de test para ver si tiene algún tipo de problema.

Tabla 3.- Estimación por MCO del modelo que explica las emisiones de CO₂ a partir de la población, edad mediana, tasa de alfabetización, PIB per cápita y la variable ficticia RENT3

Dependent Variable: LOG(CODOS)
 Method: Least Squares
 Sample: 1 76
 Included observations: 76

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(EMED)	7.271998	0.482777	15.06286	0.0000
LOG(POBLACION)	0.134923	0.032259	4.182442	0.0001
LOG(ALFAB)	0.828133	0.183195	4.520502	0.0000
LOG(PIBPC)	0.061698	0.036091	1.709498	0.0918
RENT3	0.307443	0.073626	4.175748	0.0001
C	-34.70980	1.455201	-23.85223	0.0000
R-squared	0.974886	Mean dependent var	0.555273	
Adjusted R-squared	0.973092	S.D. dependent var	1.517115	
S.E. of regression	0.248864	Akaike info criterion	0.131837	
Sum squared resid	4.335332	Schwarz criterion	0.315842	
Log likelihood	0.990208	Hannan-Quinn criter.	0.205374	
F-statistic	543.4474	Durbin-Watson stat	1.921967	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia

$$\text{CODOS}_i = -34,71 + 7,27 \log(\text{EMED})_i + 0,13 \log(\text{POBLACION})_i + 0,83 \log(\text{ALFAB})_i + 0,06 \log(\text{PIBPC})_i + 0,31 \text{RENT3}_i$$

En primer lugar, hay que realizar una pequeña descripción de los estimadores, teniendo en cuenta que debido a que las variables están expresadas en logaritmos, estos se deben de explicar en términos de elasticidad:

- $\beta_0 = -34,71$: se trata del término fijo e indica que, en ausencia de variables explicativas, las toneladas métricas de CO₂ por persona tomarían ese valor.
- $\beta_1 = 7,27$: muestra que, ante un incremento del 1% de la edad mediana de un país, las emisiones aumentarían en un 7,27 %. Esto quiere decir que aquellos países más desarrollados tendrán mayores emisiones
- $\beta_2 = 0,13$: este valor indica que ante un aumento del 1% de la población de un país, medida en miles de habitantes, las emisiones de dióxido de carbono per cápita se incrementarían en un 0,13%, representando una relación positiva, resultados que reafirman una de las conclusiones de Padilla y Alcántara (2005) que consideraban a la población uno de los factores más influyentes en el aumento de las emisiones de dióxido de carbono.
- $\beta_3 = 0,83$: este valor nos muestra que un incremento del 1% en la tasa de alfabetización de un país está asociado con un incremento del 0,83% de las

emisiones de dióxido de carbono. Por lo tanto, como bien se puede observar con la variable EMED también, aquellos países que estén más desarrollados tienen un mayor potencial de contaminación.

- $\beta_4=0,06$: indica que, ante un incremento del 1% del PIB per cápita de un país, las emisiones se verían incrementadas en un 0,06%. Este resultado que muestra una relación directa entre el nivel de emisiones y el PIB per cápita de un país coincide con uno de los resultados del trabajo de Padilla y Alcántara (2005) que afirma que ‘las diferencias regionales en las emisiones per cápita se explican en gran medida por las diferencias en el PIB per cápita’.
- $\beta_5=0,31$: Los países que tienen un nivel de renta medio-bajo, en comparación con los de nivel de renta bajo, incrementan su nivel de emisiones de dióxido de carbono en un 0,31%. Como resultado se puede observar que a mayor nivel de renta y, por lo tanto, de desarrollo económico de un país, mayores serán sus niveles de contaminación.

Adicionalmente, para saber cuál de las variables que aparecen en nuestro modelo final tiene un mayor efecto sobre la variable dependiente, hemos hecho uso de los coeficientes escalados al tener gran parte de nuestras variables en logaritmo. Los resultados se pueden observar en la Tabla 4.

