

# GQII ÍNDICE GLOBAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE CALIDAD

REPORTE 2020

POR  
ULRICH HARMES-LIEDTKE  
JUAN JOSÉ OTEIZA DI MATTEO



# DOCUMENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DEL GQII, N°1

## GQII Data & Analytics Paper (Edición española)

**TÍTULO:** Informe sobre el GQII Índice Global de la Infraestructura de Calidad 2020

**AUTORES:** Dr. Ulrich Harmes-Liedtke y Juan José Oteiza Di Matteo

**LUGAR:** Buenos Aires/Argentina y Bad Homburg/Alemania, Marzo 2021

**CONTACTO:** uhl@mesopartner.com, jjoteiza@analyticar.com.ar

El Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) ha apoyado la traducción de este documento.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported

### TIENE LIBERTAD PARA:

- **Compartir:** copiar, distribuir y transmitir el documento
- **Remezclar:** adaptar la obra
- Hacer uso comercial de la obra

### EN LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

**Atribución:** Debe atribuir la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de ninguna manera que sugiera que ellos lo apoyan a usted o a su uso de la obra)

**Compartir igualmente:** Si usted modifica, transforma o construye a partir de esta obra, puede distribuir la obra resultante sólo bajo la misma licencia o una licencia similar a ésta.

### ENTENDIENDO LO SIGUIENTE:

- **Renuncia:** Se puede renunciar a cualquiera de las condiciones anteriores si obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.
- **Dominio público:** Cuando la obra o alguno de sus elementos sea de dominio público según la legislación aplicable, esta condición no se verá afectada por la licencia.
- **Otros derechos:** La licencia no afecta a ninguno de los siguientes derechos:
  - > Sus derechos de trato justo o uso justo, u otras excepciones y limitaciones aplicables a los derechos de autor
  - > Los derechos morales del autor
  - > Los derechos que otras personas puedan tener sobre la obra en sí o sobre la forma de utilizarla, como los derechos de publicidad o de privacidad.
- **Aviso:** Para cualquier reutilización o distribución, debe dejar claros los términos de la licencia de esta obra. La mejor manera de hacerlo es a través de la siguiente página web:  
[http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en\\_US](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en_US)



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |           |
|---|-----------|
| AGRADECIMIENTOS   | 7         |
| INTRODUCCIÓN  | 8         |
| <b>INFRAESTRUCTURA DE CALIDAD</b>   |           |
| - Definición  | 11        |
| - La infraestructura de la calidad en evolución                             | 14        |
| - IC y desarrollo   | 19        |
| - IC y los datos  | 22        |
| <b>MEDICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE CALIDAD</b>                            |           |
| - Metodología del GQII  | 24        |
| - Cobertura geográfica  | 27        |
| - Fuentes de datos  | 30        |
| - Fórmula   | 34        |
| <b>RESULTADOS EMPÍRICOS, CLASIFICACIONES Y MAPAS</b>                        | <b>38</b> |
| <b>DESEMPEÑO DEL GQII</b>   | <b>44</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS</b>  | <b>47</b> |
| <b>ANEXO: PERFILES DE LOS PAÍSES</b>  | <b>49</b> |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b>   |           |
| Figura 1: Correlación del GQII y del CEI                                    | 10        |
| Figura 2: Sistema nacional de infraestructuras de calidad                   | 12        |
| Figura 3: Cuatro revoluciones industriales                                  | 16        |
| Figura 4: Acreditación transfronteriza                                      | 28        |
| Figura 5: Número total de OEC acreditados por la ILAC                       | 31        |
| Figura 6: Infografía del iaf sobre los datos de acreditación. Referencia    | 32        |
| Figura 7: La fórmula GQII   | 34        |
| Figura 8: Mapa del GQII   | 38        |
| Figura 9: GQII y PIB per cápita   | 44        |
| Figura 10: GQII y exportaciones   | 45        |
| Figura 11: GQII e Índice de Complejidad Económica                           | 46        |
| <b>LISTA DE CUADROS</b>   |           |
| Cuadro 1: Ventajas e inconvenientes de los indicadores compuestos           | 26        |
| Cuadro 2: Pertenencia a organizaciones internacionales y cobertura del GQII | 27        |
| Cuadro 3: Donantes y receptores de ayuda oficial al desarrollo (AOD)        | 29        |
| Cuadro 4: Resumen de los datos utilizados para el GQII                      | 30        |
| Cuadro 5: Disposiciones y niveles de acreditación                           | 33        |

# LISTA DE ACRÓNIMOS

|          |   |        |  |
|----------|---|--------|--|
| AFNOR    | Asociación Francesa de Normalización  | ITC    | Centro de Comercio Internacional*  |
| AFRAC    | Cooperación Africana para la acreditación*  | K&SC   | Comparaciones clave y complementarias*                                       |
| AFRIMETS | Sistema de Metrología Intra-Africano*   | KCDB   | Base de Datos de Comparación Clave*  |
| AOD      | Ayuda oficial al desarrollo   | KRISS  | Instituto de Investigación de Normas y Ciencias de Corea*                    |
| APAC     | Cooperación para la Acreditación en Asia y el Pacífico*                               | MIT    | Instituto Tecnológico de Massachusetts*                                      |
| APMP     | Programa de Metrología para Asia y el Pacífico*                                       | MLA    | Acuerdo de Reconocimiento Multilateral*; término utilizado por IAF           |
| ARAC     | Cooperación Árabe de Acreditación*  | MRA    | Acuerdo de Reconocimiento Mutuo*; término utilizado por BIPM e ILAC          |
| BIPM     | Oficina Internacional de Pesas y Medidas (según las letras en francés)                | MSTQ   | Metrología, normas, pruebas y calidad*                                       |
| BMZ      | Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (según las letras en alemán) | NATA   | Asociación Nacional de Autoridades de Ensayo*, Australia                     |
| BRICS    | Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica   | NIST   | Instituto Nacional de Normas y Tecnología*, EUA                              |
| BSI      | Institución Británica de Normalización*   | NMISA  | Instituto Nacional de Metrología de Sudáfrica*                               |
| CAD      | Comité de Ayuda al Desarrollo de la OCDE  | OA     | Organismo de acreditación  |
| CCI      | Centro Común de Investigación de la Comisión Europea                                  | OC     | Organismo de Certificación   |
| CIPM     | Comité Internacional de Pesas y Medidas   | OCDE   | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico                   |
| CMC      | Capacidades de calibración y medición*  | ODS    | Objetivos de Desarrollo Sostenible   |
| COOMET   | Cooperación Euroasiática de Instituciones Metroológicas Nacionales*                   | OECD   | Organismo de evaluación de la conformidad                                    |
| CRA      | Cooperación Regional en materia de acreditación                                       | OIML   | Organización Internacional de Metrología Legal (según las letras en francés) |
| CROSO    | Organización regional de la CARICOM para las normas y la calidad                      | OMC    | Organización Mundial del Comercio  |
| CT       | Comité técnico  | ONA    | Organismo nacional de acreditación   |
| DIN      | Instituto Alemán de Normalización (según las letras en alemán)                        | ONN    | Organismo nacional de normalización  |
| EA       | Cooperación Europea para la Acreditación*   | ONUDI  | Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial            |
| ECA      | Ente Costarricense de Acreditación  | OUA    | Organismo Uruguayo Acreditación  |
| ECI      | Índice de complejidad económica*  | PAC    | PAC Cooperación de Acreditación del Pacífico*                                |
| EE. UU.  | Estados Unidos de América   | PAQI   | Infraestructura Panafricana de Calidad*                                      |
| EURAMET  | Asociación Europea de Institutos Nacionales de Metrología                             | PIB    | Producto Interno Bruto   |
| FSC      | Consejo de Administración Forestal*   | PTB    | Instituto Federal de Metrología de Alemania (según las letras en alemán)     |
| GCI      | Índice de Competitividad Global*  | RDC    | República Democrática del Congo  |
| GQII     | Índice Global de la Infraestructura de Calidad*                                       | RSE    | Responsabilidad social de las empresas                                       |
| GULFMET  | Asociación de Metrología del Golfo*   | SADCA  | Cooperación para el desarrollo del África Austral en materia de acreditación |
| IAAC     | Cooperación Interamericana de Acreditación*   | SADCAS | Servicio de Acreditación de la Comunidad de Desarrollo del África Austral    |
| IAF      | Foro Internacional de Acreditación*   | SG     | Sur Global   |
| IC       | Infraestructura de calidad  | SIM    | Sistema Interamericano de Metrología   |
| IEC      | Comisión Electrotécnica Internacional*  | SMCC   | Comité Coordinador de la Fabricación Inteligente*                            |
| ILAC     | Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios*                            | SNC    | Sistema nacional de calidad  |
| INC      | Infraestructura nacional de calidad   | SOAM   | Normas, garantía de calidad, acreditación y metrología*                      |
| INetQI   | Red Internacional de Infraestructuras de Calidad*                                     | TIC    | Pruebas, inspección y certificación (según las letras en inglés)             |
| INM      | Instituto nacional de metrología  | TÜV    | Asociación de Inspección Técnica (Alemania; según las letras en alemán)      |
| INMETRO  | Instituto Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial, Brasil          | UIT    | Unión Internacional de Telecomunicaciones                                    |
| INTI     | Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Argentina                                | UKAS   | Servicio de Acreditación del Reino Unido*                                    |
| ISA      | Federación Internacional de Asociaciones Nacionales de Normalización*                 | UNECE  | Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa*                       |
| ISO      | Organización Internacional de Normalización (según las letras en francés)             | WBG    | Grupo Banco Mundial*   |

\*Por sus siglas en inglés

# AGRADECIMIENTOS

El interés por la Infraestructura de Calidad (IC) ha crecido enormemente durante la última década, especialmente en los círculos de cooperación internacional para el desarrollo. Al mismo tiempo, ha aumentado la necesidad de disponer de datos fiables que informen sobre el avance de la IC en los países emergentes y en desarrollo.

El programa del Índice de Infraestructura de Calidad Global (GQII) es una iniciativa destinada a recopilar y analizar información fiable sobre la mejora de la calidad; y ponerla a disposición del público interesado. La edición del 2020 es producto de los estímulos de la investigación y los debates de los últimos diez años. Los autores de este informe, Ulrich Harmes-Liedtke y Juan José Oteiza Di Matteo, se han visto beneficiados por el intercambio con numerosos expertos de organizaciones de la Infraestructura de Calidad (IC) y de la cooperación internacional para el desarrollo.

Sin pretender ser exhaustivos, los autores quieren dar las gracias a Anett Matbadal, Annelien Cunningham, Christian Schoen y Manfred Kindler por su continuo apoyo; especialmente por su ayuda en la recopilación de datos de los organismos de acreditación. También agradecemos a los numerosos expertos e investigadores que comentaron los borradores de las publicaciones: Andreas Stamm, Andy Henson, César Parga, Claudio Maggi, Daniel Masso Aguado, Elsie Meintjies, Emanuel Rivera, Fahim Khanzada, Francisco García, Gabriela de la Guardia, Georgeta Auktor, Hanspeter Ischi, Hao Zhang, Ileana Martínez, Javier Arias, Jörn Stenger, Juan Pablo Dávila, Knut Blind, Kory Eguino, Martha Lucia Castro, Martin Kaiser, Ramón Madriñán, Ron Josias, Sebastian Bustos, Shawn Cunningham, Tilman Altenburg, Victor Gandy y Yolanda Vinnicombe.

Se hace un agradecimiento especial al Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Instituto Federal de Metrología de Alemania (PTB) cuya Cooperación Internacional, bajo

la dirección de Marion Stoldt, ha apoyado el desarrollo del GQII a lo largo de los años. Y al Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) por su apoyo en la traducción al español de la edición 2020 del GQII.

Los autores desean agradecer a los participantes del grupo focal sobre metrología por sus valiosos comentarios, a saber: Anett Matbadal (Alemania), Byounghoon Jeon (KRIS, Corea), Claudio Santo (SIM, Uruguay), David Tomlinson (CROSO, Barbados), Héctor Laiz (INTI, Argentina), Ndwakhulu Mukhufhi (NMISA, Sudáfrica), Peter Ulbig (PTB, Alemania), Tobias Diergardt (PTB, Alemania), Valnei Cunha (INMETRO, Brasil) y los miembros del grupo focal sobre acreditación Alessandro Nisi (Accredia, Italia), Beatriz Paniagua (Costa Rica), Cora Roos (PTB), Graham Talbot (Reino Unido, Taiwán), Hanspeter Ischi (Suiza), Liane Somma (OIA, IAAC, Uruguay), Manfred Kindler (Alemania), Ron Josias (AFRAC, Sudáfrica), Seidy Alfaro Gutiérrez (ECA, Costa Rica), Verónica García Malo (México) y Xavier Mugari (SADCAS).

Las sugerencias y las críticas han permitido mejorar el poder informativo del GQII. Al mismo tiempo, los autores son conscientes de que no han podido refutar totalmente todos los puntos de crítica. La clasificación de las economías sigue siendo una cuestión delicada y debe ser comunicada. El GQII pretende contribuir a una base de información fiable para el desarrollo de la IC en todo el mundo. Los autores esperan que la información proporcionada por el GQII sea una referencia útil para múltiples actores dentro y fuera de la IC.

# INTRODUCCIÓN

## Las infraestructuras de calidad son una base para el desarrollo económico

La Infraestructura de Calidad (IC) proporciona una base necesaria para el desarrollo económico de cualquier país. Esto se aplica tanto para los países que se han industrializado tempranamente como a los países emergentes, en transición y en desarrollo. Por esta razón, la cooperación internacional para el desarrollo está cada vez más involucrada en la promoción de la IC en el Sur Global.

