



# Uso de las TIC y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador

## Use of ICT and its relationship with the Objectives of Sustainable Development in Ecuador

**Juan M. Ibujés Villacís** es profesor e investigador de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Escuela Politécnica Nacional (Ecuador) (juan.ibujes@epn.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0001-8439-3048>)

**Dr. Antonio A. Franco Crespo** es profesor e investigador de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Escuela Politécnica Nacional (Ecuador) (antonio.franco@epn.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0001-8040-1805>)

### Resumen

En 2015, en la Organización de las Naciones Unidas se aprobaron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El objetivo de esta investigación es conocer el estado actual y perspectivas de la Sociedad de la Información (SI) en relación con el logro de las metas de los ODS, mediante el análisis de la información histórica y pronósticos de los indicadores SI, y actuaciones de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en Ecuador. La metodología de investigación tiene un enfoque cuantitativo, no experimental y longitudinal. Se utilizaron fuentes de información secundarias como reportes nacionales y extranjeros, que convertidos en series de tiempo permitieron analizar pronósticos y determinar la tendencia futura de esos indicadores. Como resultados se encontró que el comportamiento de indicadores de uso de las TIC e indicadores de I+D+i están relacionados en forma directa o indirecta con el cumplimiento de las metas de los ODS. Se concluye que, por un lado, la tendencia de cinco indicadores de la SI sintonizan con el logro de las metas de los ODS, mientras que otros tres indicadores requieren un fuerte impulso para cambiar la tendencia y lograr su meta asociada; y, por otro lado, la necesidad de que los diferentes actores de la sociedad ecuatoriana se comprometan a trabajar a partir de las potencialidades del uso de las TIC y actuaciones en I+D+i con el fin de lograr los ODS.

### Abstract

*In the United Nations in 2015, the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) were approved. The objective of this research is to know the current status and perspectives of the Information Society (IS) in relation to the achievement of the goals of the SDGs, through the analysis of historical information and projections of IS indicators, and actions of research, development and innovation (R&D+i) in Ecuador. The research methodology has a quantitative, non-experimental and longitudinal approach. Secondary information sources were used as national and foreign reports, which once converted into time series allowed to analyze projections and determine the future trend of those indicators. As results, it was found that the behavior of indicators of ICT use and R&D+i indicators are directly or indirectly related to the fulfillment of the goals of the fourth, fifth, eighth and ninth SDGs. On the one hand, it was concluded that the trend of five SI indicators is in relation with the achievement of the SDG goals, while three other indicators require a strong impulse to change the trend and achieve its associated goal; on the other hand, the need for the different actors of Ecuadorian society to commit to work based on the potential of the use of ICT and R&D+i activities in order to achieve the SDGs.*

### Palabras clave | keywords

Ecuador, desarrollo e innovación, género, objetivos de desarrollo sostenible, pronóstico, tecnologías de la información y la comunicación.

*Ecuador, development and innovation, gender, sustainable development objectives, projections, information and communication technologies.*

**Cómo citar:** Ibujés Villacís, J.M., y Franco Crespo, A.A. (2019). Uso de las TIC y relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 37-53. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.03>

## 1. Introducción y estado de la cuestión

Vivimos en una sociedad marcada por el intercambio de flujos de información y una acelerada utilización del conocimiento como plataforma para el desarrollo de casi todas las actividades del ser humano en un mundo globalizado. Esta nueva forma de hacer las cosas ha requerido cada vez más del aporte de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), lo que ha llevado a autores como Area *et al.* (2012) a sugerir un nuevo modelo de participación colectiva denominada «Sociedad de la Información» (SI), la que ha permitido una profunda interconexión entre seres humanos y máquinas, con importantes efectos en los campos político, social y económico en el ámbito mundial.

La contribución del uso generalizado de las TIC ha trascendido en la generación de algunos impactos sociales como mejorar la calidad de la educación, asegurar vidas saludables, fortalecer el crecimiento económico y/o generar empleos de calidad. Sin embargo, en la perspectiva de un mundo sostenible surge la necesidad de utilizar estas tecnologías en resolver problemas como la pobreza, exclusión, desarrollo económico y social, cambio climático, entre otros, asociándolos con el uso racional de los recursos que nos provee la naturaleza (Ziemba, 2017).

La preocupación por erradicar la pobreza llevó a los representantes de los países de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a proponer, a inicios del presente siglo, ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) que sirvieron como marco de referencia para el desarrollo mundial hasta 2015, según se resume en el reporte de la Organización de las Naciones Unidas (2015). En este informe se reconocen los importantes esfuerzos mundiales, regionales, nacionales y locales que se han ejecutado en los países miembros para eliminar la desigualdad de los seres humanos, salvar millones de vidas y mejorar las condiciones para muchos más.

Reconociéndose en el ámbito mundial que el trabajo por mitigar la pobreza y lograr un progreso económico sostenible debe ser un esfuerzo mundial, en la Cumbre Rio+20 en Río de Janeiro, Brasil, los representantes de la ONU renovaron el compromiso político en pro del desarrollo sostenible y de la promoción de un marco institucional para impulsar un futuro económico, social y ambientalmente sostenible para nuestro planeta y para las generaciones presentes y futuras (Organización de las Naciones Unidas, 2012).

Años más tarde la ONU, reconociendo que el trabajo por reducir la pobreza y cerrar las brechas de desigualdad entre países pobres y ricos debía continuar, propuso nuevas estrategias. Así en septiembre de 2015, representantes de 193 países aprobaron una resolución en este foro mundial que incluía 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas para 2030 (United Nations, 2015). Estos objetivos –que se muestran en la tabla 1– son parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Organización de las Naciones Unidas, 2016), y comprenden aspectos que van desde la preservación del medioambiente hasta la gobernabilidad.

El apartado 15 de la Agenda 2030 expresa que la expansión de las TIC y la interconexión global tienen un gran potencial para superar la brecha digital entre pobres y ricos, y desarrollar sociedades del conocimiento e innovación científica y tecnológica (United Nations, 2015). Punto de vista que es compartido por la Unión

Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y la Global e-Sustainability Initiative (GeSI), cuando coinciden en que las TIC y sus soluciones digitales asociadas podrían contribuir de manera directa a cubrir más de la mitad de las 169 metas recogidas en los ODS, ya que es posible contribuir a un futuro sostenible a través de una transformación responsable basada en la colaboración de compañías y organizaciones de TIC alrededor del mundo (GeSI, 2016; ITU, 2018).