Tabla 4.- Coeficientes escalados

Scaled Coefficients
Sample: 1 76
Included observations: 76

Variable	Coefficient	Standardized Coefficient	Elasticity at Means
LOG(EMED)	7.271998	0.686380	53.77587
LOG(POBLACION)	0.134923	0.112254	2.346871
LOG(ALFAB)	0.828133	0.217065	6.299066
LOG(PIBPC)	0.061698	0.063096	0.949194
RENT3	0.307443	0.088333	0.138420
C	-34.70980	NA	-62.50942

Fuente: Elaboración propia

A través de este análisis se puede ver que aquellas variables que tienen un mayor efecto sobre las emisiones de dióxido de carbono son variables indicativas de desarrollo: la edad mediana y la tasa de alfabetización, destacando la primera por encima de todas.

Seguidamente, se ha comprobado la significación conjunta del modelo: se puede ver que posee un p-valor de 0, lo cual significa que nuestro modelo es significativo de forma conjunta y, por lo tanto, las variables son significativas conjuntamente a la hora de explicar el comportamiento de la variable dependiente.

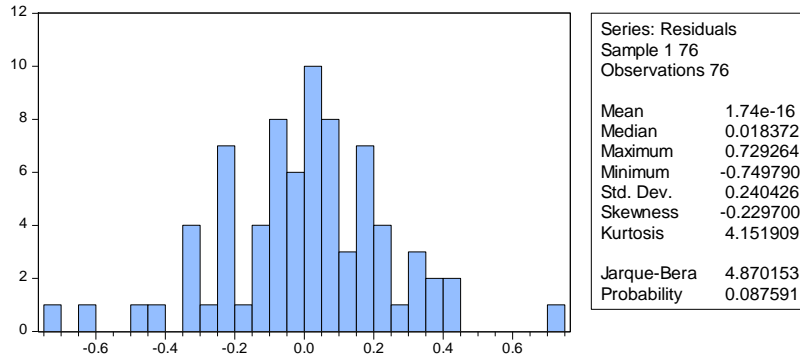
Por otro lado, también se ha comprobado la significación individual de cada una de las variables que aparecen en el modelo a través de su p-valor: las variables EMED, POBLACIÓN, ALFAB y RENT3 presentan valores de $p < 0.05$ lo que significa que son significativas de forma individual a la hora de explicar cómo se comportan las emisiones de dióxido de carbono. Además, tenemos a la variable PIBPC que, aparentemente parece no significativa al tener un $p\text{-valor} > 0.05$, sin embargo, su eliminación provoca una reducción del valor de R_2 ajustado y, por lo tanto, sin ella caeríamos en un problema de omisión de variable relevante por lo que la hemos dejado en el modelo final.

Adicionalmente, también cabe comentar el valor que tiene el coeficiente de nuestra variable dependiente, emisiones de dióxido de carbono per cápita, es explicado por los regresores que aparecen en el modelo.

Tras realizar este análisis sobre el modelo, lo someteremos a una serie de test para detectar posibles problemas en él.

En primer lugar, hemos estudiado la normalidad de las perturbaciones, si ε sigue una distribución $N(0, \sigma^2)$. Para ello, hemos sometido nuestro modelo final al test de Jarque-Bera (véase en el Gráfico 7).

Gráfico 7.- Test de normalidad de las perturbaciones del modelo final



Fuente: Elaboración propia

Hemos obtenido un p-valor de 0,09 aproximadamente, al ser mayor que 0,05 aceptaríamos la hipótesis nula de este contraste y podemos afirmar que el modelo no tiene problemas de normalidad de sus perturbaciones.

En segundo lugar, hemos analizado si hay problemas de heteroscedasticidad, es decir, hemos detectado si las varianzas de las perturbaciones son o no iguales. Para ello, nos hemos ayudado del contraste asintótico de White, ilustrado en la Tabla 5.

Tabla 5.- Contraste de White para detectar heteroscedasticidad

Heteroscedasticity Test: White

F-statistic	7.678118	Prob. F(19,56)	0.0000
Obs*R-squared	54.91861	Prob. Chi-Square(19)	0.0000
Scaled explained SS	73.42300	Prob. Chi-Square(19)	0.0000

Fuente: Elaboración propia

Podemos ver que el estadístico F toma un valor de 7,68 y que el p-valor es 0, menor que 0,05. Estos resultados nos hacen rechazar la hipótesis nula propia del contraste y aceptar que existen problemas de heteroscedasticidad en nuestro modelo final.