El Índice de Infraestructura de Calidad Global (GQII) ofrece a los responsables de la IC y de la cooperación internacional una visión general del desarrollo de la IC en todo el mundo. El índice y la base de datos subyacente también ofrecen información valiosa a los investigadores en materia de comercio y desarrollo. El índice permite ver los datos de IC de una economía en su contexto y también compararlos con los de otras economías. Al mismo tiempo, el GQII permite comparar los datos de la IC con otras clasificaciones mundiales, como el Índice de Complejidad Económica (ECI, por sus siglas en inglés).

## La IC sólo es conocida por los expertos

A pesar de su importancia para los países en desarrollo, el concepto de mejora de la calidad sigue siendo un tema de nicho muy técnico que a menudo no se entiende bien fuera de los círculos de expertos en IC. Sólo recientemente, las principales organizaciones internacionales en los campos de metrología, normas y acreditación han acordado una definición de la IC y, con el apoyo de organizaciones de desarrollo como el Grupo Banco Mundial (WBG) y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), están promoviendo el establecimiento y expansión de infraestructuras nacionales de calidad en todo el mundo.

Además, varias organizaciones internacionales de desarrollo apoyan programas y proyectos para promover la mejora de la calidad (véase el apartado 2.4). Una de estas organizaciones es el Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Instituto Federal de Metrología de Alemania (PTB). En nombre del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ), el PTB promueve proyectos de IC en los países socios de la cooperación alemana al desarrollo. En este marco, el PTB ha apoyado la elaboración de la edición 2020 del GQII.

El GQII es una plataforma de colaboración y datos abiertos para el desarrollo de infraestructuras de calidad basadas en datos.<sup>1</sup> Las empresas consultoras Mesopartner (Alemania) y Analyticar (Argentina) iniciaron y acogieron el programa GQII. Se trata de una iniciativa sin ánimo de lucro y abierta a cualquier persona interesada en el desarrollo de la IC, especialmente en los países emergentes y en desarrollo. Se invita a participar a expertos de instituciones nacionales, regionales e internacionales de IC de todo el mundo, así como a consultores y representantes de organizaciones de cooperación al desarrollo centradas en la promoción de la IC.

Nuestra idea es promover el acceso y democratización de los datos de la IC, así como impulsar decisiones basadas en datos que potencien la IC en todo el mundo. El GQII pretende unir a las personas en colectivos de actores capaces lograr mejoras significativas en las condiciones de vida y para el cambio de estructuras arraigadas de poder.

<sup>1</sup> Para más información, consulte <https://gqii.org>



El GQII se está convirtiendo en una plataforma de diálogo abierto e independiente para acompañar y apoyar críticamente el cambio continuo de la IC. Uno de los temas centrales será la calidad y la transparencia de los datos y, la información sobre la IC. Al mismo tiempo, los autores desean abordar cuestiones sobre el futuro y el desarrollo estratégico de la IC. Por analogía con la Inteligencia Empresarial (BI, por sus iniciales en inglés) (Chugh y Grandhi, 2013), los autores buscan desarrollar un concepto de Inteligencia de la IC.

Los autores tienen un profundo conocimiento de la IC en muchos países de los cinco continentes, adquirido a lo largo de más de una década de trabajo de consultoría. Además, los autores están en contacto permanente con los representantes de las instituciones de IC, sus asociaciones internacionales y regionales,

y los organismos de financiación especializados de la cooperación internacional para el desarrollo. Al mismo tiempo, como expertos externos, los autores mantienen la distancia y perspectiva global necesarias para describir el desarrollo de la IC de forma neutral.

El GQII sustenta el concepto de Infraestructura de Calidad con datos fiables. La característica distintiva del GQII es que el índice utiliza exclusivamente datos de acceso público de las instituciones de la infraestructura nacional de calidad y sus asociaciones regionales e internacionales. El equipo de investigación de Mesopartner y Analyticator ha recopilado los datos de las diferentes instituciones, los ha revisado y les ha hecho comparables. Hay que agradecer especialmente a los expertos en acreditación, metrología, normas y a quienes han participado en la recolección e interpretación de los datos.

## El desarrollo de la IC está fuertemente correlacionado el desempeño económico

Siguiendo el entendimiento común, la fórmula del GQII incluye los componentes centrales de un sistema de IC, es decir, la metrología, las normas y la acreditación. En representación del usuario, los servicios de evaluación de la conformidad son incluidos en cada componente. Para cada componente, los autores han identificado indicadores clave para evaluar el estado de desarrollo de la IC del país. En consecuencia, el GQII proporciona indicadores sobre la IC y sus componentes para 184 economías de todo el mundo. Esto permite evaluar y clasificar el desarrollo de los diferentes elementos de la IC de un país.

La investigación de los autores acerca de un índice de IC internacional se remonta a 2011. En ese año, Ulrich Harmes-Liedtke y Juan José Oteiza Di Matteo publicaron el primer documento de trabajo sobre la medición de la IC. Una de las principales conclusiones del informe fue que el estado de desarrollo de la IC de un país está correlacionado con sus resultados económicos (PIB per cápita), los resultados de las exportaciones y la competitividad. En una publicación posterior (Harmes-Liedtke y Oteiza Di Mateo, 2019), los autores confirmaron esta correlación para el Indicador de Complejidad Económica (ECI). De nuevo, esta edición del GQII 2020 muestra claramente una correlación entre el desarrollo económico y la IC.

El gráfico 1 muestra la correlación entre el desarrollo de IC y el ECI de un país. El ECI se basa en datos comerciales y mide la intensidad de una economía en términos del conocimiento que incorpora en los productos que exporta. Este indicador predice el crecimiento económico (Hausmann et al., 2013) y explica las variaciones internacionales de la desigualdad de ingresos (Hartmann e Hidalgo, 2017). La correlación lineal entre el GQII y el ECI es significativamente positiva ( $r = 0,79$ ;  $p = 0,0001$ ). Este hallazgo apoya la conocida relación entre la actividad exportadora de un país y su IC.

La IC no sólo está más desarrollada en las economías que agregan más conocimiento en sus exportaciones, sino que estas economías representan la mayor parte del comercio mundial de exportación. Esto puede verse en la Figura 1, en el tamaño creciente de las burbujas que representan a cada economía, donde se observa la nube de puntos que asciende de izquierda a derecha.

En resumen, cuanto mayor es el desarrollo de la IC, mayor es la capacidad de exportación y mayor es el valor añadido de estos productos y servicios en términos de conocimiento.

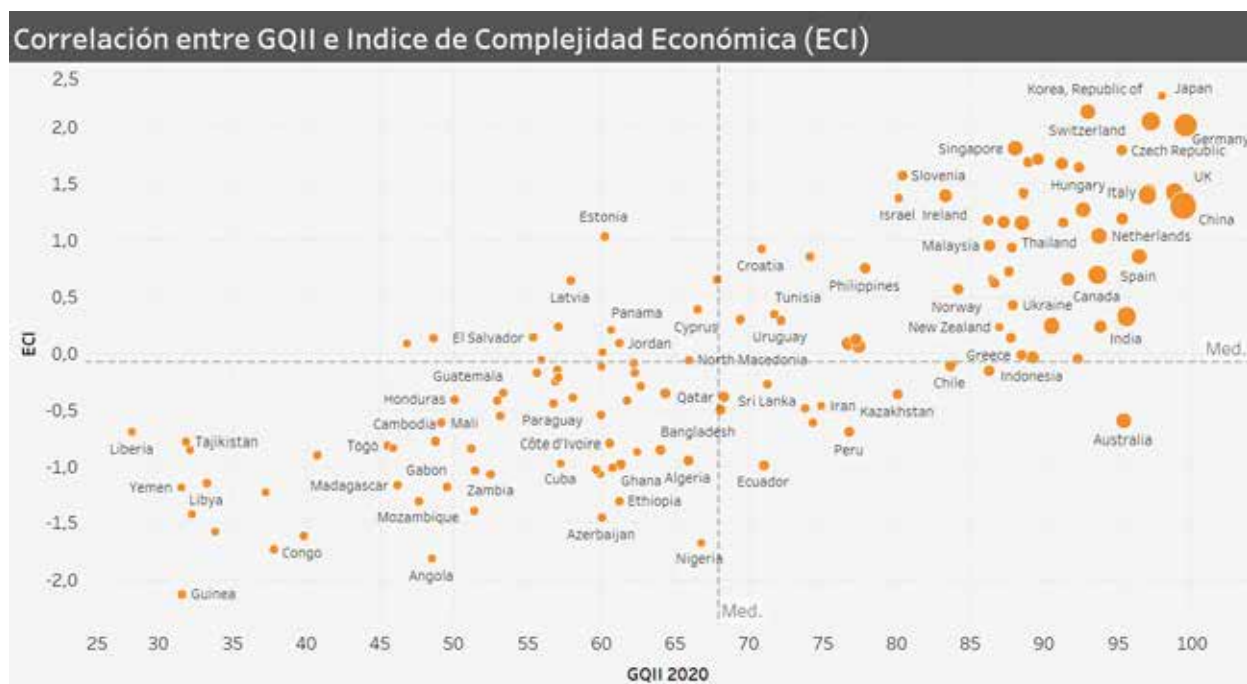


Figura 1: Correlación del GQII y del CEI

## Los actores de la IC deben cooperar

Los datos y la información del GQII son útiles para los propios actores de la IC, así como para la cooperación internacional al desarrollo. La fuerte correlación entre las intervenciones técnicas de IC y la promoción del comercio exige una colaboración interfuncional entre los actores, aún cuando las intervenciones en la IC han sido consideradas predominantemente técnicas y, a menudo, se implementen de forma aislada. Las conclusiones del informe señalan los mecanismos de refuerzo entre las intervenciones de desarrollo económico. Es necesaria la incorporación sistemática de la IC en los programas integrales de desarrollo.

Este informe se divide en seis capítulos. A la introducción (Capítulo 1) le sigue la presentación del concepto de infraestructura de calidad, su evolución y su importancia para el desarrollo económico (Capítulo 2). A continuación, en el Capítulo 3, los autores explican los fundamentos metodológicos del GQII, incluyendo su base de datos. Presentan los resultados empíricos del GQII en forma de clasificaciones y mapas (Capítulo 4). Analizan los resultados del GQII en las economías en comparación con otras medidas y clasificaciones bien conocidas, como el Producto Interior Bruto (PIB), las exportaciones de bienes y servicios y el Índice de Complejidad Económica (ECI) (Capítulo 5). Por último, los autores repasan los resultados principales y ofrecen una perspectiva para el impulsar el desarrollo de la medición de la IC mundialmente.

Una novedad del GQII 2020 es la presentación visual de 3 perfiles de país (Brasil, Colombia y México) para la edición en español y 8 perfiles para la edición en inglés del índice (Brasil, Colombia, India, Indonesia, Kenia, Marruecos, Sri Lanka y Ucrania) (véase el anexo). La publicación de otros perfiles de países está en curso. Puede encontrar más información sobre las bases de datos y los perfiles de países en el Programa GQII.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Véase [www.gqii.org](http://www.gqii.org)

## INFRAESTRUCTURA DE CALIDAD

### DEFINICIÓN

El término Infraestructura de Calidad (IC) es relativamente nuevo y hasta ahora ha sido conocido sobre todo por los expertos que trabajan en este sector. Por lo tanto, es fundamental explicar que no se refiere a la calidad de infraestructuras como carreteras, puertos o redes eléctricas. No cabe duda de que los servicios de IC se utilizan para garantizar la calidad de las infraestructuras físicas, pero el significado del término va mucho más allá. El término se refiere al hardware y el software necesarios para garantizar la calidad de los productos y servicios.

### La infraestructura de calidad describe un sistema que garantiza la calidad

La IC describe un sistema de instituciones que garantizan la definición y el control de los criterios de calidad. Los principales componentes técnicos de una infraestructura nacional de calidad (INC) son:

- La **normalización** es la actividad que consiste en establecer, en relación con problemas reales o potenciales, disposiciones de uso común y repetido orientadas a la consecución del grado óptimo en cada contexto. La actividad consiste en los procesos necesarios para formular, emitir y aplicar normas que mejoren la idoneidad de los productos, procesos y servicios con el fin de prevenir obstáculos al comercio y facilitar la cooperación tecnológica (Kellermann, 2019). En general, cada país o economía tiene un único organismo nacional de normalización (ONN) reconocido que representa a la economía en la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en francés).
- La **metrología** es la ciencia de la medición y su aplicación, que abarca tanto la determinación experimental como la teórica de cualquier nivel de incertidumbre en cualquier campo de la ciencia y la tecnología. La metrología consiste en la definición de unidades de medida internacionalmente aceptadas, la aplicación de patrones de medida y la garantía de la trazabilidad internacional de las mediciones.

El papel de un instituto nacional de metrología (INM), en el sistema de medición de un país, es llevar a cabo la metrología científica, aplicar unidades de base y mantener los patrones nacionales primarios. No todos los

países y economías tienen un instituto de metrología centralizado; algunos tienen un INM principal y varios institutos descentralizados especializados en normas nacionales específicas.

- La **acreditación** es la atestación o declaración formal por parte de un tercero independiente (organismo de acreditación, OA) de que un organismo de evaluación de la conformidad (OEC) es competente para llevar a cabo servicios específicos.

Un organismo nacional de acreditación (ONA) es una institución que da fe de la competencia e imparcialidad de los OEC, según normas internacionales como la ISO/IEC. Algunos países tienen más de un OA.

