

Análisis estadístico de relación entre índices mundiales

Análisis estadístico de relación entre índices mundiales

Statistical analysis of the relationship between world rates

María Camila Molina Cerquera

Estudiante de décimo semestre en Ingeniería Industrial, Fundación Universitaria San Mateo.
Correo electrónico: mcmolina@sanmateo.edu.co

Saray Camila Salcedo Rincón

Estudiante de décimo semestre en Ingeniería Industrial, Fundación Universitaria San Mateo.
Correo electrónico: sccardoza@sanmateo.edu.co

Ana Julia Acevedo Urquiaga

Doctora en Ciencias e Ingeniería Informática de la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (CUJAE). Líder del grupo de investigación en desarrollos industriales y en seguridad y salud para el trabajo de la Fundación Universitaria San Mateo. Correo electrónico: anajacevedo@sanmateo.edu.co

Rosa Nathaly Lay de León

Ingeniera industrial de la Corporación Universitaria Republicana y estudiante de doctorado en Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (CUJAE). Joven investigadora, Fundación Universitaria San Mateo. Correo electrónico: rnathaly@sanmateo.edu.co

Resumen

Existen interrogantes mundiales sobre los componentes de una logística competitiva y al mismo tiempo existen evidencias prácticas que la relacionan con mejor gestión de la cadena de suministro y desarrollo tecnológico. Como parte de un tema de investigación desarrollado de conjunto entre la Fundación Universitaria San Mateo y la Universidad Tecnológica de La Habana, se está profundizando en un modelo de logística competitiva para Latinoamérica. Una de las premisas para el desarrollo de la investigación es buscar evidencias estadísticas y empíricas de la relación de los diferentes ámbitos de desempeño de un país (social, ambiental y económico) con la conectividad logística. Por lo que el objetivo de esta ayudantía es definir el vínculo entre diferentes aspectos de la vida económica, social y ambiental de un país en su competitividad. Para ello se emplearán índices mundiales elaborados y publicados a través de los años por organizaciones mundiales, no gubernamentales e instituciones de prestigio. Estos se analizarán con métodos estadísticos e inferenciales. Como resultado se obtendrán la validación o no de varias hipótesis alrededor de la competitividad; así como los componentes que estadísticamente más influyen en la competitividad, los cuales serán la base del modelo a desarrollar como parte del doctorado antes mencionado. Por medio de los diferentes índices mundiales implementados se

definen los diferentes impactos que puede llegar a generar según los diferentes países, obteniendo la posible relación entre diferentes índices como el social, ambiental y económico, en la competitividad.

Palabras claves: competitividad; relaciones estadísticas; logística competitiva; índices mundiales.

Abstract

There are global questions about the components of competitive logistics, at the same time there is practical evidence that relates it to better management of the supply chain and technological development. As part of a research topic developed jointly between the FUS and the Technological University of Havana, a competitive logistics model for Colombia and Cuba (Latin America) is being deepened, starting with a doctorate. One of the premises for the development of the research is to look for statistical and empirical evidence of the relationship of the different areas of performance of a country (social, environmental and economic) with logistics connectivity. Therefore, the objective of this assistantship is to define the relationship between different aspects of the economic, social and environmental life of a country in its competitiveness. For this, world indexes elaborated and published over the years by world organizations, non-governmental organizations and prestigious institutions will be used. These will be analyzed with statistical and inferential methods. As a result, the validation or not of several hypotheses around competitiveness will be obtained; as well as the components that statistically most influence competitiveness. These components will be the basis of the model to be developed as part of the aforementioned doctorate. By means of the different world indices implemented, the different impacts that you can generate according to the different countries are defined, the sample size is a tool that achieves the analysis and result of the mainly social, environmental, economic and competitive indicators.

Keywords: competitiveness; competitive logistics; statistic relations; world indices.

Introducción

Las relaciones directas o inversas entre desarrollo logístico y de cadenas de suministro con el desempeño económico y social de un país no es un hecho tácitamente comprobado. Para ello, este trabajo busca resolver varios interrogantes que demuestran la relación entre índices y ranking internacionales.