El hecho de que se haya detectado este problema tiene una serie de consecuencias en el modelo: los estimadores siguen siendo lineales, insesgados y consistentes, sin embargo, ya no tendrían mínima varianza. Este hecho tiene como consecuencia la invalidez de los contrastes de hipótesis y los intervalos de confianza basados en los estadísticos t y F, por

ejemplo, los test de significación individual o conjunta.

Para corregir este problema, se ha construido la matriz de White (véase Tabla 6), cuya finalidad es calcular correctamente la desviación típica de los estimadores MCO en presencia de heteroscedasticidad y, por consiguiente, poder seguir utilizando los contrastes de hipótesis de la t y la F.

Tabla 6.- Matriz de varianzas y covarianzas de White para corregir la heteroscedasticidad del modelo final

Dependent Variable: LOG(CODOS)
 Method: Least Squares
 Sample: 1 76
 Included observations: 76
 White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(EMED)	7.271998	0.422676	17.20467	0.0000
LOG(POBLACION)	0.134923	0.076874	1.755119	0.0836
LOG(ALFAB)	0.828133	0.213918	3.871268	0.0002
LOG(PIBPC)	0.061698	0.028466	2.167471	0.0336
RENT3	0.307443	0.090522	3.396316	0.0011
C	-34.70980	1.206610	-28.76637	0.0000
R-squared	0.974886	Mean dependent var		0.555273
Adjusted R-squared	0.973092	S.D. dependent var		1.517115
S.E. of regression	0.248864	Akaike info criterion		0.131837
Sum squared resid	4.335332	Schwarz criterion		0.315842
Log likelihood	0.990208	Hannan-Quinn criter.		0.205374
F-statistic	543.4474	Durbin-Watson stat		1.921967
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia

Por último, también hemos estudiado el problema de la autocorrelación, dicho en otras palabras, hemos comprobado si se cumple la incorrelación entre las perturbaciones del modelo. Si bien este es un problema muy común en modelos de series temporales, hemos querido incluirlo en nuestro análisis ya que también puede tener su origen en problemas de especificación del modelo o mala especificación funcional que se podrían dar perfectamente en un modelo de corte transversal como el nuestro.

Con la finalidad de comprobar la existencia de este problema, se ha usado el contraste de Breusch y Godfrey (véase Tabla 7) aunque también se podría haber utilizado el contraste de Durbin-Watson.

Tabla 7.- Contraste de Breusch y Godfrey

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.100446	Prob. F(1,69)	0.7523
Obs*R-squared	0.110476	Prob. Chi-Square(1)	0.7396

Fuente: Elaboración propia

Con este contraste obtenemos un valor de p de 0,74 que es superior a 0,05. Por lo tanto, aceptaríamos la hipótesis nula del contraste y afirmamos que no existen problemas de autocorrelación en nuestro modelo final.

5.- Conclusiones

A la hora de llevar a cabo el análisis, se han tenido en cuenta variables de diferente origen: geográficas, económicas, específicas de cada país y tasas de crecimiento con el objetivo de hacer visible la variedad de causas que afectan al alto nivel de contaminación que hoy en día sufre nuestro planeta. A través de nuestro análisis se ha podido comprobar qué perfil tienen aquellos países que contaminan más: países desarrollados social y económicamente y con mayor número de habitantes.