- La **evaluación de la conformidad** demuestra que los requisitos especificados de productos, procesos, sistemas, personas u organismos cumplen con los estándares y requisitos cubiertos por las actividades de evaluación de la conformidad de la norma ISO/IEC 17000. Los requisitos suelen estar recogidos en normas y reglamentos técnicos. Los elementos de la evaluación de la conformidad incluyen la inspección, las pruebas, la certificación, la validación y la verificación<sup>3</sup> (Kellermann, 2019).

Diferentes tipos de OEC pueden realizar actividades de evaluación de la conformidad. Pueden tener diferentes formas de organización y pertenencia y pueden ser entidades comerciales con o sin ánimo de lucro. Los OEC pueden ser agencias gubernamentales, ONN, asociaciones comerciales, organizaciones de consumidores o empresas privadas o públicas.<sup>4</sup>

La Figura 2 muestra en el centro los principales componentes de una INC: acreditación, normalización y metrología, certificación, ensayos e inspección.<sup>5</sup> Los componentes individuales intercambian servicios y forman un sistema global. En el lado derecho, el reconocimiento internacional está representado por la pertenencia a organizaciones profesionales internacionales. En el lado izquierdo, los usuarios del sistema aparecen en forma de cadena de valor. Así, la IC crea confianza entre los socios comerciales y promueve la cooperación entre las empresas y las organizaciones de apoyo.

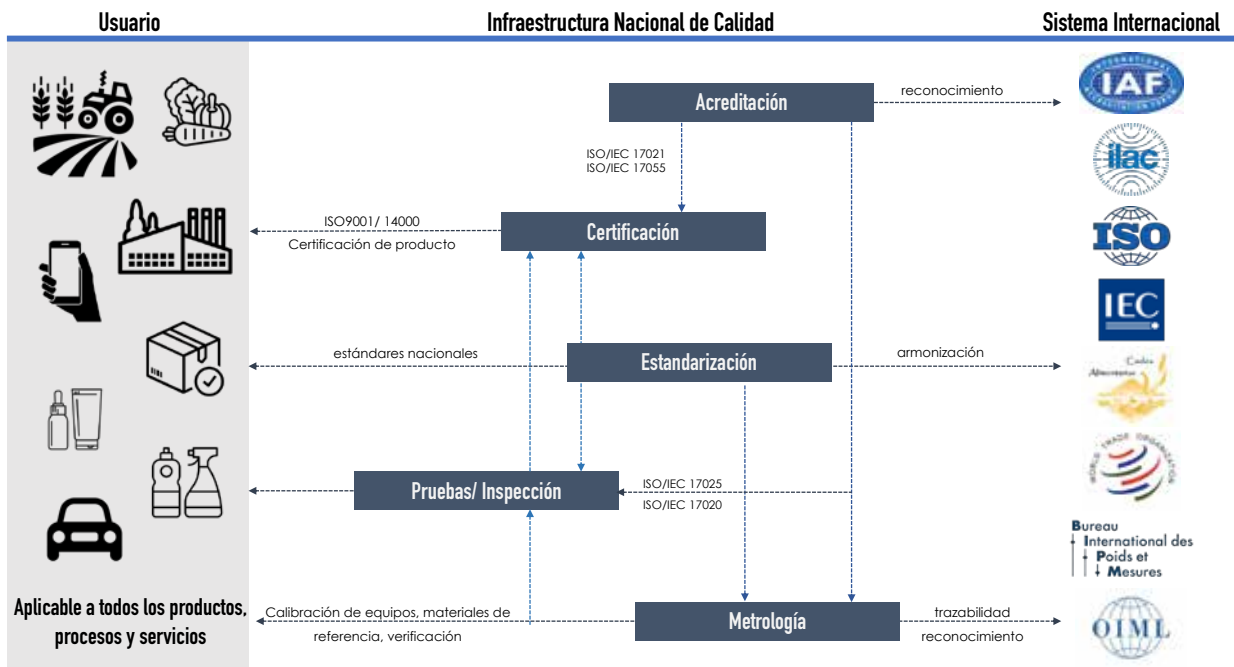


Figura 2: Sistema Nacional de Infraestructuras de Calidad <sup>6</sup>

<sup>3</sup> A veces la calibración se considera una evaluación de la conformidad, pero no lo es, la calibración pertenece al ámbito de la metrología.

<sup>4</sup> <https://casco.iso.org/bodies.html>.

<sup>5</sup> En contraste con la amplia definición de la IC por parte de la INetQI, tanto la figura 2 como el GQII no incluyen la vigilancia del mercado, sin embargo, el GQII sí incluye el área legalmente regulada a través del recuento de los OEC

<sup>6</sup> Referencia: Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB).

Las instituciones de calidad pueden considerarse la base del comercio internacional. Una infraestructura de calidad desarrollada es un requisito previo para que los países en desarrollo puedan acceder a los mercados internacionales según los principios actuales. Aunque muchos productos y servicios producidos en los países en desarrollo pueden ser de alta calidad, sigue siendo difícil comercializar sus productos y servicios a nivel internacional si su INC no funciona satisfactoriamente y de acuerdo con las mejores prácticas internacionales. Al igual que la infraestructura física, la prestación de la IC se considera una tarea pública. Sin embargo, en muchos países, varios servicios de IC son proporcionados por organizaciones privadas y sin ánimo de lucro.

## La mejora de la calidad es un elemento fundamental para el desarrollo sostenible y el bienestar

Las principales instituciones y promotores internacionales de la IC han elaborado recientemente una definición formal del concepto. En 2017, esta definición fue refrendada por las organizaciones internacionales de metrología (la BIPM y la OIML), de normalización (ISO, CEI y UIT) y de acreditación (IAF e ILAC), así como por el Centro de Comercio Internacional (CCI), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI), la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) y el Banco Mundial en el marco de la Red Internacional de Infraestructuras de Calidad (INetQI). En este entorno, la IC se define como:

*“el sistema que comprende las organizaciones (públicas y privadas) junto con las políticas, el marco jurídico y reglamentario pertinente, y las prácticas necesarias para apoyar y mejorar la calidad, la seguridad y la solidez medioambiental de los bienes, servicios y procesos. La infraestructura de calidad es necesaria para el funcionamiento eficaz de los mercados nacionales, y su reconocimiento internacional es esencial para permitir el acceso a los mercados extranjeros. Es un elemento crítico para promover y sostener el desarrollo económico y el bienestar ambiental y social. Se basa en la metrología, la normalización, la acreditación, la evaluación de la conformidad y la vigilancia del mercado (en áreas reguladas)”<sup>7</sup>.*

IC sustituye las siglas MSTQ (metrología, normas, pruebas y calidad), utilizadas anteriormente, por SQAM (normas, garantía de calidad, acreditación y metrología). La nueva definición de 2017 representa una ampliación del alcance de la IC. En el pasado, la IC se consideraba principalmente un instrumento de facilitación del comercio. Hoy en día, la idea de IC está muy relacionada con la salud, el medio ambiente y la protección de los consumidores. La IC pretende contribuir a una cultura global de la calidad y del bienestar general.



<sup>7</sup> <https://www.bipm.org/utls/common/pdf/QI-definition.pdf> (Recuperado el 13/03/2021)

## LA INFRAESTRUCTURA DE LA CALIDAD EN EVOLUCIÓN

### Prehistoria de las medidas y los estándares

Los orígenes de la metrología y la normalización se remontan a los inicios de la historiografía mundial. La civilización del Indo, en el noroeste del subcontinente indio, desarrolló pesas y medidas estándar ya en la Edad de Bronce. El sistema centralizado de pesas y medidas servía a los intereses comerciales de los comerciantes del Valle del Indo, ya que las medidas de peso más pequeñas se utilizaban para medir los artículos de lujo, mientras que las pesas más grandes se utilizaban para comprar artículos más voluminosos, como los granos de comida. La estandarización técnica permitió el uso eficaz de instrumentos de medición para medir ángulos y tomar medidas en la construcción.<sup>8</sup>

Independientemente, otras civilizaciones avanzadas de distintas partes del mundo desarrollaron sus sistemas de medición y estandarización. Los antiguos egipcios basaban sus medidas en el cúbito real Meh, para el cual, el faraón proporcionaba un prototipo hecho de granito.<sup>9</sup> En la antigua China, el Shi se consideraba la unidad básica de peso. Shi Huang Di, el primer emperador de China, estandarizó las reglas para determinar las unidades básicas en el 221 a.C. y creó el shi.<sup>10</sup> En el actual México, los mayas utilizaron un sistema de medición, el zapal, para construir sus ciudades culturales de Uxmal, Kabah y Chichén Itzá.<sup>11</sup> Otros pueblos civilizados también desarrollaron métodos de medición comparables para facilitar el comercio.

### Inicio de la metrología y la normalización modernas

Los orígenes de la IC actual se remontan a la Revolución Industrial de la segunda mitad del siglo XVIII. Durante esta época, las condiciones económicas y sociales, así como las condiciones de trabajo y de vida, cambiaron profunda y permanentemente, comenzando en Inglaterra y extendiéndose a Europa Occidental y a Estados Unidos (EE. UU.). A partir del siglo XIX, también en Japón y otras partes de Europa y Asia, la Revolución Industrial supuso la transición de las sociedades agrícolas a las industriales.

Los nuevos y más complejos métodos de producción trajeron consigo riesgos específicos. La explosión de las calderas de vapor, por ejemplo, llevó a los industriales de Alemania a crear asociaciones de inspección técnica (TÜV)<sup>12</sup>, establecidos como proveedores de evaluación de la conformidad a nivel internacional activos hasta el día de hoy. Aquí el lector puede ver los orígenes del uso actual de los llamados servicios de IC para garantizar la seguridad y la salud laboral.

A principios del siglo XX, la falta de armonización de las normas obstaculizaba el incipiente comercio internacional. Como respuesta, los ingenieros empezaron a formar organismos nacionales de normalización. El primer organismo nacional de normalización fue la British Standards Institution (BSI) de Inglaterra en 1901, seguida por el American National Standards Institute (ASTM) en 1918<sup>13</sup>, el Instituto Alemán de Normalización (hoy DIN) en 1917 y la Comisión Permanente de Normalización Francesa (hoy AFNOR) en 1926.

Ya a principios del siglo XX se hizo patente la necesidad de armonizar las normas a nivel internacional. En 1906 se fundó la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) como primera organización internacional de normalización. En 1926 se creó la Federación Internacional de Asociaciones Nacionales de Normalización (ISA) para promover la

<sup>8</sup> <https://www.khanacademy.org/humanities/world-history/world-history-beginnings/ancient-india/a/the-indus-river-valley-civilizations> (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>9</sup> <https://teqegypt.com/history-of-metrology/> (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>10</sup> <http://www.chinadaily.com.cn/a/201802/10/WS5a7e1a59a3106e7dcc13be7c.html> (Retrieved 13/03/2021)

<sup>11</sup> <https://www.cambridge.org/core/journals/american-antiquity/article/abs/an-ancient-maya-measurement-system/70084796C4CD27D02961F033BB87E8EA#article> (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>12</sup> <https://www.tuvsud.com/en/about-us/history/our-foundation-years-1866-1900> (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>13</sup> <https://www.bsigroup.com/en-GB/about-bsi/our-history/> (Recuperado el 13/03/2021)

cooperación internacional en materia de normas y especificaciones técnicas, predecesora de la actual Organización Internacional de Normalización (ISO).

Un sistema de calidad internacional requiere medidas comparables. Por ello, el 20 de mayo de 1875, diecisiete países convinieron en un sistema métrico de medidas y crearon su propia institución, la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM)<sup>14</sup>. Esta fue la primera institución científica internacional de la historia, coordinada desde entonces por el Sistema Internacional (SI). En los años siguientes, los Estados signatarios de la Convención del Metro crearon institutos nacionales de metrología. El actual PTB (fundado como PTR en 1887)<sup>15</sup> en Alemania y el NIST (1901)<sup>16</sup> en Estados Unidos fueron algunos de los pioneros. Otros países les siguieron. En la actualidad, el BIPM cuenta con sesenta y tres Estados miembros y cuarenta Estados y economías asociadas.<sup>17</sup>

## La acreditación conecta al sistema de infraestructura de calidad

La acreditación es el tipo de institución más joven del sistema de IC. Los orígenes de la acreditación se remontan al periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial. En 1947, se fundó la Asociación Nacional Australiana de Autoridades de Pruebas (NATA) para garantizar que la munición en Australia cumpliera con altos estándares.<sup>18</sup> Por ello, a menudo se hace referencia a la NATA como el organismo nacional de acreditación más antiguo, aunque esta función no se formalizó hasta 1988 mediante un Memorando de Entendimiento (MoU) con el Gobierno australiano. En las décadas de 1960 y 1970, otros países también crearon organismos de acreditación. Estos países se reunieron en 1977 en una conferencia en Copenhague y fundaron la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC). Desde entonces, la comunidad internacional de acreditación ha seguido el lema "Acreditado una vez, aceptado en todas partes".

Con la acreditación, los resultados de las pruebas y otras evaluaciones de la conformidad son comparables y se evitan las evaluaciones múltiples. Así se reducen los costes de evaluación de la conformidad. En la actualidad, los organismos de acreditación de más de cien países son reconocidos internacionalmente. Dos organizaciones internacionales se encargan del reconocimiento multilateral de la acreditación de los OEC:

(1) La Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC), es la organización internacional de organismos de acreditación responsables de la acreditación de laboratorios de calibración y pruebas,

laboratorios médicos, organismos de inspección, proveedores de pruebas de aptitud y productores de materiales de referencia.