**Tabla 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible**

| ODS | Descripción   |
|-----|---|
| 1   | Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.  |
| 2   | Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición, y promover la agricultura sostenible.   |
| 3   | Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.  |
| 4   | Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.   |
| 5   | Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.   |
| 6   | Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible, y el saneamiento para todos.  |
| 7   | Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.  |
| 8   | Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.  |
| 9   | Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.  |
| 10  | Reducir la desigualdad en y entre los países.   |
| 11  | Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.  |
| 12  | Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.   |
| 13  | Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.   |
| 14  | Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.   |
| 15  | Promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica.          |
| 16  | Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles. |
| 17  | Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.  |

Fuente: Organización de las Naciones Unidas (2016).

De acuerdo con Pintér *et al.* (2017), la observación, medición y evaluación son partes integrales de la gestión estratégica y la gobernanza para reconocer, comprender y abordar los problemas relacionados con la sostenibilidad. Por lo tanto, este estudio hace hincapié en la contribución de las TIC y actuaciones de Investigación,

Desarrollo e innovación (I+D+i), y su relación con el logro de las metas de cuatro ODS (4, 5, 8 y 9) que se ilustran en la tabla 2. Para ello, se toman en cuenta los indicadores de la SI y las actuaciones realizadas por los diferentes actores públicos y privados de la sociedad ecuatoriana desde el 2008 a 2018. A continuación se analiza en forma resumida la relación entre las TIC y los ODS involucrados en esta investigación.

Según el portal de la ITU (2018) al referirse al ODS 4, las TIC están impulsando una revolución en la formación en línea que ha convertido a estas tecnologías en una de las industrias de crecimiento más rápidas del mundo. Los dispositivos móviles permiten a los estudiantes acceder a los recursos de aprendizaje en cualquier lugar y momento, mientras que los profesores utilizan terminales inalámbricos para formación y tutoría interactiva. En el informe desarrollado por Naciones Unidas (2016) y para Tawil *et al.* (2016), este objetivo se encuentra desglosado en siete metas y tres medios de implementación; y para Salvia *et al.* (2019), este objetivo es el tercero en importancia que abordan los expertos de América Latina y el Caribe (ALC), debido a su relación con los principales problemas y desafíos locales de cada país de la región.

Con respecto al ODS 5, según la ITU (2018) en internet hay hasta 250 millones de mujeres menos que hombres, razón por la cual las TIC pueden ofrecer grandes oportunidades para eliminar la brecha de género, permitiendo a todos tener acceso a los mismos recursos y oportunidades en línea. El impacto esperado sería lograr una amplia participación de las mujeres en su comunidad, en el gobierno y en el ámbito global, a través del empoderamiento económico y la creación de oportunidades laborales y empresariales.

Se ha considerado también el ODS 8 porque, según la ITU (2018), las habilidades en el manejo de las TIC se han convertido en un requisito previo para casi todos los puestos de trabajo; por lo tanto, se debe priorizar el desarrollo de capacidades de uso de estas tecnologías en las estrategias de empleo juvenil y de emprendimiento de todos los países. No es simplemente que la mayoría de puestos de trabajo y negocios ahora necesitan habilidades de las TIC, sino que estas tecnologías están transformando la manera de hacer negocios en todas partes y creando nuevas oportunidades laborales.

En lo que respecta al ODS 9, para la ITU (2018), la infraestructura digital es esencial dado su potencial en la industria y la innovación en sus diferentes formas. Un factor habilitante para hacer innovación es la inversión en investigación y desarrollo (I+D), ya que tiene consecuencias económicas en los habitantes de los países. En este sentido, en el marco mundial se ha demostrado que hay una correlación positiva muy elevada entre esa inversión y el ingreso por habitante (CEPAL, 2016), y según la OECD (2016) a través de la I+D es posible desarrollar productos y tecnologías acordes con la sostenibilidad, y crear cadenas de valor que más allá de su valor social y ambiental, también contribuyen a aumentar la eficiencia y los beneficios.

Este estudio se analiza un conjunto de indicadores sobre uso de las TIC y actuaciones de I+D+i, relacionándolos con las metas que corresponden a los ODS 4, 5, 8 y 9. Para ello se examina el comportamiento histórico de esos indicadores, se hacen pronósticos para los próximos cuatro años y se establecen tendencias para evidenciar el probable cumplimiento de las metas establecidas en los cuatro ODS escogidos. Los resultados serán un punto de referencia a fin de que los actores involucrados en el cumplimiento de los objetivos puedan planificar actuaciones que vayan

en dirección del logro de las metas de la sostenibilidad, por lo tanto, justifica el desarrollo de esta investigación y su contribución a la teoría (Whetten, 1989).

**Tabla 2. Metas de los ODS analizadas para Ecuador**

| Objetivo | Meta | Descripción de la meta   |
|----------|------|--|
| ODS 4    | 4.a  | Construir y adecuar instalaciones educativas que tengan en cuenta las necesidades de los niños y las personas con discapacidad y las diferencias de género, y que ofrezcan entornos de aprendizaje seguros, no violentos, inclusivos y eficaces para todos.  |
| ODS 5    | 5.b  | Mejorar el uso de la tecnología instrumental, en particular la tecnología de la información y las comunicaciones, para promover el empoderamiento de las mujeres.  |
| ODS 8    | 8.2  | Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.  |
|          | 8.3  | Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros.   |
| ODS 9    | 9.5  | Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo. |
|          | 9.b  | Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas.   |
|          | 9.c  | Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a internet en los países menos adelantados, de aquí a 2020.  |

Fuente: Organización de las Naciones Unidas (2016).

## 2. Material y métodos

Este estudio exploratorio y descriptivo utiliza una metodología cuantitativa para analizar la probabilidad de cumplimiento de las metas de los ODS a partir de los indicadores de la SI y las actuaciones realizadas en el ámbito de la I+D+i en instituciones públicas y privadas de Ecuador. En la tabla 3 se muestran los indicadores que están relacionados con las metas de los cuatro ODS considerados,

cuya información se obtuvo de fuentes como el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (MINTEL), y Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Foro Económico Mundial (FEM, *World Economic Forum*, WEF, por sus siglas en inglés), Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), entre otras.