Sin embargo, no todos los factores han resultado igual de relevantes a la hora de explicar el comportamiento de las emisiones de CO₂. En primer lugar, no se han considerado en el modelo final las variables de tipo geográfico debido a que a través de los análisis de significación individual se ha podido comprobar que la ubicación geográfica de un país no determina si éste contamina más o menos. En segundo lugar, las tasas de crecimiento tampoco han resultado significativas a la hora de explicar el comportamiento de las emisiones de dióxido de carbono. Por otro lado, aquellas variables que han resultado de gran importancia a la hora de entender el comportamiento de la que es nuestra variable dependiente han sido aquellas de tipo económico y de desarrollo social. Podemos deducir que lo que realmente condiciona el potencial de contaminación en cada uno de los países es su nivel de desarrollo en cuanto a educación y nivel de vida, visto a través de las variables de la edad mediana y la tasa de alfabetización, su nivel de desarrollo económico representado a través del producto interior bruto per cápita y nivel de renta de cada país y, por último, como era de esperar, su tamaño poblacional. Aunque todas estas últimas han sido significativas en nuestro modelo, cabe destacar el efecto de las variables que definen el desarrollo de nivel de vida y educación de un país por encima de las de tipo económico o demográfico como bien se ha podido comprobar a la hora de usar los coeficientes escalados en el modelo final para ver qué variables tenían mayor efecto sobre la variable endógena.

Por otro lado, en cuanto a la construcción del modelo, hemos conseguido un modelo que consigue explicar el 97% de la variabilidad de las emisiones de dióxido de carbono per cápita a través de las variables incluidas que han sido de tipo económico y de desarrollo social. Se han detectado problemas de multicolinealidad ya que entre las variables de mismo origen existía una fuerte correlación entre ellas. Para reducir este problema y dar más estabilidad a los estimadores, se han expresado las variables en logaritmos, lo que ha mejorado el modelo considerablemente. Además, también se han detectado problemas de heteroscedasticidad cuyas consecuencias que afectaban al modelo y a la validez de sus contrastes han sido solucionadas a través de la matriz de White.

Este estudio podría ayudar al gobierno a la toma de decisiones relacionadas con la implementación de políticas encaminadas a reducir los niveles de CO₂. Los resultados muestran qué tipo de factores son los más influyentes en el comportamiento de las emisiones de este gas y podrían servir a la hora de ver en qué aspectos hay que centrarse para llevar a cabo dichas políticas o cómo hacerlas más efectivas poniendo especial atención en aquellos factores más relevantes.

Referencias bibliográficas

Artículos e informes:

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

http://revistaeconomiacritica.org/sites/default/files/revistas/n4/2_analisis_emisiones.pdf

Alfranca Burriel, O. (2012): Evolución del pensamiento económico sobre los recursos naturales. *Información Comercial Española, ICE: Revista de economía*, N° 835, p.77-94. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3997997>

Ayuntamiento de Madrid, *Información general sobre Madrid Central* (Consulta en junio 2020). Disponible en:

<https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Movilidad-y-transportes/Madrid-Central-Zona-de-Bajas-Emisiones/Madrid-Central-Informacion-General/?vgnextfmt=default&vgnextoid=a67cda4581f64610VgnVCM2000001f4a900aRCRD&vgnnextchannel=508d96d2742f6610VgnVCM1000001d4a900aRCRD>

Díaz Vázquez, M.R. y Cancelo, M.T. (2010): Análisis de los factores determinantes de la evolución de las emisiones de CO₂ y de azufre en países OCDE mediante descomposición econométrica. *Revista de Economía Mundial*, N° 26, p.85-106. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3600372>

Domínguez Torreiro, M.(2004): *El papel de la fisiocracia en nuestros días: una reflexión sobre el análisis económico de los recursos naturales y el medio ambiente*. *Revista galega de economía: Publicación Interdisciplinar de Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, Vol. 13, N° 1-2, p.61-72.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1104422>

El Confidencial (abril 2020): *El calentamiento global no frena su avance: 2020 será uno de los años más cálidos*. Disponible en:

https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2020-04-07/calentamiento-global-2020-ano-record-calor_2537964/

Gobierno de España: Ambiente y Calidad del aire, Definición de contaminación atmosférica (Consulta: Junio 2020)