(2) El Foro Internacional de Acreditación (IAF), es la asociación mundial de organismos de acreditación de sistemas de gestión, productos, servicios, personal y otros programas de certificación similares, así como programas de verificación y validación.

Ambas organizaciones cooperan estrechamente y, en la Asamblea General Conjunta celebrada en Frankfurt Main en octubre de 2019, decidieron fusionarse<sup>19</sup>. El resultado será un sistema mundial uniforme y más eficiente para la gestión del acuerdo de reconocimiento global de la acreditación. Parte de las cooperaciones internacionales son las cooperaciones regionales de acreditación (APAC, ARAC, AFRAC, IAAC, EA y SADCA), que reúnen a todos los OA signatarios del MLA en diferentes esquemas de acreditación. Estos grupos regionales ofrecen un espacio de discusión, armonizan conceptos, dan pautas para el correcto funcionamiento de los OA, y aseguran el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17001 para el desarrollo del proceso de acreditación. El reconocimiento por parte de estos grupos regionales es el primer paso para conseguir el MLA con IAF o ILAC.

Los autores consideran que la acreditación es un catalizador del sistema de IC.

<sup>14</sup> <https://www.bipm.org/en/worldwide-metrology/metre-convention/> (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>15</sup> [https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/presse\\_aktuelles/broschueren/geschichte\\_ptb/PTR\\_and\\_PT\\_B\\_History\\_of\\_an\\_Institution.pdf](https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/presse_aktuelles/broschueren/geschichte_ptb/PTR_and_PT_B_History_of_an_Institution.pdf) (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>16</sup> <https://www.nist.gov/history> (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>17</sup> Véase <https://www.bipm.org/en/about-us/member-states/> (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>18</sup> NATA (2017). Celebrando 70 años, Sydney.

<sup>19</sup> <https://ilac.org/about-ilac/partnerships/international-partners/iaf/> (Recuperado el 13/03/2021)

## Integración de un sistema

La consideración de los componentes de la IC como un sistema es más reciente. En los años 90, los expertos empezaron a utilizar combinaciones de letras como MSTQ (metrología, normas, pruebas y calidad) o SQAM (normas, garantía de calidad, acreditación y metrología) para describir el sistema (BMZ, 2004; NEDLAC, 2001). Otros se inclinaron por el término Sistema Nacional de Calidad (Guasch et al., 2007; Frota et al., 2010). Sólo más tarde, como se ha descrito anteriormente, surgió el término actual de Infraestructura de la Calidad (IC) y ganó aceptación internacional.

El desarrollo del concepto de IC está estrechamente relacionado con la institucionalización del comercio mundial en el marco de la Organización Mundial del Comercio (OMC). Para un comercio sin barreras, es necesario que los socios comerciales reconozcan

mutuamente los procedimientos y resultados de la evaluación de la conformidad. En 1995, durante la Ronda de Uruguay, los miembros de la OMC acordaron la eliminación de las barreras técnicas al comercio. El Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) pide a los países que reconozcan activamente los resultados de las evaluaciones de la conformidad de otros países, tales como: pruebas, exámenes, inspecciones, calibraciones, verificaciones y certificaciones. El papel de los OA en el establecimiento de la confianza entre los socios comerciales es crucial y ofrece un pasaporte para el comercio mundial. Las asociaciones internacionales de acreditación proporcionan el marco adecuado con los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo (ILAC-MRA) y los Acuerdos de Reconocimiento Multilateral (IAF-MLA) (de Brito et al., 2016).

## Acompañando a cuatro revoluciones industriales

El desarrollo tecnológico de los últimos ciento cincuenta años ha configurado de manera significativa a la IC. Sus inicios se sitúan, como se ha descrito, en la primera Revolución Industrial cuyo foco estaba en el control de las máquinas de vapor y mecánicas.

La segunda Revolución Industrial, con su producción en masa, exigió métricas, normas y evaluación de la conformidad para la electrificación y la química. Se necesitaban laboratorios de pruebas biológicas y

químicas, y surgió todo un nuevo campo de metrología con la metrología química (Sargent et al., 2019).

La tecnología informática desencadenó la automatización de los procesos de producción y con ella la tercera Revolución Industrial. En esta época aumentaron las exigencias de gestión, a las que los institutos de normalización respondieron con el desarrollo de sistemas de gestión de la calidad.

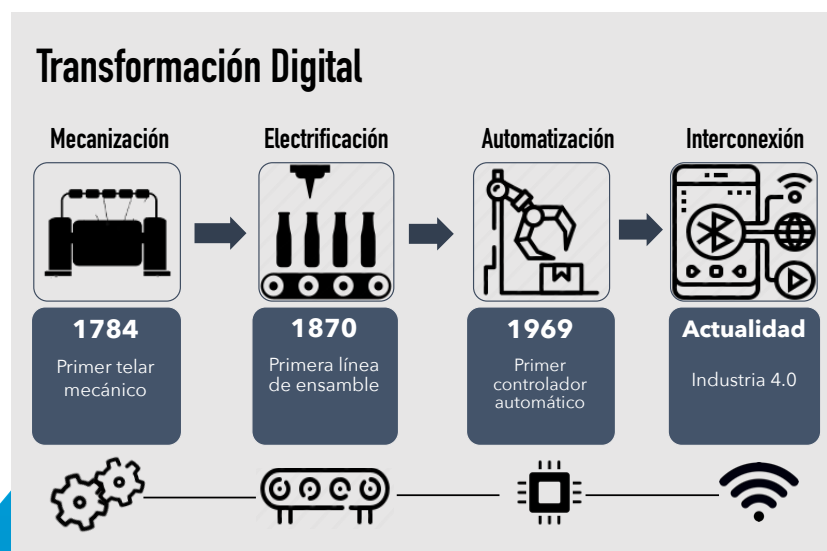


Figura 3: Cuatro revoluciones industriales<sup>20</sup>

<sup>20</sup> TÜV Rheinland/ Techvision, <https://www.tuv.com/landingpage/de/countdown-to-the-future/>



## Infraestructura de calidad 4.0

Hoy nos encontramos en medio de una transformación fundamental que cambiará radicalmente nuestra forma de vivir, trabajar e interactuar. Esta transformación comenzó antes del COVID-19 pero se ha acelerado con la pandemia. Klaus Schwab, fundador y presidente ejecutivo del Foro Económico Mundial, habla en este contexto de una “Cuarta Revolución Industrial” (Schwab, 2017), que será en su escala, alcance y complejidad una transformación como nunca antes ha experimentado la humanidad. Aunque todavía no sabemos con precisión cómo se desarrollará, los cambios previstos deben integrarse de forma global e inclusiva.

La cuarta Revolución Industrial difiere de sus predecesoras en cuanto a velocidad, alcance e impacto en los sistemas. Además, esta revolución afectará a casi todas las industrias de todos los países. La amplitud y profundidad de estos cambios marcan la transformación de todo el sistema de producción, gestión y liderazgo.

**A su vez, la cuarta Revolución Industrial exige que la IC se adapte en todos sus ámbitos:**

- **Metrología 4.0:** Investigadores y técnicos están trabajando en varios proyectos para la digitalización de la metrología. La metrología industrial está desarrollando un certificado de calibración en lenguaje que pueda ser interpretado por las máquinas y su infraestructura correspondiente, lo que permitirá a los laboratorios de calibración y a las empresas intercambiar digitalmente certificados relacionados (Hackel et al., 2017). En el ámbito de la metrología legal, la metrología apoya a la industria y a las autoridades de vigilancia del mercado en la medición inteligente y la medición de la e-movilidad. Al mismo tiempo, los institutos europeos de metrología están trabajando en crear la Nube de Metrología Europea<sup>21</sup> que apoye a la trazabilidad y verificación de las mediciones.
- **Normalización 4.0:** De igual manera, la normalización se centra en la digitalización. La conexión en red de dispositivos, máquinas y personas a través de Internet está provocando un crecimiento dinámico del tráfico de datos. Por lo tanto, se necesita una norma acordada internacionalmente que permita la integración inteligente de los sistemas en todos los dominios y jerarquías. La Industria 4.0 solo puede hacerse realidad si la digitalización y la normalización van de la mano. La Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) han creado el Comité Coordinador de la Fabricación Inteligente (SMCC). El Comité promueve el intercambio internacional de información y trabaja en la elaboración de normas de fabricación inteligente. Otros comités de normalización se ocupan de los sistemas de automatización e integración (ISO/TC 184), de la inteligencia artificial (ISO/IEC JTC 1 SC 42) y de la robótica (ISO/TC 299). En conjunto, las distintas iniciativas normativas proporcionan el marco para las cadenas de valor digitales globales. Los campos de acción estratégicos son la autonomía, la interoperabilidad y la sostenibilidad del ecosistema industrial del futuro.<sup>22</sup>
- **Acreditación 4.0:** Las oportunidades de empleo de la Industria 4.0 también son importantes para la evaluación de la conformidad y la acreditación.<sup>23</sup> Por ejemplo, el organismo de acreditación del Reino Unido (UKAS) ve oportunidades para reforzar su papel y el del sector de pruebas, inspección y certificación (TIC) como “socio de confianza” en la interconexión de las cadenas de valor y, al mismo tiempo, para ser una fuerza impulsora de las nuevas tecnologías. La acreditación refuerza la confianza en los sistemas y programas informáticos para la automatización, el pago móvil o los vehículos autónomos. Además, contribuye al tratamiento responsable de la información confidencial y la protección de datos. Los OEC ya están activos en el ámbito de la información y la ciberseguridad, el juego electrónico, la ciencia forense digital y las pruebas de software. Algunos organismos de certificación e inspección acreditados ya han desarrollado sistemas basados en la nube para proporcionar una mejor visión de los clientes y sus cadenas de suministro.<sup>24</sup>

<sup>21</sup> Thiel, 2018. Transformación digital de la metrología legal - La nube europea de metrología, Boletín de la OIML, vol. LIX, 2018(1), pp. 10-21, [https://www.oiml.org/en/publications/bulletin/pdf/oiml\\_bulletin\\_jan\\_2018.pdf](https://www.oiml.org/en/publications/bulletin/pdf/oiml_bulletin_jan_2018.pdf) (Recuperado el 13/03/2021).

<sup>22</sup> ISO 2018. La nueva revolución industrial, ISO focus, noviembre-diciembre 2018, número 131, [https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20\(2013-NOW\)/es/2018/ISOfocus\\_131/ISOfocus\\_131\\_es.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20(2013-NOW)/es/2018/ISOfocus_131/ISOfocus_131_es.pdf). (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>23</sup> Bohun, 2019. Acreditación 4.0: Adaptándose a una nueva revolución, entrada del blog <https://www.quality.org/knowledge/accreditation-40-adapting-new-revolution>.

<sup>24</sup> Deshpande, Stewart, Lepetit, Gunashekar, 2017. Tecnologías de libro mayor distribuido/cadena de bloques: Challenges, opportunities and the prospects for standards, mayo de 2017. Preparado para la British Standards Institution (BSI), Londres, [https://www.bsigroup.com/LocalFiles/zh-tw/InfoSec-newsletter/No201706/download/BSI\\_Blockchain\\_DLT\\_Web.pdf](https://www.bsigroup.com/LocalFiles/zh-tw/InfoSec-newsletter/No201706/download/BSI_Blockchain_DLT_Web.pdf) (Recuperado el 13/03/2021)

Los ejemplos de la metrología, la normalización y la acreditación muestran que todas las áreas de la IC están integrando intensamente el concepto de la Industria 4.0 y participan en la transformación digital.

La digitalización requiere que las instituciones de IC se reestructuren internamente y cambien sus servicios y, fundamentalmente, la forma en que se prestan. Como resultado, la IC ganará en flexibilidad, interoperabilidad y rapidez. El siguiente reto será relacionar e integrar más estrechamente las actividades de los distintos componentes. La IC 4.0 tendrá que centrarse precisamente en la integración, integridad e interoperabilidad del sistema.

---

## Impactos tecnológicos, movimientos ambientales y reinicio de la IC

Los efectos imprevistos forman parte del desarrollo tecnológico. Durante la primera Revolución Industrial, los accidentes industriales aumentaron rápidamente, como lo demuestra la explosión de las calderas de vapor.<sup>25</sup> En el transcurso de la segunda Revolución Industrial, quedan en el triste recuerdo catástrofes como el accidente con dioxinas de Seveso (1976) o la fatal nube de gas tóxico de Bhopal (1984) o el desastre nuclear de Chernóbil (1986). En reacción a estas catástrofes surgió, inicialmente en los países industrializados, un movimiento ecologista que pretendía persuadir a la industria química y a la sociedad para que actuaran de forma sostenible sin contaminar el medio ambiente.

Como consecuencia de esta presión social, los gobiernos de los países industrializados empezaron a endurecer la normativa medioambiental y de seguridad e higiene laboral. En consecuencia, las instalaciones de IC se vieron obligadas a utilizar más sus servicios para una producción limpia y respetuosa con el medio ambiente. Además, las empresas fueron tomando conciencia de sus responsabilidades sociales y medioambientales a través de la autorregulación. Las normas de responsabilidad social corporativa (RSC), como la ISO 26000, y la aparición de normas privadas de sostenibilidad (Potts et al., 2014) expresan esta tendencia.