Son escasos (o nulos) los estudios de relación de las condiciones económicas, sociales y ambientales con la competitividad a nivel de país (Krammer, 2017); un aspecto importante para la propuesta de un modelo que permita a las cadenas de suministro de

países latinoamericanos aumentar su competitividad. Este modelo debe tener en cuenta las relaciones probadas entre las variables y las condiciones objetivas en que se desempeña la economía del país y la región (Chen et al., 2017). Se expresa la temática que se va a tratar y el objetivo del escrito, señalando brevemente la estructura y el contenido, así como los criterios utilizados para desarrollar el discurso.

El Foro Económico Mundial elabora un índice anual donde mide la competitividad de los países, creando una relación directamente proporcional con las economías globales y su gestión (World Economic Forum, 2020). Para dar respuesta a los componentes de la competitividad en sus siete dimensiones, este trabajo se propone realizar análisis de correlación estadística para probar la veracidad, o no, de varias hipótesis. A partir de dichos análisis de logística, competitividad, desarrollo humano, sostenibilidad ambiental, corrupción, entre otros.

Por medio de una recolección de datos de la manera como influyen estos en cada país, la aplicación de tamaño de la muestra y un análisis detallado buscan dar respuesta a las diferentes preguntas planteadas. Por lo que el objetivo de esta investigación es definir la relación entre diferentes aspectos de la vida económica, social y ambiental de un país en la competitividad del mismo. Para ello se procede a definir los índices internacionales que pueden reflejar la vida económica, social, logística, competitiva y ambiental de un país. De esta manera, se establecen las preguntas de investigación para el análisis de las relaciones entre diferentes índices y sus componentes. Finalmente, se responden las preguntas planteadas a partir de análisis estadísticos, a modo de hipótesis.

Metodología

Breve conceptualización sobre competitividad en las cadenas de suministro.

La cadena de suministro consiste en una red de compañías y medios de distribución involucrados en los diferentes procesos y actividades que producen valor en la forma en que un producto llega al consumidor. La importancia de la cadena de suministro radica en que engloba aquellas actividades asociadas con el movimiento de bienes desde el suministro de materias primas, la fabricación y la distribución hasta el usuario final. Esto incluye la selección, compra, programación de producción, procesamiento de órdenes, control de inventarios, transporte, almacenamiento y servicio al cliente (Lii, 2016).

La competitividad permite reducir la función de los recursos naturales en cuya explotación se basaron principalmente las fuentes tradicionales de crecimiento. Se requiere un tiempo y un esfuerzo mayor para crear ventajas competitivas (Chen et al., 2017). La noción de competitividad, que integra tanto las ideas de logros como de capacidades, lleva a también diferenciar los elementos considerados básicos para el desarrollo (potenciales económicos y sociales) como los que tienen un comportamiento más coyuntural (de mediano plazo) y que son determinantes y expresiones de cambios dinámicos e innovaciones (Liu & Lee, 2018).

Las dimensiones principales de la competitividad son el tiempo, personas y administración de la información. El tiempo es una dimensión que permite medir de forma tangible el tiempo que se puede tardar la realización de una labor o actividad que por excelencia se trata de la producción (Farahani, 2014). También es posible por medio de esta dimensión comprender la capacidad que tiene una organización para adaptarse a un proceso para de esta manera poder implementar una mejora.

Las personas son una dimensión que implica la interacción de la organización con los elementos humanos. Dichos elementos son el personal propio y factores externos como clientes, proveedores y competidores (Sabetova, 2017); principalmente de sus integrantes ya que ellos propician la productividad. Por otra parte, la administración de la información es la dimensión que define la forma en la que, distribuida la información, incluyendo el medio, el alcance y el momento en el que se entregará; los elementos se disponen bajo una planeación adecuada que permita a la organización estar informada a tiempo.

Breve descripción de índices mundiales a analizar.

Los indicadores de desarrollo sostenible pueden interpretarse como un sistema de señales que facilitan evaluar el progreso de nuestros países y regiones hacia el desarrollo sostenible. Los indicadores son herramientas concretas que apoyan el trabajo de diseño y evaluación de la política pública fortaleciendo decisiones informadas, así como la participación ciudadana para impulsar a nuestros países hacia el desarrollo sostenible.