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/>

Hernández Brito, D. (2014): *Evolución del pensamiento económico en la problemática ambiental*. Disponible en:

https://ideas.repec.org/a/erv/rccsrc/y2014i2014_0210.html

Micó Boltó, B. (2018): Análisis de las emisiones de CO₂ en España en el último septenio. Trabajo de fin de grado en la Universitat Politècnica de Valencia. Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/110638/MICO%20-%20An%C3%A1lisis%20de%20las%20emisiones%20de%20CO2%20en%20Espa%C3%B1a%20en%20el%20C3%BA%20ultimo%20septenio..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morán Seminario, H. (1999): *Ciencia económica, economía ecológica y crisis del paradigma cartesiano*. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Vol. 4, p.159-174. Disponible en:

http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/publicaciones/economia/numeros/1999_n14.htm

Núñez Gómez, R. (2015): Crecimiento económico y emisiones de CO2 para el periodo 1990-2010. Trabajo fin de grado, Universidad de Cantabria. Disponible en:

<https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/8012>

Otero, A. (2020): *Las ventas de coches eléctricos en 2019 vuelven a duplicarse en España, con el Tesla Modelo 3 como más vendido*. Artículo publicado en Motorpasión.

<https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/ventas-coches-electricos-2019-vuelven-a-duplicarse-espana-tesla-model-3-como-vendido>

Planelles, M. y Criado, M.A. (mayo 2020): *Las emisiones de dióxido de carbono caerán entre un 4% y 7% este año por el confinamiento*. Periódico El País. Disponible en:

<https://elpais.com/sociedad/2020-05-19/las-emisiones-de-dioxido-de-carbono-caeran-entre-un-4-y-7-este-ano-por-el-confinamiento.html>

Schauenberg, T. (enero 2020): *Incendios forestales: el cambio climático y la deforestación aumentan el riesgo global*. Emisora Deutsche Welle. Disponible en:

<https://www.dw.com/es/incendios-forestales-el-cambio-clim%C3%A1tico-y-la-deforestaci%C3%B3n-aumentan-el-riesgo-global/a-51946276>

Viladrich Grau, M. (2004): Las principales aportaciones a la teoría de la regulación medioambiental. Los últimos cuarenta años. Economía agraria y recursos naturales. Vol. 4, Nº 8, p.41-62. Disponible en:

<https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/46623>

Zilio, M. (2007): *Determinantes de las emisiones de dióxido de carbono en América Latina*. XLI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política Bahía Blanca. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5461107>

Material teórico:

Corrales Herrero, H.: *Material Docente de Econometría I*

Corrales Herrero, H.: *Material Docente de Econometría II*

Gujarati, D. y Porter, D. (2010): *Econometría*. Quinta Edición. p.328. Disponible en:

https://www.academia.edu/5948756/Econometria_Damodar_N_Gujarati?auto=download

Bases de datos:

Banco Mundial (2018): *Crecimiento de la población (% anual)*

<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.GROW>

Banco Mundial (2018): *Crecimiento de la población urbana (% anual)*

<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.GROW>

Banco Mundial (2018): *Crecimiento del PIB (% anual)*

<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>

Banco Mundial (2018): *Industria, valor agregado (% de crecimiento anual)*
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.IND.TOTL.KD.ZG>

Banco Mundial (2018): *PIB per cápita (US\$ a precios actuales)*
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD>

Banco Mundial (2018): *PIB per cápita, PPA (\$ a precios internacionales actuales)*
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.PP.CD>

Banco Mundial (2018): *Población entre 15 y 64 años de edad (% del total)*
<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.1564.TO.ZS>

Banco Mundial (2018): *Población urbana (% del total)*
<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS>

Banco Mundial (2018): *Tasa de alfabetización, total de adultos (% de personas con 15 años o más)*
<https://datos.bancomundial.org/indicador/se.adt.litr.zs>

Banco Mundial: *Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita)* (2018)
<https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2>

CIA, The World Fact Book: *Territorio nacional por países* (2019):
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>

CIA, The World Fact Book: *Países por kilómetros de Carretera* (2007)
https://es.wikipedia.org/wiki/CIA_World_Factbook

CIA, The World Fact Book: *Population below the poverty line* (2010)
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2046.html>

Datosmacro.com (2019): *Densidad de población (pers. Por km2, Variable Población.*
Disponible en:
<https://datosmacro.expansion.com/demografia/poblacion>