En la época actual de la pandemia del COVID-19 y el cambio climático, muchos se cuestionan nuestro actual modelo económico, incluido el comercio mundial. Ante los límites planetarios, los problemas sociales globales y la actual crisis del COVID-19, no basta con que las empresas se esfuercen sólo por la calidad y la competitividad. El reto es establecer un modelo social, ecológica y económicamente sostenible. Los paradigmas de la neutralidad del CO<sub>2</sub> o la Economía Circular son los nuevos principios rectores.

Esto significa que las instituciones de IC deben reajustar su comprensión y su oferta de servicios. Por ello, instituciones como la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) reclaman una refundación de la IC: "La IC es una herramienta maravillosa para mejorar el desarrollo económico. La IC debe evolucionar -y rápidamente- para ser relevante ante las innovaciones tecnológicas cada vez más rápidas y las amenazas que suponen la contaminación por el cambio climático, la disminución de los recursos y la destrucción de la biosfera". (ONUDI, 2020). Hoy en día, la IC puede contribuir a los tres pilares -personas, prosperidad y planeta- de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas reorientando sus conocimientos y herramientas hacia el enfoque más amplio del desarrollo.

<sup>25</sup> <https://www.tuev-nord.de/explore/en/explains/from-duev-to-tuev/>

## IC Y DESARROLLO

### La IC moderna se originó en el hemisferio norte

El desarrollo de la IC está estrechamente vinculado al desarrollo de las relaciones comerciales entre los distintos países. Las economías del hemisferio norte comenzaron a desarrollar la metrología, las normas y la evaluación de la conformidad incluso durante la primera fase de la industrialización. Debido al crecimiento dinámico de los vínculos comerciales, estos países se vieron obligados a armonizar sus respectivos sistemas.

En el hemisferio sur, la IC comenzó a desarrollarse mucho más tarde, principalmente a partir de la segunda mitad del siglo XX. La principal razón del rezago se debe a las estructuras comerciales coloniales. Los países del hemisferio norte dominaban los flujos comerciales utilizando sus normas y procedimientos de medición nacionales. Las potencias coloniales sólo construyeron, si es que lo hicieron, instituciones rudimentarias para el control de alimentos y fármacos en sus colonias.

Sin embargo, llama la atención que algunos países del Sur Global (GS), concretamente en Sudamérica (Argentina, Brasil, Perú y Venezuela), estuvieran entre los primeros firmantes de la Convención del Metro de 1875.<sup>26</sup> Sin embargo, la temprana industrialización de estos países fracasó, lo que se reflejó en una discontinuidad en el establecimiento de una IC nacional. No fue hasta

la segunda mitad del siglo XX cuando los países del hemisferio sur comenzaron a establecer sus propios Institutos Nacionales de Metrología (INM), Organismos Nacionales de Normalización (ONN) y, mucho más tarde, Organismos Nacionales de Acreditación (ONA). Esto fue una respuesta a la creciente independencia política y a la diversificación de las relaciones comerciales de los países del hemisferio sur. Los países del hemisferio norte apoyaron esta creación de instituciones, ya que estaban interesados en establecer un sistema de calidad equivalente con sus socios comerciales emergentes.

Hoy en día, la existencia de una IC nacional es una condición necesaria para participar en el comercio internacional. Cada vez más países del hemisferio sur son miembros de la Organización Mundial del Comercio (OMC). Sus instituciones de IC son miembros de organizaciones profesionales internacionales y firmantes de acuerdos de reconocimiento mutuo (de Brito et al., 2016). Al mismo tiempo, muchos países de esta región del mundo se enfrentan a la decisión de alinear sus sistemas comerciales con los altos estándares del Norte o de beneficiarse de las importaciones baratas de China y el Sudeste Asiático. Se plantea la cuestión de si los elevados estándares para las exportaciones deberían aplicarse también al mercado local.

### La asimetría entre los países del Norte y del Sur

Hoy en día, aunque sigue existiendo una considerable asimetría entre los países de los hemisferios norte y sur, ambos tienen igualdad de condiciones en cuanto a la competencia técnica. En el ámbito de los Institutos Nacionales de Metrología (INM), el sur ha alcanzado una competencia de nivel mundial en materia de metrología; que se ve representada en los comités consultivos de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM). Estos comités reúnen a los expertos mundiales en sus campos específicos como asesores en asuntos científicos y técnicos. Entre las tareas de estos comités se encuentra el estudio detallado de los avances en física que influyen directamente en la metrología, la preparación

de recomendaciones para su debate en el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM), la identificación, planificación y ejecución de comparaciones claves de patrones de medición nacionales, y el asesoramiento al CIPM sobre el trabajo científico en los laboratorios del BIPM.<sup>27</sup>

Un ejemplo destacado es el Instituto de Investigación de Normas y Ciencias de Corea (KRISS) en Corea del Sur<sup>28</sup>, que hoy en día representa la excelencia internacional a un nivel similar al de sus tutores de Estados Unidos y Alemania (Choi, 2013, Choi et al., 2014). Los INM de otras economías más grandes, como Argentina, Brasil, China,

<sup>26</sup> BIPM, Los primeros 17, Sèvres/ Francia, [https://www.bipm.org/en/about-us/member-states/original\\_seventeen.html](https://www.bipm.org/en/about-us/member-states/original_seventeen.html). (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>27</sup> BIPM, El papel de los comités consultivos, página web [Recuperado el 07/12/2020], <https://www.bipm.org/en/committees/cc/cipm-consultative-committees.html>. (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>28</sup> Al igual que otros países de Asia Oriental, Corea del Sur ha cambiado su desarrollo de un país del Sur Global al Norte, véase <https://www.encyclopedia.com/social-sciences/applied-and-social-sciences-magazines/north-and-south-global> (Recuperado el 13/03/2021)

India, México y Sudáfrica, también están representados en los comités consultivos del BIPM.

En relación con los debates actuales sobre el poscolonialismo (Young, 2020), podemos preguntarnos en qué medida el desarrollo de la IC en los países del Sur Global difiere o debería diferir de los del Norte, ¿El desarrollo de la IC en los países del Sur Global es únicamente una cuestión de ponerse al día, o requiere de estrategias únicas orientadas a características específicas de los países del Sur Global?

---

## Desafíos específicos para la IC en el Sur Global

Las IC en los países del Sur Global a menudo se enfrentan a retos particulares:

- Los fondos para la investigación y el desarrollo son escasos, por lo que los organismos de IC deben financiarse a sí mismos o depender del apoyo de la cooperación internacional al desarrollo.
- La IC está orientada principalmente a las necesidades de la industria de exportación, por lo que existe una dualidad entre los altos estándares para la exportación y los bajos estándares para los consumidores nacionales.
- El sector privado está poco organizado, por lo que el Estado es más propenso a intervenir en el mercado. En este sentido, suele haber una preferencia por las regulaciones técnicas, mientras que la autorregulación de la industria es más débil.
- Los sectores dominantes de las microempresas y las pequeñas empresas; así como el sector informal, generalmente amplio, difícilmente se benefician de los servicios que ofrecen las IC del país.
- Los proveedores de servicios internacionales dominan el campo de la evaluación de la conformidad.

Estas características estructurales limitan incluso la posibilidad de transferencia de mejores prácticas entre los países industrializados del Norte y los del Sur. Además, la IC en los países del Norte se ha desarrollado considerablemente en las últimas décadas acrecentando significativamente la brecha de desarrollo con el Sur. Esto suele crear dificultades adicionales para la transferencia de experiencias. Por ejemplo, en los años setenta y ochenta, a los investigadores y expertos técnicos de los Institutos Nacionales de Metrología (INM) de los países en desarrollo les resultaba fácil adquirir sus conocimientos en los laboratorios del Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST) o del Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) y ponerlos en práctica en los laboratorios de sus países tras regresar a casa<sup>29</sup>. Sin embargo, hoy en día los laboratorios del Norte han alcanzado tal sofisticación técnica que hace casi imposible que los países recién llegados se pongan al día rápidamente.

Hay un dicho que dice que "no hay que medir con la máxima precisión, sino con la precisión necesaria". Esto significa que los INM deben tener la capacidad de cumplir con el nivel de precisión requerido por su industria y comercio. Por ejemplo, medir el tiempo con la máxima precisión actual de  $10^{15}$ , es decir, 1 segundo en unos 30 millones de años<sup>30</sup>, no es necesario para los países que carecen de industria de defensa o espacial.

---

## Cooperación Sur-Sur y Triangular

La cooperación Sur-Sur está adquiriendo una nueva función en la transferencia de tecnología. Hoy en día, los países en desarrollo del hemisferio sur pueden transmitir su experiencia a sus vecinos e incluso a países de otros continentes (véase, por ejemplo, la cooperación del Instituto Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial

<sup>29</sup> Kellermann, M. (2019). Estudios de caso del QI Toolkit. Caso Brasil, Washington D.C.

<sup>30</sup> Bauch, A. (2012). El tiempo - la unidad básica del SI "segundo", En: Special Issue/PTB-Mitteilungen 122 (2012), No. 1 (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>31</sup> Pace Alves, L. (2013). La cooperación técnica triangular y el papel del INMETRO; En: Austral: Brazilian Journal of Strategy & International Relations, v.2, n.4, jul-dec. 2013, p.117-139

(INMETRO) de Brasil con los países africanos de habla portuguesa)<sup>31</sup>. Numerosos países del Sur tienen ahora sus propios departamentos y programas de cooperación internacional. Al mismo tiempo, los países del Norte apoyan la cooperación Sur-Sur en el ámbito de la IC en el marco de la llamada cooperación triangular.

Por último, también hay áreas que son nuevas para todos los países. La aplicación de los conocimientos y las herramientas de la IC para combatir el cambio climático, preservar la biodiversidad y digitalizar la economía y la sociedad son temas relativamente nuevos para los actores de la IC. En este sentido, los países del Sur Global podrían estar entre los pioneros y dar un salto en su desarrollo. Al mismo tiempo, los nuevos desarrollos afectan al Sur de forma diferente y requieren estrategias de solución adaptadas a sus respectivas condiciones.

---

## Cooperación al desarrollo para la IC en las economías en desarrollo

La IC es un tema emergente para la cooperación internacional al desarrollo. Un estudio del Grupo del Banco Mundial (GBM) muestra el creciente interés de la cooperación internacional en el desarrollo por la IC<sup>32</sup>.

El GBM encuestó a 14 socios internacionales de desarrollo bilaterales y multilaterales entre diciembre de 2019 y marzo de 2020, de los cuales 7 respondieron. La financiación anual total de todos los encuestados es de 253 millones de dólares.

Los encuestados han apoyado programas de IC en 143 países. Las regiones beneficiarias de los programas de IC son: Asia Meridional (86%), África (79%), Asia Oriental y el Pacífico (71%), América Latina y el Caribe (57%), Oriente Medio y África del Norte (50%) y Asia Central Oriental (50%).

Las reformas a las regulaciones son el área la IC en la que predomina el trabajo para el desarrollo (79%), seguida por la metrología (64%), la acreditación (64%), los reglamentos técnicos (64%), la aplicación del acuerdo OTC (64%), la inspección (57%), la certificación (57%), los ensayos (50%) y la vigilancia del mercado (43%).

Los programas de capacitación y formación representan la mayor parte del apoyo (93%), mientras que la asistencia técnica y los servicios de asesoramiento reciben un 86% de apoyo. Otros tipos de apoyo son la ayuda financiera (préstamos o subvenciones, 57%), los conocimientos, análisis y estudios de diagnóstico (57%) y las infraestructuras materiales (29%).

Cada vez hay más oportunidades para apoyar el desarrollo de la IC en los países de ingresos medios y bajos. En la aplicación de los programas de IC del GBM, se observó que los gobiernos habían reconocido la importancia de desarrollar servicios de IC prácticos, eficientes y reconocidos internacionalmente: para los gobiernos, un sistema de IC refuerza las políticas comerciales e industriales pertinentes y garantiza el cumplimiento de los reglamentos técnicos obligatorios y las medidas sanitarias y fitosanitarias (MSF); para las empresas, un sistema de IC moderno y eficiente ayuda a contener los costes de producción, aumenta la productividad y la transferencia de tecnología, y permite a las empresas ser más competitivas en los mercados nacionales y extranjeros; para los consumidores, un sistema de IC garantiza la salud y la seguridad pública y la protección del medio ambiente y consumidores.

Durante la pandemia de Covid-19, los autores observaron una especial atención a la promoción de la IC en los productos y servicios del sector médico. Los servicios avanzados de IC y los acuerdos de reconocimiento mutuo entre socios comerciales son fundamentales en los esfuerzos de los gobiernos para proporcionar los productos médicos necesarios y garantizar la inocuidad de los alimentos de la forma más eficiente, eficaz y sostenible.

<sup>32</sup> <https://iaf.news/2020/06/30/quality-infrastructure-qi-a-rising-topic-for-development/> (Recuperado el 13/03/2021)

## IC Y LOS DATOS

### Los datos estadísticos sobre el estado de desarrollo de la IC aún son escasos

El GQII proporciona datos verificados sobre el desarrollo de IC en 184 economías. Así, el índice incluye a todos los países industrializados y en desarrollo. Esta plataforma de información pretende servir a gestores de infraestructuras de calidad, responsables de la formulación de políticas públicas y a usuarios de los servicios de IC. Al mismo tiempo, los autores consideran que el GQII es una fuente de información para los donantes y los programas de cooperación internacional para el desarrollo que desean monitorear el impacto de su apoyo y el progreso en el desarrollo de la IC en los países asociados.