Los indicadores de desempeño logístico tienen como propósito identificar los desafíos y oportunidades que mejoren el desempeño logístico de un país, por lo cual se enfoca en evaluar aspectos de la eficiencia aduanera, infraestructura, envíos internacionales, logística en calidad y competencia, seguimiento, rastreo y oportunidad. A partir de esto, se busca llevar a cabo el comparativo logístico y aduanero entre las diferentes repúblicas con el fin de identificar la eficiencia y deficiencia que cada país desarrolla en el ámbito a estudiar.

Procedimiento para el análisis de relación de competitividad logística.

Para el desarrollo de la presente investigación se propone un análisis de relación de competitividad logística. Esto implica elaborar una serie de procedimientos que ayudan a determinar la intervención de cada uno de los campos vistos.

Fase 1: preparación de análisis.

1. Plantear las hipótesis.
2. Recopilar la información de cada índice.
3. Realizar una base de datos de cada índice por medio de la herramienta de Excel.
4. Especificar clasificación de país, puntaje, puesto, entre otros.
5. Agrupar los datos según lo estipulado en cada índice.

6. Elaborar una tabla de datos la cual contiene el tamaño de la población, nivel de confianza, proporción de aceptación, proporción de rechazo y error máximo admisible.

Fase 2: análisis de hipótesis.

Las pruebas estadísticas implementadas para la medición e interpretación de un índice surgen a partir de una recolección de datos y adicional aplicar el tamaño de la muestra. El cálculo del tamaño apropiado de una muestra es crucial para la validez de la muestra subsecuente. Si la muestra no es válida o representativa, no podría proyectar de forma confiable los resultados de los procesos de una auditoría que realice sobre la muestra a la población completa.

1. Identificar el tamaño de la muestra la cual determina la cantidad de datos necesarios para realizar el análisis.
2. El nivel de confianza es el grado de certeza o probabilidad, en este caso es el 95% correspondiente al 1.96 de la desviación estándar.
3. El valor de proporción de aceptación corresponde al valor límite en el que se acepta una hipótesis.
4. El valor de proporción de rechazo corresponde al valor límite en el que se rechaza una hipótesis.
5. El error máximo admisible corresponde al error permitido en la hipótesis el cual no debe ser superior a 1%, para este caso será del 0.03% del total de la muestra.
6. Aplicar la fórmula "tamaño de la muestra", para determinar la cantidad de datos extraídos de una población necesarios para que dichos datos sean representativos.

Ecuación 1. Tamaño de la muestra

$$n = \frac{N \times z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

7. Aplicar la fórmula de coeficiente de correlación de Pearson por medio de la fórmula de Excel "COEF.DE.CORREL(matriz1; matriz2)" seleccionando los datos de cada índice.
8. Elaborar gráfico de dispersión en Excel y seleccionar los datos de cada índice.
9. Evaluar la gráfica y determinar el nivel de correlación según la agrupación de los índices y dar respuesta a la hipótesis.

Resultados

Fase 1: preparación de análisis.

Primero, se plantean las hipótesis para evaluar la intervención de cada índice sobre otro.

- a) ¿Cómo influye la corrupción en el desarrollo humano y logístico?

- b) ¿El nivel educacional, tecnológico y de innovación define la competitividad?
 c) ¿Qué papel juega la sostenibilidad en la competitividad?

Segundo, se realiza la búsqueda de cada índice: nombre del país, rango y puntaje.

- Índice de innovación (OMPI, 2020).
- Ranking de Competitividad Mundial (World Economic Forum, 2020).
- Índice de Desempeño Logístico (Banco Mundial, 2020).
- Índice de las TIC (UIT, 2018).
- Índice de sostenibilidad ambiental (Wendling, 2020).
- Índice de percepción de la corrupción (Transparency International, 2019).
- Índice de desempeño estudiantil (OCDE, 2020).

Tercero, se plasma la información obtenida de cada índice en una base de datos en Excel durante los últimos periodos de tiempo. Cuarto, recopilar la información de los últimos cinco períodos de los índices. Quinto, se elabora una tabla de datos en Excel con la siguiente información: tamaño de la población, nivel de confianza, proporción de aceptación, proporción de rechazo y error máximo admisible. Sexto, se identifica el tamaño de la muestra sumando los datos de los dos índices y así obtener el valor total para ubicarlo en el parámetro N.