Geodatos.net: *Buscador de coordenadas geográficas* (Consulta en marzo 2020):
<https://www.geodatos.net/coordenadas>

PNUD (2018): *Índices e indicadores del desarrollo humano*
http://hdr.undp.org/sites/default/files/2018_human_development_statistical_update_es.pdf

Red Nacional de Caminos, Gobierno de México: *Georreferencias de la red nacional de caminos* (Consulta en marzo 2020):
<https://www.gob.mx/imt/acciones-y-programas/red-nacional-de-caminos>

Banco Mundial: *Income Group* (Consulta en mayo 2020)
<https://wits.worldbank.org/countryprofile/metadata/en/country/all>

Anexo 1

Tabla 8.- Relación de variables y nombres asignados en EViews

Variable	Nombre en EViews
Emisiones de CO2 per cápita	CODOS
Tasa de alfabetización	ALFAB
Área	AREA
Kilómetros de carretera nacional	CARRE
Tasa de crecimiento de la población urbana	CRECPURB
Tasa de crecimiento del PIB	CRPIB
Tasa de crecimiento de la industria	CRIND
Tasa de crecimiento de la población	CRPOBL
Edad mediana	EMED
Índice de Desarrollo Humano	IDH
Latitud	LAT
Longitud	LONG
PIB per cápita	PIBPC
Población del país	POBLACIÓN
PIB per cápita en términos de paridad del poder adquisitivo	PPA
RENTA	RENTA
Urbanización	URB

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

Gráfico 8.- Países que forman parte de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