**Tabla 3. Indicadores de TIC e I+D+i analizados para el caso ecuatoriano**

| Objetivo | Meta       | Indicador   |
|----------|------------|---|
| ODS 4    | 4.a        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de infocentros nacionales.</li> </ul>   |
| ODS 5    | 5.b        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de personas que utilizan computador.</li> <li>Porcentaje de personas que tienen teléfono celular activado.</li> <li>Porcentaje de personas que usan internet.</li> </ul>  |
| ODS 8    | 8.2<br>8.3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de personas que usan internet para educación y aprendizaje.</li> <li>Porcentaje de personas que usan internet para actividades laborales.</li> </ul>  |
| ODS 9    | 9.5        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inversión real y pronóstico de actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) con respecto al producto interno bruto (PIB).</li> <li>Número de investigadores por cada mil integrantes de la población económicamente activa (PEA).</li> </ul>   |
|          | 9.b        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Normativas legales que dispone el Estado para fomentar la I+D+i en el sector público y privado.</li> </ul>   |
|          | 9.c        | Networked Readiness Index (NRI) y sus pilares <ol style="list-style-type: none"> <li>Entorno político regulatorio.</li> <li>Entorno de innovación y negocios.</li> <li>Infraestructura y contenido digital.</li> <li>Recursos.</li> <li>Destrezas y habilidades.</li> <li>Uso individual.</li> <li>Uso empresarial.</li> <li>Uso gubernamental.</li> <li>Impacto económico.</li> <li>Impacto social.</li> </ol> |

El procedimiento de este estudio se dividió en dos etapas. En la primera etapa se obtuvieron datos estadísticos de los indicadores de la SI ecuatoriana, correspondientes al período entre 2008 y 2017, con ellos se realizaron pronósticos para estimar el valor futuro de los indicadores de la SI en Ecuador proyectados a 2021. En una segunda etapa, se trabajó con datos de indicadores de I+D+i desde 2009 hasta 2014, que son los últimos publicados por las instituciones públicas ecuatorianas involucradas, con los que también se realizaron pronósticos para estimar su comportamiento en los próximos cuatro años.

La definición de pronóstico utilizada es aquella que propone que es un proceso de estimación de un evento futuro mediante la proyección de datos del pasado; es decir, la combinación sistemática de datos que permite hacer una estimación de even-

tos futuros (Guerrero, 2003; Lind, Marchal & Wathen, 2012). El modelo de pronóstico se lo hizo mediante análisis de indicadores en series de tiempo con datos registrados anualmente. Se pronosticó el comportamiento al descomponer la información histórica en elementos de referencia como tendencia y estacionalidad.

La técnica más utilizada fue la de suavizado exponencial doble, ya que después de hacer un primer análisis de los datos pronosticados, las series de datos tenían tendencia pero no estacionalidad (Guerrero, 2003; Webster, 2001). El suavizado exponencial doble requiere el cálculo de los datos del pronóstico a través de las ecuaciones 1 y 2.

$$S_i = \alpha x_i + (1-\alpha)(S_{i-1} + T_{i-1}) \quad \text{Ec. 1}$$

$$T_i = \beta(S_i - S_{i-1}) + (1-\beta)T_{i-1} \quad \text{Ec. 2}$$

$$F_{i+1} = S_i + T_i \quad \text{Ec. 3}$$

Donde

$S_i$  = promedio suavizado exponencialmente de la serie en el período  $i$ ,

$T_i$  = promedio suavizado exponencialmente de la tendencia en el período  $i$ ,

$\alpha$  = parámetro de suavizamiento para el promedio, con un valor entre 0 y 1.

$\beta$  = parámetro de suavizamiento para la tendencia, con un valor entre 0 y 1.

$F_{i+1}$  = pronóstico para el período  $i+1$ .

Adicionalmente, como resultado del pronóstico se determinó una medida de error que evidencia la bondad del método de ajuste para obtener el pronóstico. Esta medida fue la raíz del error cuadrático medio (*Root Mean Squared Error*, RMSE, por sus siglas en inglés). Según Chai y Draxler (2014), el RMSE es la medida más popular del error, también conocida como «función de pérdida cuadrática». Sobre la misma medida de error Lakshmivarahan *et al.* (2017) y Shcherbakov *et al.* (2013) definen al RMSE como el promedio entre los valores absolutos de los errores del pronóstico, y se utiliza como un criterio de selección para el mejor ajuste de modelos de series de tiempo. Su forma de cálculo se lo hace a partir de la ecuación 4.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - F_i)^2} \quad \text{Ec. 4}$$

Nota: Donde  $R_i$  corresponde a los datos reales del período  $i$ ,  $F_i$  representa los datos pronosticados para el período  $i$ , y  $n$  representa el número de períodos que tienen tanto un valor real como otro pronosticado.

El análisis cuantitativo de los indicadores se lo efectuó aplicando *forecasting* de series de tiempo a los datos históricos obtenidos de las fuentes secundarias. Se utilizó el *software* Risk Simulator 2016® para realizar los pronósticos (Software-Shop, 2017). Este *software* permitió automatizar los cálculos descritos en las ecuaciones 1, 2, 3 y 4, y aplica el mejor método de pronóstico que se ajuste a la serie de datos con el menor RMSE. Como resultado al final del ajuste, el *software* proporciona una tabla y un gráfico donde se muestran los datos reales, proyecciones y tendencia a cuatro años siguientes. Estas tendencias, de acuerdo con Lind *et al.* (2012), pueden ser tendencia secular, variación cíclica, variación estacional o variación irregular.

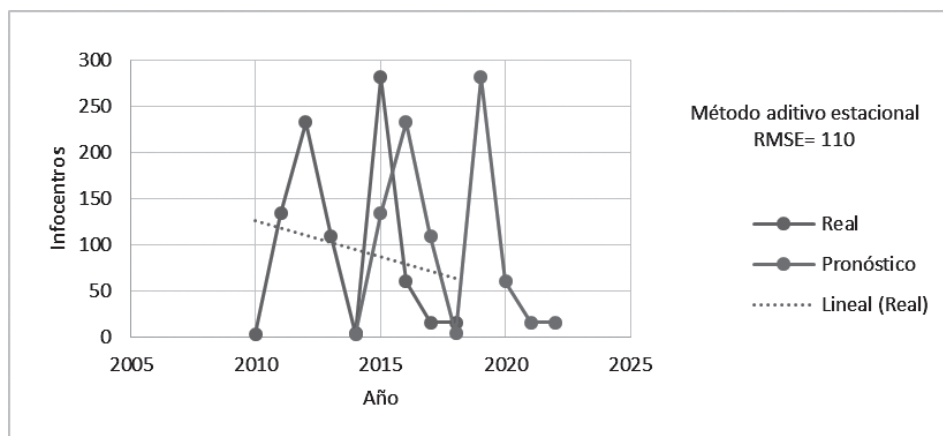
### 3. Análisis y resultados

Para comparar el uso de las TIC y actuaciones de I+D+i con las metas de los ODS 4, 5, 8 y 9, se analizan los pronósticos de los indicadores considerando los últimos datos estadísticos disponibles, y de esa manera determinar si la tendencia de esos indicadores va en dirección del cumplimiento de aquellas metas.