Séptimo, el nivel de confianza es el grado de certeza o probabilidad, en este caso es el 95% correspondiente al 1.96 de la desviación estándar y será asignado en el parámetro Z. Octavo, el valor de proporción de aceptación corresponde al valor límite en el que se acepta una hipótesis 0.5 correspondiente al parámetro P. Noveno, el valor de proporción de rechazo corresponde al valor límite en el que se rechaza una hipótesis 0.5 y asignarlo en el parámetro Q. Décimo, el error máximo admisible corresponde al error permitido en la hipótesis el cual no debe ser superior a 1%, para este caso será del 0.03% del total de la muestra para ubicarlo en el parámetro E.

Tabla 1. Índice de percepción de la corrupción

INDICE DE PERCEPCIÓN DE LA CORRUPCIÓN		
Parametro		Valores
POBLACIÓN	N	360
NIVEL DE CONFIANZA	Z	1,96
POPORCIÓN DE ACEPTACIÓN	p	0,5
PROPORCIÓN DE RECHAZO	q	0,5
ERROR MAXIMO ADMISIBLE	e	0,03
n (tamaño de muestra IPDC)		269,375925

Fuente: Báez Gómez, 2013

Undécimo, se aplica la fórmula tamaño de la muestra, para determinar la cantidad de datos extraídos de una población necesarios para que dichos datos sean representativos. Luego se aplica la fórmula de coeficiente de correlación de Pearson por medio de

la fórmula de Excel "COEF.DE.CORREL(matriz1; matriz2)" seleccionando los datos de cada índice verificando que sea la misma cantidad de datos. Los siguientes pasos consisten en elaborar gráfico de dispersión e interpretación del resultado obtenido en correspondencia con las siguientes hipótesis.

Hipótesis 1. ¿Cómo influye la corrupción en el desarrollo humano y logístico?

En este caso de preguntas compuestas, se analiza por separado cada par de variables de influencia.

Figura 1. Correlación de Índice de Corrupción vs IDH: 0.957

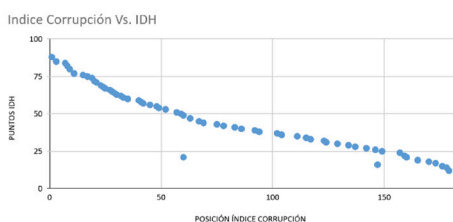
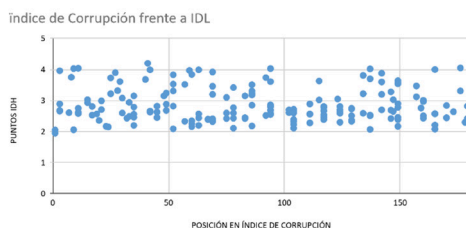


Figura 2. Correlación de Índice de Corrupción vs IDL: 0.05



Fuente: elaboración propia

Según análisis se presenta una correlación fuerte entre la corrupción y la posición en el Índice de desarrollo humana (IDL) en la figura 1. Es decir, la corrupción es un factor que en los diferentes países puede ser de gran impacto negativo, por lo que se parece indicarse que una sociedad con alto nivel de corrupción no alcanza adecuados niveles de desarrollo humano. Por otra parte, la corrupción no parece tener influencia en el desempeño logístico de los países, ratificando que el aporte de la situación social o de orden interno no se tiene en cuenta en el IDL, puesto que este se centra en el comercio exterior.

Hipótesis 2. ¿Qué tiene mayor influencia en la competitividad de los países: el nivel educativo, tecnológico o de innovación?

Al obtener los siguientes coeficientes de correlación, se puede responder la pregunta:

- Correlación entre Nivel Educativo y Competitividad, coeficiente: 0,557.
- Correlación entre Nivel despliegue TIC y Competitividad, coeficiente: 0,944.
- Correlación entre Nivel Innovación y Competitividad, coeficiente: -0,056.