Hoy en día, las instalaciones de IC forman parte del paisaje institucional necesario de los Estados soberanos. En las últimas décadas, los países en desarrollo y emergentes han creado institutos de metrología y normalización y, a menudo, organismos de acreditación o puntos focales. Existe evidencia anecdótica, pero no hay suficientes datos estadísticos que demuestren esta evolución. El programa GQII pretende llenar este vacío de información; no obstante, para fortalecer este propósito, la comunidad de acreditación debe mejorar en la transparencia y comparabilidad de sus datos estadísticos.

A pesar de los avances en el ámbito institucional, todavía se carece de una base de datos e indicadores fiables para ilustrar o comparar el estado de desarrollo de la IC de un país. Aunque las instituciones internacionales, regionales y nacionales de IC proporcionan datos, éstos sólo se refieren a los componentes individuales y nunca a la IC en su conjunto. Además, como se verá en los siguientes capítulos de este informe, la calidad de los datos varía mucho, al igual que su disponibilidad, y no siempre son fáciles de usar.

Los autores validaron sistemáticamente la información durante la recopilación y el análisis de los datos, comparándolos con sus publicaciones anteriores. Si había discrepancias significativas en los datos de un área, los autores comprobaron primero su recuento o consultaron a la institución en cuestión. El estudio de las publicaciones o la consulta a expertos en IC facilitó la interpretación de los datos de la mejor manera posible.

---

### Siguen sin aprovecharse los datos e inteligencia para la IC

En los albores de la era digital, con la inteligencia artificial (IA), Big Data, desarrollos basados en Blockchain y el Internet de las cosas (IoT), las instituciones de la IC se enfrentan a muchos retos. La pandemia del Covid-19 ya ha sido un catalizador para la auditoría a distancia y las reuniones virtuales de los comités de normas; sin embargo, los desafíos son ciertamente mayores y requieren un enfoque sistemático para la recopilación y el uso estratégico de los datos.

Hasta ahora, los OA han utilizado sus datos principalmente para demostrar que los OEC son competentes en el ámbito de la acreditación concedido. Al mismo tiempo, esta información sigue sin utilizarse principalmente con fines prospectivos. El intercambio de datos e información entre las instituciones de IC es aún menor, por lo que sigue sin utilizarse para la elaboración de estrategias conjuntas. Al igual que con la inteligencia empresarial (Chugh y Grandhi, 2013), los autores ven una reserva de inteligencia sobre la IC sin aprovechar, por ejemplo, en un proceso impulsado por la tecnología para el análisis de datos y la presentación de información que fomente entre los líderes y usuarios de la IC una cultura impulsada por datos.

---

## MEDICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE CALIDAD



## METODOLOGÍA DEL GQII

### El GQII es un indicador compuesto

El Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (CCI) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) consideran que los indicadores compuestos que comparan el rendimiento de los países son herramientas cada vez más útiles en el análisis de políticas y para la comunicación pública (CCI y OCDE, 2008). Los indicadores compuestos suscitan un gran interés para comparar y clasificar el desempeño de los países en ámbitos como la competitividad industrial, el desarrollo sostenible, la globalización y la innovación.

A menudo parece más fácil para el público interpretar los indicadores compuestos que identificar tendencias comunes en varios indicadores separados. Además, los indicadores compuestos han demostrado ser útiles para la evaluación comparativa de los resultados de los países; sin embargo, los indicadores compuestos también pueden enviar mensajes políticos engañosos si están mal contruidos o son mal interpretados. En particular, sus resultados "generales" pueden inducir a los responsables de formular políticas a extraer conclusiones analíticas o políticas simplistas. En este sentido, los indicadores compuestos deben considerarse como un medio para estimular el debate y despertar el interés del público. Su relevancia debe evaluarse en función de los grupos y organizaciones afectados por el índice compuesto.

El GQII proporciona un indicador compuesto para el ámbito de la IC. Para construirlo, los autores se inspiraron en el Handbook on Constructing Composite Indicators (CCI y OCDE, 2008).

### El GQII mide el nivel relativo de desarrollo de la IC en una economía

El GQII sigue un enfoque sistémico ilustrado anteriormente en la Figura 2 , y mide el nivel de desarrollo de la IC en todas las economías participantes. Para ello, los autores recogen y analizan datos de organizaciones nacionales e internacionales de metrología, normalización, acreditación y evaluación de la conformidad.

Los autores han identificado indicadores para cada componente y para las conexiones entre los componentes de la INC. Algunos indicadores se refieren al reconocimiento internacional de los organismos de IC. Otros se refieren al alcance del proveedor de servicios o a la demanda de OEC acreditados, o al número de empresas con un sistema de gestión certificado. En conjunto, los indicadores proporcionan una medida del nivel de desarrollo de la IC en una economía determinada.

### El GQII sólo utiliza los datos publicados de las instituciones de la IC

Según el Handbook on Constructing Composite Indicators "... la calidad general de los indicadores compuestos depende de dos aspectos: la calidad de los datos básicos y la calidad de los procedimientos utilizados para elaborar y difundir el indicador compuesto" (CCI y OCDE, 2008).

<sup>33</sup> See <https://gqii.org>.

<sup>34</sup> [https://www.intra-frac.com/News%20Attachments/PAQI\\_TBT\\_Stocktaking\\_2020\\_En\\_WEB.pdf](https://www.intra-frac.com/News%20Attachments/PAQI_TBT_Stocktaking_2020_En_WEB.pdf). (Retrieved 13/03/2021)



El GQII se basa en datos publicados en los sitios web de las organizaciones internacionales y nacionales de IC. Por lo tanto, la validez del GQII se limita a la disponibilidad y la calidad de los datos proporcionados por las organizaciones de la IC. Los datos brutos revisados están abiertos y disponibles gratuitamente, pudiendo ser descargados en el sitio web del GQII.<sup>33</sup>

El atractivo del GQII reside indudablemente en su alcance mundial. En este contexto, los autores quieren señalar un proyecto paralelo para medir el desarrollo de la infraestructura de calidad en África.<sup>34</sup> La organización regional de la Infraestructura Panafricana de la Calidad (PAQI) elaboró un instrumento de evaluación del desarrollo de la IC en 55 países africanos en 2014, 2017 y 2020. Utilizando los colores del semáforo (verde, amarillo y rojo), el documento ilustra el estado de desarrollo general de la IC en los países y para los diferentes componentes de la IC. Las fortalezas de este enfoque son la validación de la información por parte de los representantes de las organizaciones regionales de metrología, normalización y acreditación, y la presentación de su evolución en el tiempo. Sin embargo, a diferencia del GQII, el método de PAQI se basa sólo indirectamente en datos publicados. Ambos métodos son complementarios y sus resultados son altamente comparables.

El GQII se basa en versiones anteriores de 2011 y 2019, cuando los autores comenzaron a evaluar y comparar los datos sobre el desarrollo de la IC (Harmes-Liedtke y Oteiza Di Matteo, 2011; Harmes-Liedtke and Oteiza Di Mateo, 2019). Nuestro enfoque fue ampliamente recibido en los años siguientes, discutido y citado por expertos e investigadores de la IC<sup>35</sup>. En general, los comentarios a los estudios preliminares fueron alentadores y la crítica ayudó a los autores a mejorar sustancialmente la validez y el alcance del GQII. El objetivo de los autores para este informe es explicar también el contexto y el método, en detalle y de forma comprensible.

---

## Críticas y limitaciones del GQII

Los autores desean hacer mención de las críticas y preocupaciones fundamentales que algunos expertos han expresado sobre el GQII:

Una de las críticas se refiere a la clasificación de las economías en sí. El Cuadro 1 ofrece una visión general del debate sobre los pros y los contras de los indicadores compuestos. Básicamente, hay dos puntos de vista sobre si tiene sentido combinar los indicadores de alguna manera para producir estadísticas agregadas. Una opinión es que tales estadísticas resumidas pueden efectivamente captar la realidad y ser descriptivas, y que destacar el resultado final es extremadamente útil para atraer el interés de los medios de comunicación y la atención de los responsables de la formulación de políticas. Los críticos consideran que la combinación de variables es arbitraria y optan por el uso de fuentes de datos individuales. Sin embargo, en última instancia, el atractivo de los indicadores compuestos y las clasificaciones es que resume procesos complejos y a veces difíciles de comprender en una sola cifra, en especial al momento de evaluar el desempeño de una política en una economía determinada.

<sup>33</sup> Véase <https://gqii.org>.

<sup>34</sup> [https://www.intra-frac.com/News%20Attachments/PAQI\\_TBT\\_Stocktaking\\_2020\\_En\\_WEB.pdf](https://www.intra-frac.com/News%20Attachments/PAQI_TBT_Stocktaking_2020_En_WEB.pdf). (Recuperado el 13/03/2021)

<sup>35</sup> Ver agradecimientos.

## PROS

- Pueden resumir realidades complejas y multidimensionales para apoyar a los responsables de la toma de decisiones.
- Son más fáciles de interpretar que una numerosa batería de indicadores separados.
- Poder evaluar el progreso de los países a lo largo del tiempo.
- Reducir el tamaño visible de un conjunto de indicadores sin dejar de lado la base de información subyacente.
- De este modo, es posible incluir más información dentro de un límite de medición existente.
- Situar a las cuestiones de rendimiento y progreso de los países en el centro de la escena política.
- Facilitar la comunicación con el público en general (es decir, los ciudadanos, los medios de comunicación, etc.) y promover la responsabilidad.
- Ayudar a construir/apuntalar las narraciones para el público no especializado y el conocedor del tema.
- Permitir a los usuarios comparar dimensiones complejas de manera efectiva

## CONS

- Pueden enviar mensajes políticos engañosos si se construyen mal o se les malinterpreta.
- Puede invitar a sacar conclusiones políticas simplistas.
- Pueden utilizarse de forma incorrecta, por ejemplo, para apoyar una política deseada, si el proceso de construcción no es transparente y carece de principios estadísticos o conceptuales sólidos.
- La selección de indicadores y ponderaciones podría ser objeto de disputa política.
- Si el proceso de construcción no es transparente, pueden disimular errores graves en algunas dimensiones y aumentar la dificultad de identificar las medidas correctoras adecuadas
- Pueden dar lugar a políticas inadecuadas si se ignoran dimensiones del desempeño que sean difíciles de medir.

Cuadro 1 : Ventajas e inconvenientes de los indicadores compuestos<sup>20</sup>  
Fuente: CCI y OCDE, 2008, p 13f.

En el caso del GQII, la clasificación podría malinterpretarse en el sentido de que todos los países deberían aspirar al nivel más alto posible de IC. Al mismo tiempo, podría haber incentivos para influir en determinados indicadores con el fin de conseguir una mejor clasificación (gaming). Esta crítica, sin duda justificada, en principio puede aplicarse a cualquier clasificación. Debido a la selección de diferentes fuentes de datos, los autores ven muy difíciles las posibilidades de esta forma de manipulación. Incluso, si una economía refuerza sólo un componente de su IC, esto se refleja en el fortalecimiento de todo el sistema de IC.

Otros puntos de crítica se refieren a la importancia de los datos en sí mismos. Por ejemplo, el número de Capacidades de calibración y medición (CMC) es, por sí solo, únicamente un reflejo limitado del rendimiento metrológico de un país. Los expertos también dudan de que el número de OEC acreditados sea un indicador esencial del rendimiento de un ONA. Al leer el GQII, los lectores no deben interpretar los valores más altos como fundamentalmente "mejores", sino ver la clasificación en el contexto del desarrollo de la economía respectiva.

Otro punto se refiere a la importancia del índice. El GQII muestra el estado de desarrollo relativo de la IC en una economía concreta. No dice nada sobre si la prestación de servicios de IC es adecuada al nivel de desarrollo de la economía o a la demanda de las empresas locales. Sin embargo, las fuertes correlaciones con las exportaciones y la complejidad económica (véase el capítulo 5) muestran que el desarrollo de la IC de un país suele corresponder a sus capacidades económicas.

Aunque todos estos puntos de crítica están justificados, los autores quieren señalar que las organizaciones internacionales y nacionales de IC sí utilizan algunos de los datos del GQII, por ejemplo, para demostrar la creciente importancia de determinados servicios de la IC. La ventaja del presente estudio es que la diversidad de datos se sitúa en un contexto internacional y se hacen comparable entre sí. La asignación de los datos de la IC a la unidad de una economía (nacional) es también significativa, pues sigue siendo el nivel central de referencia para todos los estudios sobre comercio y desarrollo.

Al mismo tiempo, las cifras del GQII deben interpretarse en cada contexto específico y deben combinarse con información cualitativa. El GQII no pretende trazar un mapa preciso de la IC en todo el mundo, sin embargo, sirve como la mejor representación para trazar el desarrollo del sistema de Infraestructuras Nacionales de Calidad.

Más allá del debate sobre la clasificación, todos los expertos consultados coincidieron en que un uso más sistemático de los datos es de gran importancia para seguir desarrollando la IC. La base de datos del GQII ofrece la posibilidad de realizar análisis específicos, por ejemplo, examinar la distribución global de los nuevos sistemas de acreditación. En este sentido, los autores ven un aporte sustancial a lo que denominan “inteligencia de la IC” en el futuro. En este sentido los autores se refieren al concepto de inteligencia empresarial que, utilizado en el contexto corporativo, apoya la recopilación y el procesamiento sistemáticos de la información adquirida. Por lo tanto, la inteligencia de la IC significa que las instituciones de IC comparten sus datos con fines de prospección y para sustentar la planificación estratégica conjunta basada en evidencia. Algunas herramientas concretas podrían ser cuadros de mando (dashboard) sobre el desarrollo de la IC o estudios de mercado. Fundamentalmente se trata de que los organismos de la IC sean capaces de identificar las tendencias y necesidades futuras en una fase temprana y apoyar proactivamente el desarrollo económico y social.