#### 3.1. Pronóstico y tendencia de los indicadores relacionados con el ODS 4

Con el fin de analizar el avance del cumplimiento de la meta 4.a. se considera la cantidad de infocentros implementados por el MINTEL en el territorio ecuatoriano. Los infocentros son lugares de acceso público de la población a internet y servicios digitales de información que fundamentalmente operan en comunidades rurales a escala nacional. A finales de 2018 suman en total 857, ubicados en las 23 provincias del Ecuador (MINTEL, 2018b). En la figura 1 se ilustra la cantidad de infocentros instalados desde 2010 hasta octubre de 2018. Junto a esa curva se muestra también el pronóstico de implementación hasta el año 2022, suponiendo que se mantengan las mismas políticas gubernamentales del período histórico analizado.

Figura 1. Comportamiento de la implementación de infocentros

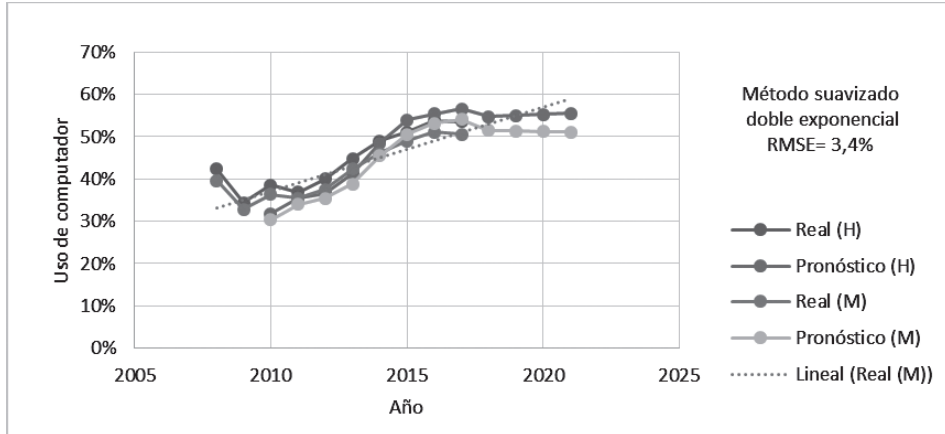


#### 3.2. Pronóstico y tendencia de los indicadores relacionados con el ODS 5

Para analizar el cumplimiento de la meta 5.b. se tomaron como referencia los porcentajes de hombres y mujeres con más de cinco años de edad que utilizan computadora, teléfono celular y acceden a internet. Con los datos obtenidos de INEC (2013, 2017b) se han elaborado las figuras 2, 3 y 4, que exponen las curvas de los valores históricos de estos indicadores por género, su tendencia y pronóstico hasta el año 2021.

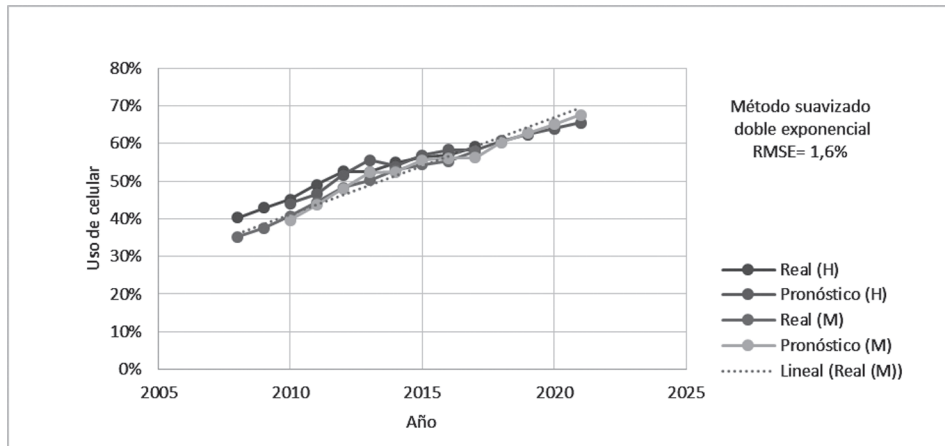


**Figura 2. Porcentajes reales y pronóstico del uso de computador por género**



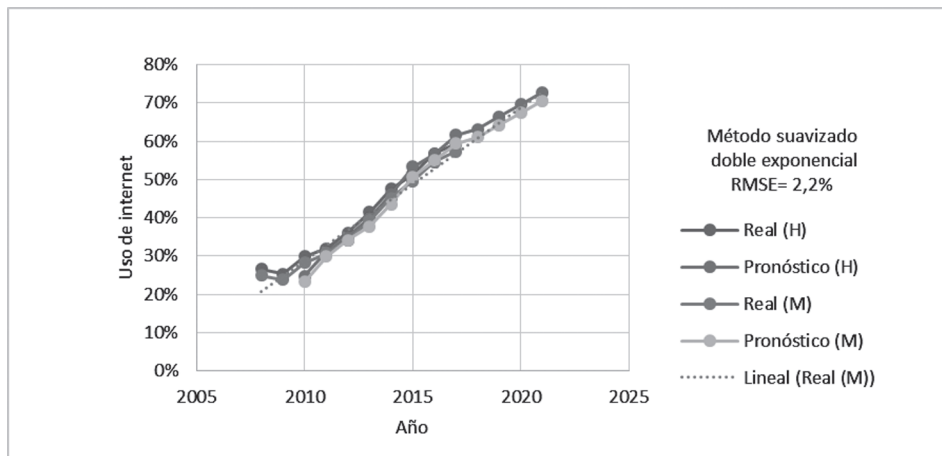
En la figura 2 se observa que el comportamiento del uso de computador en hombres (H) y mujeres (M) en los últimos años ha sido casi similar, y a finales de 2017 estuvo alrededor del 55%, con una tendencia a incrementarse hasta 2021. En la figura 3 se indica el pronóstico y tendencia creciente del uso del teléfono celular de acuerdo al género hasta el 2021.

**Figura 3. Porcentajes reales y pronóstico de uso de teléfono celular por género**



Respecto al uso de internet por género, la figura 4 indica que existe un comportamiento bastante parecido. El indicador está alrededor del 60% tanto en hombres como en mujeres. Además, se pronostica que su uso irá en aumento hasta 2021.