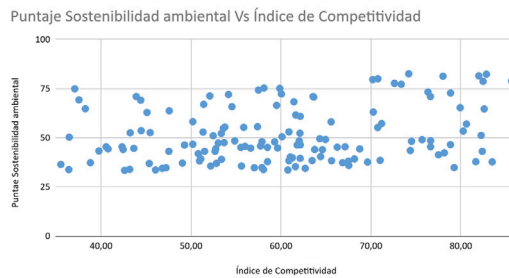
Según el análisis se observa una correlación y el factor que más influye de los tres analizados en la competitividad es el nivel de despliegue de tecnologías, seguido por el nivel educativo. Esto demuestra que el despliegue de tecnologías es uno de los elementos más preponderantes en la medición actual de la competitividad. La implementación de las nuevas tecnologías que van surgiendo con el pasar del tiempo son de gran importancia

porque ha medido que se van aplicando las cosas en general van evolucionando y juegan un papel importante en la parte competitiva. Por parte de las empresas en los diferentes países, la tecnología hace que continúen participando activamente en el mercado de manera competitiva y eficiente.

En el caso del nivel educacional es un factor que juega un papel importante, donde se evidencia que, según la calidad e implementación de la educación, los países son más competitivos. Esto demuestra que la innovación es un factor débilmente correlacionado con la competitividad, lo que se puede interpretar como que la competitividad en la actualidad no tiene en cuenta los cambios e innovaciones realizadas por los países y su impacto en la competitividad.

Hipótesis 3: ¿Qué papel juega la sostenibilidad ambiental en la competitividad?

Figura 3. Correlación entre sostenibilidad ambiental y competitividad, Índice de correlación: 0,244



Fuente: elaboración propia

La correlación entre estos dos índices es débil, por lo que no hay evidencias suficientes que demuestren que los países más sostenibles son más competitivos, y viceversa. Esto demuestra que la competitividad, como se mide en la actualidad, no tiene muy en cuenta la sostenibilidad; por lo tanto, la importante dimensión ambiental de la competitividad no se está teniendo en cuenta lo suficientemente en esta medición.

Discusión de resultados

Se han localizado algunos trabajos que analizan algunas relaciones entre varios índices con diferentes enfoques, pero siempre parciales o en búsqueda de respuestas concretas que no se corresponden con la influencia de todos ellos en la competitividad.

En un estudio realizado en España, se presenta el análisis de los efectos perjudiciales de la corrupción sobre determinadas variables sociales, económicas e institucionales.

Se observa el índice de correlación de Pearson y el gráfico de dispersión para poder concluir que existe una correlación negativa entre corrupción y Producto Interno Bruto (PIB), por lo que los países pobres son más corruptos que los ricos. Además, estos países reciben menos recursos financieros de las organizaciones internacionales, entonces, más baja es la puntuación del desarrollo humano y disminuye la confianza de sus ciudadanos (Báez Gómez, 2013).

Otros trabajos se centran en el análisis de un único índice y su forma de medición. Este es el caso de un trabajo desarrollado en Venezuela donde se parte de que el Indicador de desarrollo humano incluye los logros alcanzados en tres dimensiones básicas: educación, salud e ingreso. El objetivo de esta investigación fue construir un indicador de desarrollo humano agregando un indicador de competitividad por tres subíndices: competitividad en requerimientos básicos, innovación y sofisticación de los negocios y mejoradores de eficiencia, estableciendo así una relación entre el desarrollo humano y la competitividad (Rosales, 2017).

Algunos trabajos se centran en análisis de sectores específicos a nivel, como un trabajo que evidencia las características de las empresas de alimentos y bebidas en Quito. Así, se determina que gran parte de las empresas de alimentos desarrollaron un mayor nivel de innovación del producto, innovación de procesos, mercadotecnia y un nivel menor en desarrollo organizacional (Cadena, Pereira y Pérez, 2019). Otro trabajo relaciona la importancia del capital intelectual en la competitividad del sector hotelero (Heredia, 2009). Una muestra de empresa en Bogotá también analiza la relación entre innovación y gestión del conocimiento con la competitividad (Bernal Torres, Naranjo y Frost, 2012).