Tabla 9.- Matriz de correlaciones entre las variables

	CODOS	ALFAB	AREA	CARRE	CRECPURB	CRIND	CRPIB	CRPOBL	EMED	IDH	LAT	LONG	PIBPC	POBLACION	PPA	PPOBRE	RENT1	RENT2	RENT3	RENT4	URB
CODOS	1.000000	0.548802	0.737458	-0.069416	-0.126092	0.025700	-0.055443	-0.000779	0.801724	0.685707	0.219681	0.167111	0.511525	0.018966	0.675039	-0.409925	0.537535	-0.063608	-0.278427	-0.257781	0.557725
ALFAB	0.548802	1.000000	0.335081	-0.105900	-0.580322	0.062548	0.015495	-0.455129	0.888901	0.932252	0.443541	0.051321	0.528528	0.103327	0.563882	-0.601484	0.569188	0.257859	-0.378462	-0.583360	0.705814
AREA	0.737458	0.335081	1.000000	-0.082180	0.031084	0.017367	0.025355	0.104772	0.578493	0.486909	0.120103	0.159699	0.347437	0.022028	0.455748	-0.227289	0.348988	-0.067670	-0.152304	-0.167934	0.454003
CARRE	-0.069416	-0.105900	-0.082180	1.000000	-0.033353	0.091155	0.118054	-0.060587	-0.123655	-0.094606	0.020566	0.128737	-0.068622	-0.021366	-0.067595	0.175199	-0.067235	-0.078891	0.197392	-0.051390	-0.125996
CRECPURB	-0.126092	-0.580322	0.031084	-0.033353	1.000000	0.165523	0.238194	0.938986	-0.409049	-0.485104	-0.380127	0.060896	-0.275122	-0.073549	-0.276848	0.324365	-0.308011	-0.275076	0.238102	0.446893	-0.389949
CRIND	0.025700	0.062548	0.017367	0.091155	0.165523	1.000000	0.547401	0.196081	0.084424	0.069915	0.169383	0.040710	-0.019950	0.021072	-0.005184	-0.096516	0.057529	-0.041498	-0.201998	0.220603	0.041978
CRPIB	-0.055443	0.015495	0.025355	0.118054	0.238194	0.547401	1.000000	0.255289	-0.000862	-0.017209	0.132005	0.223654	-0.069878	-0.017391	-0.030500	-0.082872	-0.117738	0.059220	-0.090814	0.179667	-0.011420
CRPOBL	-0.000779	-0.455129	0.104772	-0.060587	0.938986	0.196081	0.255289	1.000000	-0.274649	-0.367890	-0.337171	0.040339	-0.152620	-0.088870	-0.138930	0.213813	-0.201220	-0.266863	0.163994	0.391731	-0.285064
EMED	0.801724	0.888901	0.578493	0.123655	-0.409049	0.084424	-0.000862	-0.274649	1.000000	0.952141	0.369854	0.179694	0.578217	0.041729	0.650809	-0.600777	0.624632	0.151593	-0.410555	-0.480327	0.730714
IDH	0.685707	0.932252	0.486909	-0.094606	-0.485104	0.069915	-0.017209	-0.367890	0.952141	1.000000	0.378037	0.116657	0.579348	0.062306	0.617734	-0.632179	0.616237	0.180223	-0.338548	-0.591466	0.750860
LAT	0.219681	0.443541	0.120103	0.020566	-0.380127	0.169383	0.132005	-0.337171	0.369854	0.378037	1.000000	-0.018173	0.378867	-0.000617	0.334750	-0.339639	0.419132	-0.204608	-0.032603	-0.224797	0.347055
LONG	0.167111	0.051321	0.159699	0.128737	0.060896	0.040710	0.223654	0.040339	0.179694	0.116657	-0.018173	1.000000	0.108943	-0.137888	0.140810	-0.113121	0.082863	-0.058798	-0.003753	-0.024525	-0.044447
PIBPC	0.511525	0.528528	0.347437	-0.068622	-0.275122	-0.019950	-0.069878	-0.152620	0.578217	0.579348	0.378867	0.108943	1.000000	-0.018536	0.919948	-0.434808	0.765405	-0.225222	-0.334729	-0.270723	0.647870
POBLACION	0.018966	0.103327	0.022028	-0.021366	-0.073549	0.021072	-0.017391	-0.088870	0.041729	0.062306	-0.000617	-0.137888	-0.018536	1.000000	-0.010524	-0.071392	-0.051557	0.200731	-0.088989	-0.083094	0.016876
PPA	0.675039	0.563882	0.455748	-0.067595	-0.276848	-0.005184	-0.030500	-0.138930	0.650809	0.617734	0.334750	0.140810	0.919948	-0.010524	1.000000	-0.451247	0.733009	-0.157653	-0.368498	-0.275456	0.688414
PPOBRE	-0.409925	-0.601484	-0.227289	0.175199	0.324365	-0.096516	-0.082872	0.213813	-0.600777	-0.632179	-0.339639	-0.113121	-0.434808	-0.071392	-0.451247	1.000000	-0.425613	-0.130937	0.261811	0.383410	-0.382068
RENT1	0.537535	0.569188	0.348988	-0.067235	-0.308011	0.057529	-0.117738	-0.201220	0.624632	0.616237	0.419132	0.082863	0.765405	-0.051557	0.733009	-0.425613	1.000000	-0.420475	-0.368514	-0.276385	0.642923
RENT2	-0.063608	0.257859	-0.067670	-0.078891	-0.275076	-0.041498	0.059220	-0.266863	0.151593	0.180223	-0.204608	-0.058798	-0.225222	0.200731	-0.157653	-0.130937	-0.420475	1.000000	-0.380334	-0.285251	-0.047025
RENT3	-0.278427	-0.378462	-0.152304	0.197392	0.238102	-0.201998	-0.090814	0.163994	-0.410555	-0.338548	-0.032603	-0.003753	-0.334729	-0.088989	-0.368498	0.261811	-0.368514	-0.380334	1.000000	-0.250000	-0.304502
RENT4	-0.257781	-0.583360	-0.167934	-0.051390	0.446893	0.220603	0.179667	0.391731	-0.480327	-0.591466	-0.224797	-0.024525	-0.270723	-0.083094	-0.275456	0.383410	-0.276385	-0.285251	-0.250000	1.000000	-0.378784
URB	0.557725	0.705814	0.454003	-0.125996	-0.389949	0.041978	-0.011420	-0.285064	0.730714	0.750860	0.347055	-0.044447	0.647870	0.016876	0.688414	-0.382068	0.642923	-0.047025	-0.304502	-0.378784	1.000000