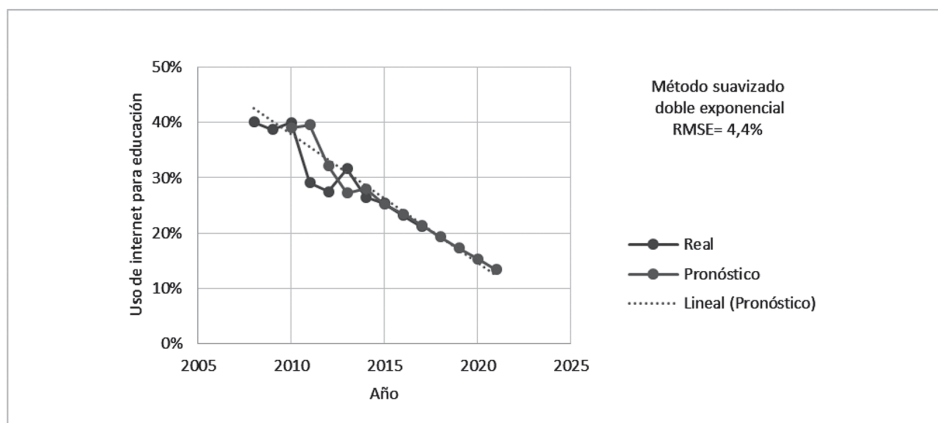
**Figura 4. Porcentajes reales y pronóstico de uso de internet por género**



### 3.3. Pronóstico y tendencia de los indicadores relacionados con el ODS 8

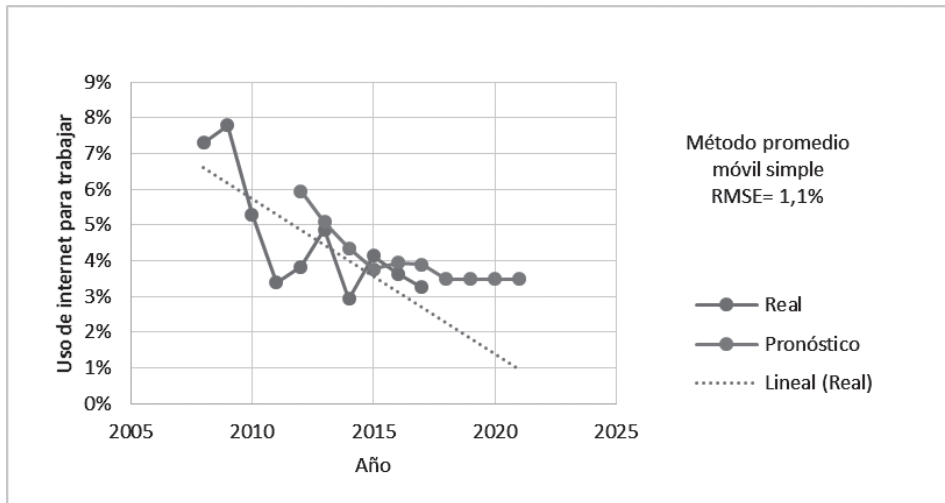
Para conocer el avance del cumplimiento de las metas 8.2 y 8.3 se utilizaron los datos publicados por el INEC (2013, 2017b). Con respecto a la meta 8.2 y de acuerdo con la figura 5, desde 2010 en adelante el uso de internet para fines educativos y de aprendizaje ha ido disminuyendo desde el 40% hasta alcanzar 21% en 2017. Además, existe una tendencia decreciente si se proyecta el indicador hasta 2021.

**Figura 5. Porcentajes reales y pronóstico de uso de internet para la educación y el aprendizaje**



Sobre la meta 8.3, y observando los resultados de la figura 6, se evidencia que desde 2009 ha ido disminuyendo el uso de internet para actividades laborales, desde el 8% hasta llegar al 3% en 2017. Además, según el pronóstico realizado, la tendencia es a ir disminuyendo paulatinamente.

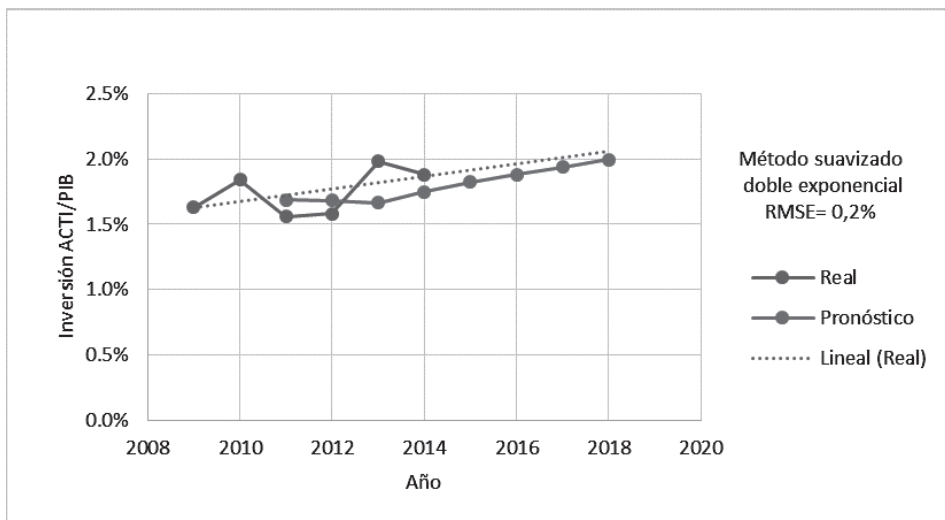
**Figura 6. Porcentajes reales y pronóstico de uso de internet para actividades laborales**



### 3.4. Pronóstico y tendencia de los indicadores relacionados con el ODS 9

Para conocer el probable cumplimiento de la meta 9.5 se toma en cuenta el indicador económico que mide las inversiones en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) con respecto al Producto Interno Bruto (PIB) en instituciones como universidades, instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

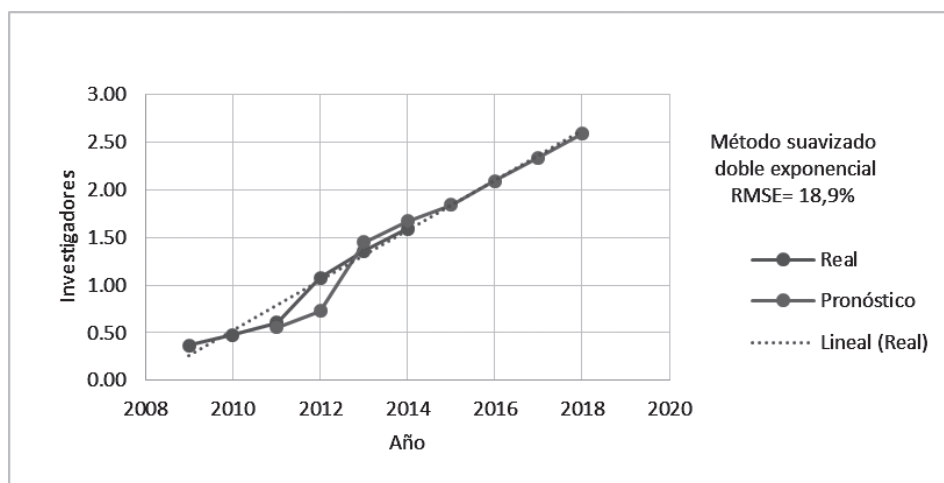
**Figura 7. Inversión real y pronóstico de ACTI con respecto al PIB en Ecuador**



Como se observa en la figura 7, desde 2009 hasta 2014 en que se tienen los últimos datos oficiales, el porcentaje de ACTI con respecto al PBI representó un incremento del 1,63% al 1,88% (SENESCYT-INEC, 2015); además, la inversión en estas actividades ha ido ascendiendo y se pronostica que este indicador mantenga una tendencia creciente.