Existen otras muchas interrogantes que deben seguir investigándose para definir un índice de competitividad más abarcador e integral:

- a) ¿El nivel de innovación de un país está relacionado con la competitividad logística del mismo?
- b) ¿Qué tiene mayor influencia en la innovación, la infraestructura o el capital humano?
- c) ¿Qué tiene mayor influencia en el desempeño logístico, la infraestructura o competencia de los servicios?
- d) ¿El nivel de competitividad logística de un país está relacionado con el desarrollo humano del mismo?
- e) ¿La competitividad significa equidad?

Conclusiones

El desarrollo sostenible se ha considerado como un sistema global en el cual se conjugan e integran los objetivos económicos, sociales y ambientales en una sola propuesta. Por medio de los índices internacionales planteados: competitividad, TIC, sostenibilidad

ambiental, desarrollo humano, entre otros, se determina el porcentaje que presenta cada uno de ellos en los diferentes países y el impacto que cada uno de ellos puede llegar a tener.

A partir de las diferentes preguntas planteadas se puede decir que los elementos de mayor influencia en la medición actual de la competitividad son las tecnologías, la corrupción y la educación; mientras que la sostenibilidad ambiental y la innovación no tienen gran influencia. Estos resultados denotan que es necesario transformar la forma de medir la competitividad pues son dimensiones igualmente importantes de la misma.

Referencias

- Báez Gómez, J. E. (2013). Relación entre el índice de control de la corrupción y algunas variables sociales, económicas e institucionales. *Nómadas*, (38), 137-154.
- Bernal Torres, C., Naranjo, G. y Frost, J. (2012). Análisis de la relación entre la innovación y la gestión del conocimiento con la competitividad empresarial en una muestra de empresas en la ciudad de Bogotá. *Estudios gerenciales*, 28, 303-315.
- Cadena, J., Pereira, N. y Pérez, Z. (2019). La innovación y su incidencia en el crecimiento y desarrollo de las empresas del sector alimentos y bebidas del Distrito Metropolitano de Quito (Ecuador) durante el 2017. *Revista Espacios*, 40 (22), 17-27.
- Chen, X., Wang, X., & Chan, H. K. (2017). Manufacturer and retailer coordination for environmental and economic competitiveness: A power perspective. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 97, 268-281. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.11.007>
- Farahani, R. Z., Rezapour, S., Drezner, T., & Fallah, S. (2014). Competitive supply chain network design: An overview of classifications, models, solution techniques and applications. *Omega*, 45, 92-118.
- Heredia, J. L. (2009). Influencia del capital intelectual en la competitividad de los hoteles. *Conciencia Tecnológica*, (37), 20-25.
- Krammer, S. M. S. (2017). Science, technology, and innovation for economic competitiveness: The role of smart specialization in less-developed countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 95-107. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.028>
- Lii, P., & Kuo, F.-I. (2016). Innovation-oriented supply chain integration for combined competitiveness and firm performance. *International Journal of Production Economics*, 174, 142-155. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.01.018>

- Liu, C.-L., & Lee, M.-Y. (2018). Integration, supply chain resilience, and service performance in third-party logistics providers. *The International Journal of Logistics Management*, 29 (1), 5–21. <https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2016-0283>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2020). *Programme for International Student Assessment's (PISA)*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa_19963777
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI]. (2020). *Índice Mundial de Innovación*. <https://www.wipo.int/publications/es/series/index.jsp?id=129>
- Rosales, M. (2017). El desarrollo humano: una propuesta para su medición. *Revista Aldea Mundo*, 22(43), 65-75.
- Sabetova, T. V. (2017). The Essence of Labour as a Factor Distorting the assessment of Individual Competitiveness in the Labour Market. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 63(3), 21–28. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2017-03.04>
- Transparency International. (2019). *Índice de percepción de la corrupción*. Transparency International. https://www.transparency.org/files/content/pages/CPI_2018_Executi-ve_summary_web_ES.pdf
- Unión Internacional de Telecomunicaciones [UIT]. (2018). *Informe sobre Medición de la Sociedad de la Información*. ITUPublicaciones. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2018/MISR2018-ES-PDF-S.pdf>
- Wendling, Z. A. (2020). Environmental Performance Index.