Para pronosticar el futuro de la meta 9.5 se utiliza como indicador el número de investigadores por cada 1000 integrantes de la Población Económicamente Activa (PEA) –ver figura 8–. Como se observa, este indicador ha ido creciendo hasta el último año en que se tienen datos oficiales obtenidos de SENESCYT-INEC (2015). Además, se pronostica que el número de investigadores (investigadores con cuarto nivel de formación académica y becarios de doctorado) crecerá en 2018 hasta llegar a un estimado de 2,5 investigadores por cada mil integrantes de la PEA.

**Figura 8. Número de investigadores por cada mil integrantes de la PEA**



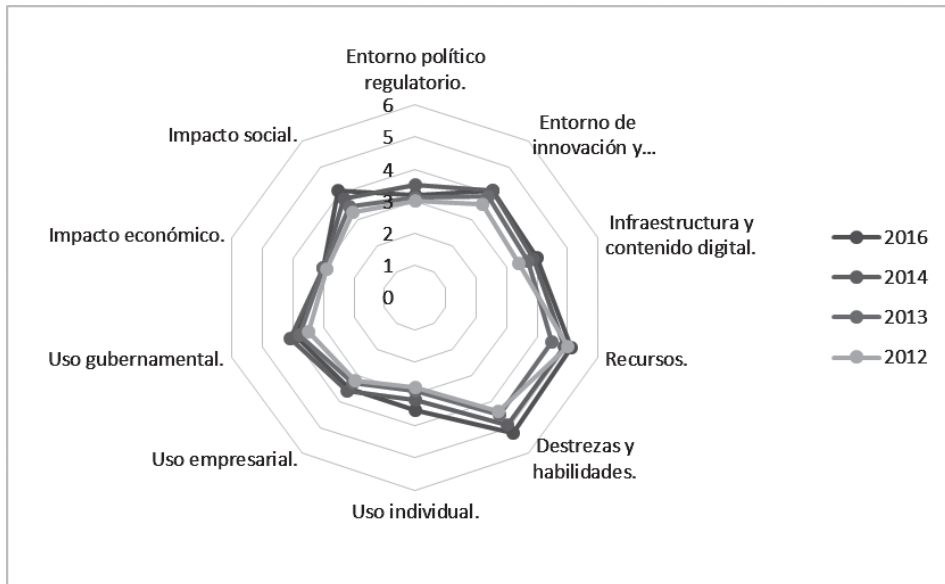
Para pronosticar el estado de la meta 9.b, se puede decir que existen esfuerzos en Ecuador que se han cristalizado en política pública como el «Código Ingenios» (Asamblea Nacional del Ecuador, 2016), en el que se promueve el desarrollo de la Sociedad de la Información y del Conocimiento como principio fundamental para el incremento de la productividad en los factores de producción y actividades laborales. Otra normativa legal promulgada es la «Política Industrial del Ecuador», emitida por el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO, 2016), en la que se detallan las directrices políticas para facilitar el cumplimiento del rol de la industria desde la perspectiva de contribuir de manera creciente al impulso de la innovación y el emprendimiento.

Con el fin de conocer el estado de cumplimiento de la meta 9.c se recurre al indicador *Networked Readiness Index* (NRI), que mide el grado de preparación de una nación para participar en los beneficios de los desarrollos de las TIC (Baller, Dutta, & Lanvin, 2016). Este indicador es construido anualmente por el Foro Económico Mundial, a partir del análisis de 139 economías del mundo y un conjunto de 53

variables agrupadas en cuatro subíndices y diez pilares, relacionados con el marco político, infraestructura, uso de TIC e impacto asociado a las TIC (Baller *et al.*, 2016).

En la figura 9 se observa el comportamiento de cada pilar del NRI según la tabla 3, cuya escala va del 0 al 7 (valor máximo). Se han considerado los últimos cuatro reportes (Baller *et al.*, 2016; Bilbao-Osorio, Dutta, & Lanvin, 2013, 2014; Dutta & Bilbao-Osorio, 2012). En el reporte de 2015 no está presente información de Ecuador, ya que según Dutta, Geiger, & Lavin (2015) no estaba disponible la información en el momento de la edición del reporte, razón por la que no se pudo hacer el cálculo de pronóstico a 2020 de cada uno de los diez pilares de este indicador.

**Figura 9. Comportamiento de pilares del indicador NRI para Ecuador**



Como se observa en la figura 9, son las destrezas, habilidades y recursos los que aportan al crecimiento del indicador, mientras que se rezagan los pilares referentes a infraestructura y contenido digital, y uso individual e impacto económico. La evolución del NRI para Ecuador en los últimos años ha sido la siguiente: en el 2008 ocupaba el puesto 116 de 134 países (Dutta & Mia, 2009), para el 2016 se ubicó en el puesto 82 de 139 países (Baller, Dutta, & Lanvin, 2016); es decir, subió 35 puestos. Adicionalmente, para ese mismo año, se halló en noveno lugar por encima del promedio de la región de América Latina y el Caribe (ALC).

#### 4. Discusión y conclusiones

Pronosticar los indicadores de uso de las TIC y actuaciones de I+D+i y comparar con las metas de los ODS 4, 5, 8 y 9 ha permitido conocer la situación actual y visualizar la tendencia de la SI. Examinando la política pública que fomenta el uso de las TIC

en los infocentros, se observa una fluctuación estacional desde 2010 en adelante, con una tendencia decreciente, situación que podría explicar en parte la razón del lento avance del proceso de alfabetización digital en Ecuador. Según el INEC (2017b) el analfabetismo digital es del 10,5%, y baja aproximadamente 1% cada año, es decir, si no se mejoran las políticas de acceso de la población a las TIC, el cumplimiento parcial del objetivo 4 requerirá importantes esfuerzos públicos y privados para cumplirlo antes de 2030.

Con respecto al uso de las TIC por género, se concluye que existe un crecimiento sostenido del uso del teléfono celular, computador e internet en hombres y mujeres mayores a cinco años de edad. Además, se observa que poco a poco se va eliminando la brecha digital de género en cuanto al uso de las TIC analizadas. De continuar con esta tendencia creciente, se podría ir fortaleciendo la generación de iguales oportunidades educativas y laborales, y fomentar el empoderamiento de las mujeres en diferentes actividades económicas.

Analizando el uso de internet, se evidencia que crecerá más que el uso del computador y teléfono celular. Esta situación garantizaría que los servicios que ofrece la red como comunicación, búsqueda de información y oportunidades de educación y trabajo seguirían incrementándose hasta 2021. Para ello el Gobierno deberá impulsar políticas que vayan eliminando las barreras de género para el acceso a las TIC, ya que según Oña *et al.* (2016), el uso de estas tecnologías ha generado una profunda brecha en los aspectos educativo, social, cultural y productivo a nivel local, regional y mundial.

A lo largo de este estudio se ha evidenciado que la producción de información estadística de género en Ecuador todavía es muy poca, por lo que el Gobierno, motivado por trabajar sobre los indicadores de la Agenda 2030, se encuentra ejecutando el Plan del Desarrollo Estadístico para los ODS (INEC, 2017a, 2018). Esta falta de información estadística concuerda con lo manifestado en la Conferencia Mundial de Datos de la ONU, en la que se ha ratificado que solo un 13% de los países del mundo tienen una partida presupuestaria específica para estadísticas de género, aserción que coincide por lo expuesto en esa misma conferencia por Courey (2018), quien ha expresado que las mujeres generalmente no son parte de las estadísticas oficiales, y, más crítico aún, que cuando están presentes son caricaturizadas por números que las representan como personas más dependientes y menos productivas de lo que son.

Otra conclusión preocupante es que el uso de internet para educación, aprendizaje y actividades laborales ha ido disminuyendo desde 2009, y se pronostica una tendencia decreciente para el 2021. Lamentablemente estos resultados se reflejan en la posición del país en el *ranking* del índice de capital humano, pues según el World Economic Forum (2017), Ecuador se encuentra en el puesto 76 de 130 países, y si bien está sobre la media mundial, se encuentra apenas por delante de algunos países de la región ALC. Consecuentemente, el cumplimiento de las metas 8.2 y 8.3 serían difíciles de cumplir.

Con relación a innovación, se pronostica una inversión cerca del 2% del PIB en ACTI para el año 2018 y existe una pequeña tendencia al crecimiento. Según el *ranking Global Innovation Index 2018*, Ecuador apenas alcanza un puntaje de 26,8 sobre 100 en innovación, lo que le ubica en el 97º lugar de entre 126 economías en el mundo, cinco puestos más abajo que en el año 2017 (Dutta, Lanvin, & Wunsch-Vincent, 2018). Esta

desafortunada posición se evidencia también en la región ALC, donde ocupa el 14° puesto de 18 economías tabuladas, siendo ésta una de las razones por las cuales se hace necesario y urgente trabajar en propuestas para mejorar los procesos de innovación en los diferentes sectores de la economía.

Al finalizar la segunda década, la sociedad ecuatoriana deberá trabajar con perseverancia en el planteamiento de políticas y planes estructurales que amplíen la infraestructura de las TIC y fortalezcan su uso para desarrollar habilidades digitales en todos los ciudadanos, tal como lo han propuesto autores como Moreno-Navarro *et al.* (2014) y documentado el MINTEL (2018a) en su *Libro Blanco*. Además, será importante incursionar en líneas de investigación relacionadas con el resto de ODS donde se consideren temas como la gobernabilidad, la influencia y los intereses de los actores políticos y económicos, que según O'Neil (2017), son necesarios considerarlos para entender la complejidad del logro de los objetivos que conducen al desarrollo sostenible.

## Referencias

- Area, M., Gutiérrez, A., & Vidal, F. (2012). *Alfabetización digital y competencias informacionales*. Barcelona: Ariel. <http://doi.org/10.1109/mspec.2003.1159744>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). Código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación. *Registro Oficial del Ecuador*, 113. Recuperado a partir de <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec075es.pdf>
- Baller, S., Dutta, S., & Lanvin, B. (2016). *The Global Information Technology Report 2016. Innovating in the Digital Economy*. Recuperado a partir de [http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF\\_GITR\\_Full\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf)
- Bilbao-Osorio, B., Dutta, S., & Lanvin, B. (2013). *The Global Information Technology Report 2013. Growth and Jobs in a Hyperconnected World*. Recuperado a partir de [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GITR\\_Report\\_2013.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GITR_Report_2013.pdf)
- Bilbao-Osorio, B., Dutta, S., & Lanvin, B. (2014). *The Global Information Technology Report 2014. Rewards and Risks of Big Data*. World Economic Forum. Recuperado a partir de <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2014/>
- CEPAL. (2016). Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital. La situación de América Latina y el Caribe. *Segunda Reunión de la Conferencia de Ciencia, Innovación y TIC de la CEPAL*, 96. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Chai, T., & Draxler, R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? -Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247-1250. <http://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>
- Courey, E. (2018). Big data: "Sin igualdad de datos no puede haber igualdad de género". Recuperado 23 de octubre de 2018, a partir de [https://elpais.com/elpais/2018/10/22/planeta\\_futuro/1540204547\\_680495.html](https://elpais.com/elpais/2018/10/22/planeta_futuro/1540204547_680495.html)
- Dutta, S., & Bilbao-Osorio, B. (2012). *The Global Information Technology Report 2012 Living in a Hyperconnected World*. World Economic Forum. Recuperado a partir de [http://www3.weforum.org/docs/Global\\_IT\\_Report\\_2012.pdf](http://www3.weforum.org/docs/Global_IT_Report_2012.pdf)
- Dutta, S., Geiger, T., & Lanvin, B. (2015). *The global information technology report: ICTs for Inclusive Growth*. World Economic Forum. Recuperado a partir de [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Global\\_IT\\_Report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_IT_Report_2015.pdf)
- Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (2018). *Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation*. Recuperado a partir de [http://www.amazon.com/Global-Innovation-01-02-Express-Exec/dp/184112219X/ref=sr\\_1\\_40?s=books&ie=UTF8&qid=1375204263&sr=1-40&keywords=%22participative+design+%22](http://www.amazon.com/Global-Innovation-01-02-Express-Exec/dp/184112219X/ref=sr_1_40?s=books&ie=UTF8&qid=1375204263&sr=1-40&keywords=%22participative+design+%22)

- Dutta, S., & Mia, I. (2009). *The Global Information Technology Report 2008 – 2009. Mobility in a Networked World*. World Economic Forum. Recuperado a partir de [https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/document/2014-12/Global Information Technology Report 2008-2009 - Mobility in a Networked World.pdf](https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/document/2014-12/Global%20Information%20Technology%20Report%202008-2009%20-%20Mobility%20in%20a%20Networked%20World.pdf)
- GeSI. (2016). *Enabling the Global Goals*. Recuperado a partir de <http://digitalaccessindex-sdg.gesi.org/>
- Guerrero, V. (2003). *Análisis estadístico de series de tiempo económicas* (2.a ed.). México D.F.: International Thomson Editores.
- INEC. (2013). *Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S) 2013*. Quito. Recuperado a partir de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/Resultados\\_principales\\_140515.Tic.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf)
- INEC. (2017a). *Plan de Desarrollo Estadístico para el reporte de los indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Tomo I* (1.a ed.) (Vol. 1). Quito. Recuperado a partir de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/PLAN\\_DESARROLLO\\_ESTAD\\_para\\_el\\_reporte\\_TOMO\\_1.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/PLAN_DESARROLLO_ESTAD_para_el_reporte_TOMO_1.pdf)
- INEC. (2017b). *Tecnologías de la información y la comunicación. ENEMDU-TIC 2017*. Quito. Recuperado a partir de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2017/Tics\\_2017\\_270718.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2017/Tics_2017_270718.pdf)
- INEC. (2018). *Plan de desarrollo estadístico para el reporte de los indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible* (1.a ed., Vol. 2). Quito. Recuperado a partir de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Plan\\_Desarr\\_Estad\\_repot\\_indic\\_ODS-Tomo\\_II.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Plan_Desarr_Estad_repot_indic_ODS-Tomo_II.pdf)
- ITU. (2018). *ICTs for a Sustainable World #ICT4SDG*. Recuperado 14 de octubre de 2018, a partir de <https://www.itu.int/en/sustainable-world/Pages/default.aspx>
- Lakshmivarahan, S., Lewis, J. M., & Jabrzemski, R. (2017). *Forecast Error Correction using Dynamic Data Assimilation*. (Springer, Ed.) (1.a ed.). Oklahoma. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-39997-3>
- Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México: (McGraw-Hill, Ed.) (15.a ed.).
- MINTEL. (2018a). *Libro blanco de la Sociedad de la Información y del Conocimiento*. Quito. Recuperado a partir de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2018/07/Libro-Blanco-de-la-Sociedad-del-Información-y-del-Conocimiento.pdf>
- MINTEL. (2018b). *Observatorio TIC*. Recuperado 18 de octubre de 2018, a partir de <https://observatoriotic.mintel.gob.ec/estadistica/>
- MIPRO. (2016). *Política Industrial del Ecuador 2016 - 2025* (Vol. 1). Quito. Recuperado a partir de <http://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/01/politicaIndustrialweb-16-dic-16-baja.pdf>
- Moreno-Navarro, J., Albuja, J., Alonso, J., Ibujés, J., Casas, C., & Urquiza, J. (2014). On the role of R & D in e-government in Ecuador. *Proceedings of the 2 International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*, 21-28. <http://doi.org/10.1109/ICEDEG.2014.6819939>
- O'Neil, J. (2017). 'People, Planet, Profits' and Perception Politics: A Necessary Fourth (and Fifth) Bottom Line? Critiquing the Current Triple Bottom Line in the Australian Context. En *The Goals of Sustainable Development* (pp. 19-42). Callaghan: Springer. [http://doi.org/10.1007/978-981-10-5047-3\\_2](http://doi.org/10.1007/978-981-10-5047-3_2)
- OECD. (2016). *Development Co-operation Report 2016. The Sustainable Development Goals as Business Opportunities*. Paris: OECD. <http://doi.org/10.1787/dcr-2016-en>
- Oña, X., Ibujés, J., & Pantoja, O. (2016). Digital divide associated with adoption of Information and Communication Technologies (ICTs) in Small and Medium Business (SMBs). En *9th annual International Conference of Education, Research and Innovation* (pp. 4768-4774). Seville, Spain. <http://doi.org/10.21125/iceri.2016.2124>
- Organización de las Naciones Unidas. (2012). *Río+20. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable*. Río de Janeiro. Recuperado a partir de [https://rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-l-1\\_spanish.pdf](https://rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-l-1_spanish.pdf)



- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos del Desarrollo del Milenio*. New York. Recuperado a partir de [http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015\\_spanish.pdf](http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015_spanish.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas. (2016). *Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Recuperado a partir de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40155>
- Pintér, L., Kok, M., & Almassy, D. (2017). Measuring Progress in Achieving the Sustainable Development Goals. En N. Kanie & F. Biermann (Eds.), *Governing through Goals: Sustainable Development Goals as Governance Innovation* (1.a ed., pp. 99-132). Cambridge: MIT.
- Salvia, A., Filho, W., Brandli, L., & Griebeler, J. (2019). Assessing research trends related to sustainable development Goals: Local and global issues. *Journal of Cleaner Production*, 208, 841-849. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.242>
- SENESCYT-INEC. (2015). *Principales indicadores de actividades de ciencia, tecnología e innovación*. Quito. Recuperado a partir de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/Ciencia\\_Tecnologia/Presentacion\\_de\\_principales\\_resultados\\_ACTI.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Ciencia_Tecnologia/Presentacion_de_principales_resultados_ACTI.pdf)
- Shcherbakov, M., Brebels, A., Shcherbakova, Nataliya Tyukov, A., Janovsky, T., Kamaev, V., & Brebels, A. (2013). A Survey of Forecast Error Measures. *World Applied Sciences*, 24(4), 171-176. <http://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.24.itmies.80032>
- Software-Shop. (2017). Software Shop - Risk Simulator. Recuperado 18 de octubre de 2018, a partir de <https://www.software-shop.com/producto/risk-simulator>
- Tawil, S., Sachs-Israel, M., Le Thu, H., & Eck, M. (2016). *Desglosar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Educación 2030*. Recuperado a partir de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002463/246300s.pdf%0Ahttp://unesdoc.unesco.org/images/0024/002463/246300S.pdf%0Ahttp://unesdoc.unesco.org/images/0024/002463/246300s.pdf>
- United Nations. (2015). Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. *General Assembly 70 session, 16301*(October), 1-35. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Webster, A. (2001). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Bogotá: (McGRAW-HILL, Ed.) (3.a ed.).
- Whetten, D. (1989). What Constitutes Theoretical Contribution ? *The Academy of Management Review*, 14(4), 490-495.
- World Economic Forum. (2017). *The Global Human Capital Report 2017 Preparing people for the future of work*. Recuperado a partir de [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Global\\_Human\\_Capital\\_Report\\_2017.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Human_Capital_Report_2017.pdf)
- Ziemba, E. (2017). The Contribution of ICT Adoption to the Sustainable Information Society. *Journal of Computer Information Systems*, 00(00), 1-11. <http://doi.org/10.1080/08874417.2017.1312635>