## COBERTURA GEOGRÁFICA

### El GQII abarca casi todas las economías del mundo

En consonancia con la práctica de la comunidad de acreditación, los autores utilizan el término economías porque el GQII cuenta con datos no sólo de Estados soberanos, sino también de entidades territoriales sin estatalidad reconocida (como Kosovo, Palestina o Hong Kong, Macao y Taiwán, estas tres últimas contabilizadas como parte de “Una sola China”<sup>36</sup>).

Para nombrar las economías, los autores utilizan el código de país ISO 3166 y emplean las abreviaturas normalizadas. Dado que el BIPM, entre otros, llama a las economías con nombres diferentes en algunos casos, los autores han armonizado los nombres basándose en la norma ISO.

| Organización      | ONU | GQII | ISO | OMC | ILAC-MRA | IAF-MLA | BIPM |
|-------------------|-----|------|-----|-----|----------|---------|------|
| Miembros/Economía | 193 | 184  | 165 | 164 | 102      | 85      | 63   |

Cuadro 2: Pertenencia a organizaciones internacionales y cobertura del GQII  
Fuentes: Página web de las organizaciones

El número de economías incluidas va mucho más allá de los miembros de las organizaciones internacionales de la IC (véase el cuadro 2). En estudios anteriores, los autores se limitaron esencialmente a los signatarios del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MRA, por sus siglas en inglés) de la IAF (actualmente 85 economías). Esta delimitación tenía la ventaja de que todos los países analizados tenían un sistema reconocido internacionalmente. El inconveniente de este criterio, por el contrario, era que una gran parte de los países en vías de desarrollo no podían ser incluidos. Para tener en cuenta las diferencias entre los signatarios del MRA del IAF y las demás economías, los autores ponderaron las acreditaciones en consecuencia (véase la fórmula 3.4).

<sup>36</sup> <https://www.brookings.edu/opinions/the-meaning-of-one-china/> (Recuperado el 13/03/2021)

## El GQII considera la acreditación transfronteriza

La ampliación del número de países plantea retos particulares para la comparación de datos. Para distinguir el nivel de desarrollo de la IC en los países más pequeños, los autores buscaron indicadores distintos de la acreditación reconocida internacionalmente. Por lo tanto, en los países sin organismo de acreditación propio, los autores midieron el número de OEC acreditados en el extranjero. Para ello, los autores recopilaron y consideraron sistemáticamente, por primera vez, datos sobre la acreditación transfronteriza y han publicado un estudio detallado al respecto (Harmes-Liedtke/Matta, 2021).

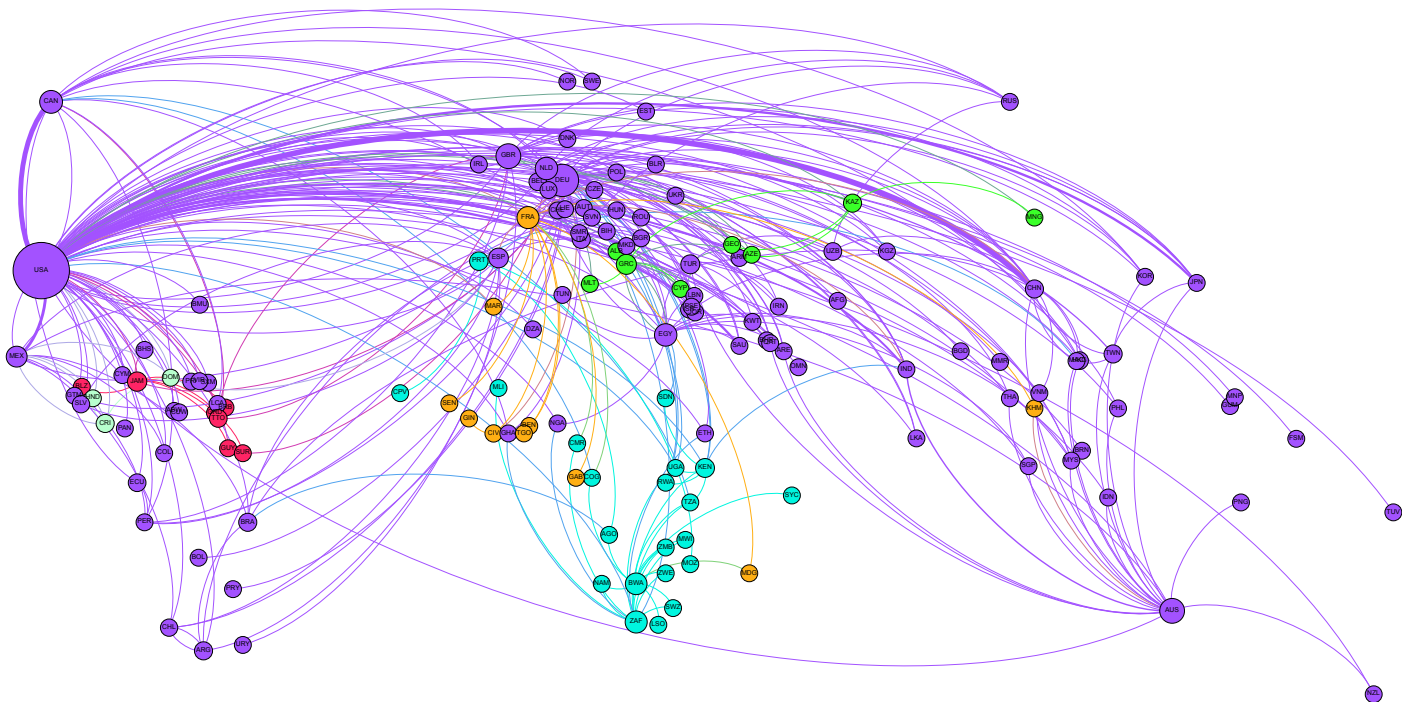


Figura 4: Acreditación transfronteriza <sup>37</sup>

La figura 4 presenta una visualización del fenómeno de la acreditación transfronteriza:

Los círculos representan a las economías cuyos OA acreditan OEC en el extranjero o cuyos OEC han sido acreditados por un OA extranjero. El tamaño de los círculos indica el número de acreditaciones exportadas o importadas. Los círculos están dispuestos según el mapa del mundo que todos conocemos. El círculo grande del noroeste representa a EE. UU., los círculos del centro representan a Europa y el sureste a Australia. En cuanto al color, el mapa muestra diferentes grupos que representan una acreditación mundial y varias acreditaciones regionales transfronterizas.

Desde una perspectiva de desarrollo, uno de los puntos fuertes del GQII es que abarca a todos los miembros del Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD) de la OCDE y a casi todos los receptores de la ayuda oficial al desarrollo (AOD). Las únicas excepciones son los Estados pequeños, como Kiribati, Niue, Palau, Santo Tomé y Príncipe, Tuvalu, Tokelau y la República Popular Democrática de Corea. Estos países aún no tienen ninguna IC relevante ni son beneficiarios de la cooperación al desarrollo.

<sup>37</sup> Harmes-Liedtke, Ulrich & Matta, Andres. (2022). Acreditación transfronteriza [https://www.researchgate.net/publication/357778338\\_Acreditacion\\_transfronteriza](https://www.researchgate.net/publication/357778338_Acreditacion_transfronteriza) (Recuperado el 22/02/2022)

| MIEMBROS<br>DEL CAD | BENEFICIARIO DE LA AOD                         |  |                                 | OTROS                  |
|---------------------|--|--|---------------------------------|------------------------|
|                     | MENOS<br>DESARROLLADOS Y<br>CON BAJOS INGRESOS | RENTA MEDIA<br>BAJA                              | RENTA MEDIA<br>ALTA             |                        |
| Australia           | Afganistán                                     | Angola   | Albania                         | Antigua y Barbuda      |
| Austria             | Bangladesh                                     | Armenia  | Argelia                         | Bahamas                |
| Bélgica             | Benín  | Bolivia  | (LM)                            | Bahréin                |
| Canadá              | Bhután <sup>1</sup>                            | Cabo Verde                                       | Antigua y Barbuda <sup>2</sup>  | Barbados               |
| República Checa     | Burkina Faso                                   | Camerún  | Argentina                       | Brunéi                 |
| Dinamarca           | Burundi  | Congo  | Azerbaiyán                      | Bulgaria               |
| Unión Europea       | Camboya  | Costa de Marfil                                  | Bielorrusia                     | Chile                  |
| Finlandia           | República Centroafricana                       | Egipto   | Belice                          | Croacia                |
| Francia             | Chad   | El Salvador                                      | Bosnia y Herzegovina            | Chipre                 |
| Alemania            | Comoras  | Eswatini   | Botsuana                        | Estonia                |
| Grecia              | República Popular Democrática<br>de Corea      | Georgia  | Brasil                          | Hong-Kong              |
| Hungría             | República Democrática del<br>Congo             | Ghana  | República Popular de<br>China   | Israel                 |
| Islandia            | Yibuti   | Guatemala  | Colombia                        | Kuwait                 |
| Irlanda             | Eritrea  | Honduras   | Costa Rica                      | Letonia                |
| Italia              | Etiopía  | India  | Cuba                            | Liechtenstein          |
| Japón               | Gambia   | Indonesia  | Dominica                        | Lituania               |
| Corea               | Guinea-Bissau                                  | Jordania   | República Dominicana            | Macao                  |
| Luxemburgo          | Haití  | Kenia  | Ecuador                         | Malta                  |
| Países Bajos        | Kiribati                                       | Kosovo   | Guinea Ecuatorial               | Omán                   |
| Nueva Zelanda       | República Democrática Popular<br>de Laos       | Kirguistán                                       | Fiyi                            | Qatar                  |
| Noruega             | Lesoto   | Micronesia                                       | Gabón                           | Rumanía                |
| Polonia             | Liberia  | Moldavia   | Granada                         | Federación de Rusia    |
| Portugal            | Madagascar                                     | Mongolia   | Guyana                          | San Cristóbal y Nieves |
| República Eslovaca  | Malawi   | Marruecos  | Irán                            | Samoa                  |
| Eslovenia           | Mali   | Nicaragua  | Iraq                            | Arabia Saudí           |
| España              | Mauritania                                     | Nigeria  | Jamaica                         | Seychelles             |
| Suecia              | Mozambique                                     | Pakistán   | Kazakstán                       | Singapur               |
| Suiza               | Myanmar  | Papúa Nueva Guinea                               | Lebanon                         | Taiwán                 |
| Reino Unido         | Nepal  | Filipinas  | Libia                           | Trinidad y Tobago      |
| Estados Unidos      | Níger  | Sri Lanka  | Malasia                         | EAU                    |
|                     | Ruanda   | República Árabe Siria                            | Maldivas                        | Uruguay                |
|                     | Santo Tomé y Príncipe <sup>1</sup>             | Tayikistán                                       | Islas Marshall                  |                        |
|                     | Senegal  | Tokelau <sup>*</sup>                             | Mauricio <sup>3</sup> (H)       |                        |
|                     | Sierra Leona                                   | Túnez  | México                          |                        |
|                     | Islas Salomón <sup>1</sup>                     | Ucrania  | Montenegro                      |                        |
|                     | Somalia  | Uzbekistán                                       | Montserrat <sup>*</sup>         |                        |
|                     | Sudán del Sur                                  | Vanuatu  | Namibia                         |                        |
|                     | Sudán  | Vietnam  | Nauru <sup>3</sup> (H)          |                        |
|                     | Tanzania                                       | Banco Occidental y<br>Franja de Gaza (Palestina) | Niue <sup>*</sup>               |                        |
|                     | Timor-Leste                                    |  | Macedonia del Norte             |                        |
|                     | Togo   |  | Palau <sup>2</sup>              |                        |
|                     | Tuvalu   |  | Panamá <sup>2</sup>             |                        |
|                     | Uganda   |  | Paraguay                        |                        |
|                     | Yemen  |  | Perú                            |                        |
|                     | Zambia   |  | Santa Helena <sup>*</sup>       |                        |
|                     | Zimbabue                                       |  | Santa Lucía                     |                        |
|                     |  |  | San Vicente y las<br>Granadinas |                        |
|                     |  |  | Samoa                           |                        |
|                     |  |  | Serbia                          |                        |
|                     |  |  | Sudáfrica                       |                        |
|                     |  |  | Surinam                         |                        |
|                     |  |  | Tailandia                       |                        |
|                     |  |  | Tonga                           |                        |
|                     |  |  | Turquía                         |                        |
|                     |  |  | Turkmenistán                    |                        |
|                     |  |  | Venezuela                       |                        |
|                     |  |  | Wallis y Futuna <sup>*</sup>    |                        |

Cuadro 3: Donantes y receptores de ayuda oficial al desarrollo (AOD)

Referencia OCDE<sup>38,39</sup>, \* Países y territorios no clasificados en los grupos de renta del Banco Mundial. Las economías que aparecen en cursiva no forman parte del GQII.<sup>38</sup> <https://www.oecd.org/dac/development-assistance-committee/> (Recuperado el 15/02/21)<sup>39</sup> <http://www.oecd.org/dac/financing-sustainable-development/development-finance-standards/DAC-List-ODA-Recipients-for-reporting-2021-flows.pdf> (Recuperado el 13/03/2021)

## FUENTES DE DATOS

### El GQII sólo utiliza datos disponibles públicamente

Las fuentes de datos centrales son:

- La Base de Datos de Comparación Clave (KCDB) y el sitio web del BIPM
- La encuesta ISO (2020) y los sitios web de la ISO y la CEI
- Los sitios web del IAF y de la ILAC, así como las bases de datos sobre organismos de evaluación de la conformidad acreditados de los sitios web de ciento sesenta y cuatro (164) organismos de acreditación de todo el mundo<sup>40</sup>

| Sistema de IC | Entradas  | Salidas   |
|---------------|---|---|
| Acreditación  | Ser miembro/firmante del IAF, la ILAC o la Cooperación Regional de Acreditación (CRA)<br>Cobertura de todos los ámbitos de acreditación | Organismos de Evaluación de la Conformidad (OEC) acreditados para la certificación de productos (ISO 17065)<br>OEC acreditados para sistemas de gestión (ISO 17021)<br>Laboratorios de ensayo acreditados (ISO/IEC 17025) |
| Metrología    | Ser miembro/firmante de BIPM/CIPM y OMIL y/o de Organizaciones Regionales de Metrología (RMO)   | Comparaciones clave y complementarias (K&SC)<br>Cobertura de las Capacidades de Calibración y Medición (CMC)<br>Laboratorios de calibración acreditados (ISO/IEC 17025)   |
| Normalización | Pertenencia a los organismos internacionales de normalización ISO e IEC   | Participación en Comités Técnicos<br>Empresas con sistema de gestión certificado (encuesta ISO)   |

Cuadro 4: Resumen de los datos utilizados para el GQII  
Referencias: Elaboración de los autores

En los últimos años, el BIPM, en particular, se ha dedicado a renovar la Base de Datos de Comparación Clave (KCDB). El nuevo KCDB 2.0 facilita la exportación de datos y ofrece comparaciones estadísticas por áreas de metrología y economía. Sin embargo, el KCDB sólo proporciona datos actuales y no series temporales. Dado que el recuento de las Capacidades de Medición de Calibración (CMC) también se ha modificado y se va a reducir globalmente en el futuro, los autores se han abstenido de utilizar el número de CMC como indicador de la competencia metrológica de una economía. En su lugar, los autores han desarrollado un indicador de cobertura de las CMC, que expresa cuántas disciplinas metrológicas cubre un instituto nacional de metrología (posiblemente junto con los institutos designados) a través de las CMC.<sup>41</sup> En opinión de los expertos en metrología entrevistados, este indicador expresa mejor la competencia metrológica de un INM.

<sup>38</sup> <https://www.oecd.org/dac/development-assistance-committee/> (Retrieved 15/02/21)

<sup>39</sup> <http://www.oecd.org/dac/financing-sustainable-development/development-finance-standards/DAC-List-ODA-Recipients-for-reporting-2021-flows.pdf> (Retrieved 13/03/2021)

<sup>40</sup> El periodo de recolección de datos fue de mayo a julio de 2020.

<sup>41</sup> Hay un total de nueve disciplinas metrológicas: Acústica, Ultrasonido, Vibración (AUV), Electricidad y Magnetismo (EM), Longitud (L), Masa y magnitudes afines (M), Fotometría y Radiometría (PR), Química y Biología (QM), Ionización y Radiación (RI), Termometría (T), Tiempo y Frecuencia (TF).

<sup>42</sup> La encuesta ISO incluye datos sobre doce normas de gestión: ISO 9001:2015 - Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), ISO 14001:2015 - Sistema de Gestión Ambiental (SGA), ISO/IEC 27001:2013 - Tecnología de la Información - Técnicas de Seguridad - Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI), ISO 22000:2018 - Sistemas de Gestión de la Seguridad Alimentaria (SGSA), ISO 45001:2018 - Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSI), ISO 13485:2016 - Sistemas de gestión de la calidad de los dispositivos médicos (MDMS), ISO 50001:2018 - Sistemas de gestión de la energía (EnMS), ISO 22301:2019 - Seguridad y resiliencia - Sistemas de gestión de la continuidad del negocio (BCMS), ISO 20000-1:2011 - Tecnología de la información - Gestión de servicios (ITSM), ISO 28000: 2007 - Especificaciones de los sistemas de gestión de la seguridad para la cadena de suministro (SMSC), ISO 37001:2016 - Sistemas de gestión antisoborno (ABMS), ISO 39001:2012 - Sistemas de gestión de la seguridad vial (RTSMS).

El sitio web de ISO ofrece información actualizada sobre los miembros y la participación en los comités técnicos. La encuesta ISO también ofrece información sobre el uso de las normas de gestión ISO.<sup>42</sup> Los datos se basan en una encuesta anual en la que participan los organismos de certificación acreditados por el IAF-MLA. La validez de la encuesta depende de la participación de los organismos de certificación y, por tanto, es limitada. No obstante, la encuesta ISO sigue siendo la mejor fuente de datos disponible en todo el mundo sobre las normas formales.

## El mayor reto fue la recopilación de los datos de acreditación

El mayor reto en la recopilación de datos del GQII se produjo en el ámbito de la acreditación. Las acreditaciones pueden ser contadas por organismo o por centro de operación. Siguiendo la práctica de recuento del IAF, los autores optaron por contar los organismos. Registraron el número de organismos para cada sistema de acreditación en el nivel 3 (véase el cuadro 5). En los sistemas de gestión según la norma ISO/IEC 17021, los autores registraron siempre el valor más alto de los sistemas contabilizados en el nivel 4 y lo anotaron como valor del nivel 3. Este procedimiento permitió armonizar todos los datos al nivel 3. El marco institucional para la acreditación lo establecen las organizaciones internacionales IAF e ILAC, así como los CRA. Los firmantes del MLA y el MRA se consideran certificados de competencia internacional para los ONA.

No todos los organismos de acreditación (OA) tienen reconocimiento internacional. Desde el punto de vista del desarrollo, era vital para los autores tener en cuenta los OA que todavía están en camino a ser reconocidos internacionalmente. Para expresar los diferentes grados de reconocimiento, los autores han ponderado el número de organismos de evaluación de la conformidad (OEC) acreditados: a una acreditación por un signatario de un MRA/MLA de IAF/ILAC o un CRA se le da el valor máximo de 1. Si el OA es miembro de cualquier otro tipo de IAF/ILAC o de un CRA, los autores ponderan el número de OEC acreditados por un factor de 0,5. Para todos los demás OA, los autores multiplican el número de OEC acreditados por un factor de 0,1. Si un ONA consigue el reconocimiento internacional, subirá significativamente en la clasificación.

Los OA que son miembros del IAF/ILAC y de los CRA registran regularmente el número de OEC acreditados. Estos datos también sirven de base para calcular las cuotas de los miembros del IAF/ILAC y de los CRA. El IAF y la ILAC publican regularmente estos datos de forma agregada para mostrar el desarrollo de la acreditación en todo el mundo y en las regiones del mundo, respectivamente.

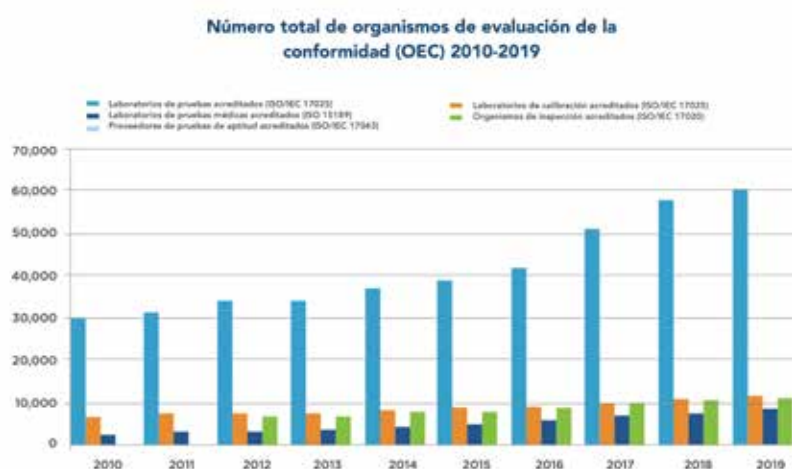


Figura 5: Número total de OEC acreditados por la ILAC <sup>43</sup>

<sup>43</sup> ILAC 2020: INFORME ANUAL DE LA ILAC MRA 2019, <https://ilac.org/?download=891>. Esta cifra no incluye los laboratorios médicos, los proveedores de TP y los productores de material de referencia.

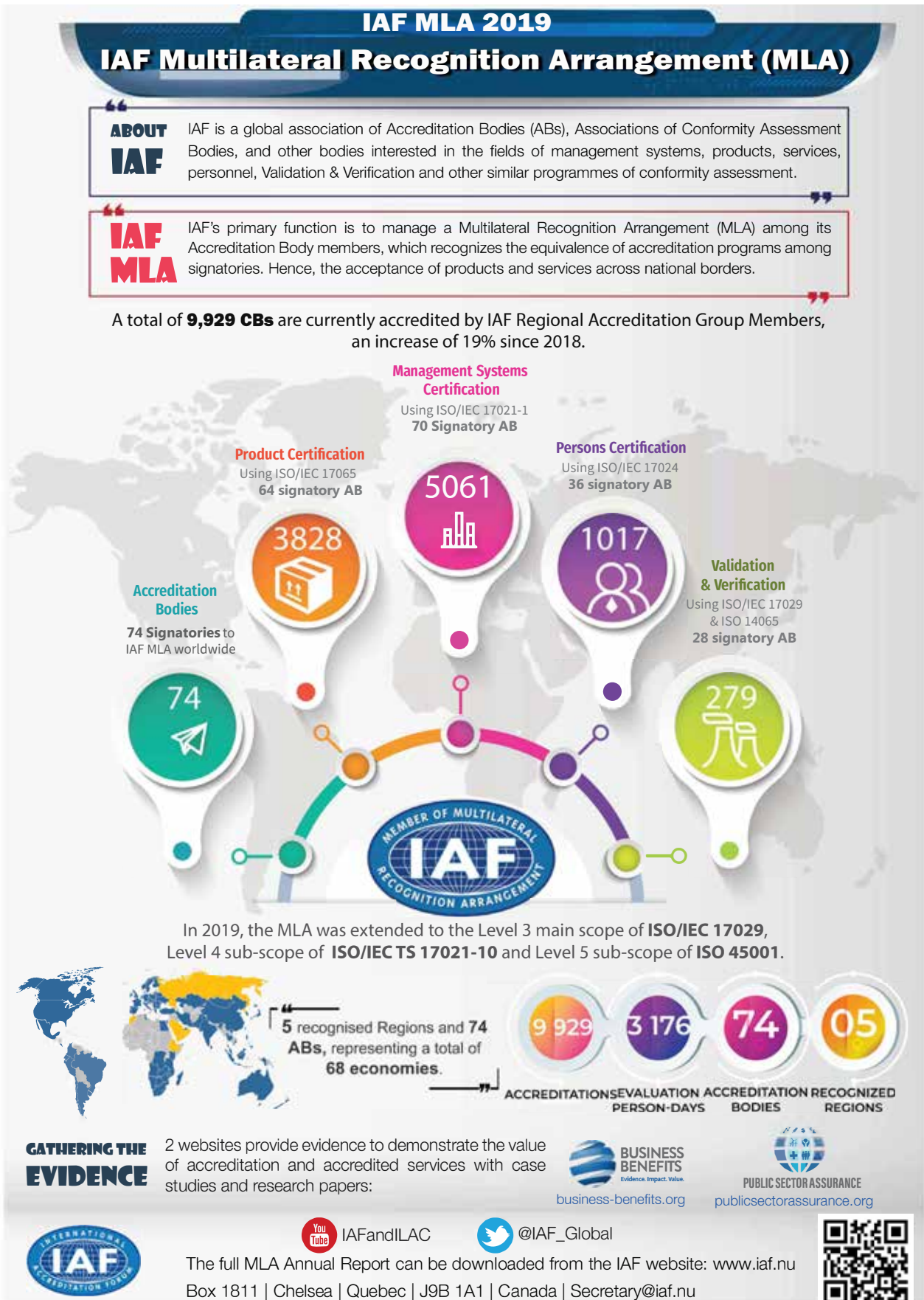


Figura 6: Infografía del IAF sobre los datos de acreditación. Referencia: <https://iaf.nu/en/news/iaf-mla-annual-report-2019>



Lamentablemente, el IAF/ILAC no publica estos datos desglosados a nivel de la economía. Por lo tanto, el equipo del GQII no tuvo más remedio que leer los datos en los sitios web de 164 organismos de acreditación propios. No todos los países tienen su propio organismo nacional de acreditación (ONA), mientras que otros tienen varios organismos de acreditación (OA). Los autores utilizaron la obligación de los OA según la norma ISO/IEC 17011:2017 de que "...deben proporcionar información detallada sobre los criterios y procedimientos para la evaluación y acreditación de los organismos de evaluación de la conformidad." En principio, las listas de organismos de evaluación de la conformidad acreditados, incluyendo su alcance, se pueden encontrar en los sitios web de los OA. Sin embargo, la información no está estructurada de manera uniforme y no está diseñada para ser explotada estadísticamente. Para validar la exactitud de sus datos, los autores escribieron a los OA después del censo y les pidieron que validaran sus cifras. Los OA de setenta y cuatro (74) economías validaron las cifras que los autores recogieron. En la base de datos del GQII, se encuentra la información correspondiente de si el ONA ha validado las cifras. Los autores también pudieron cotejar sus datos con dos de los CRA, el AFRAC y el IAAC. Para el GQII, recopilaron datos para un total de diecisiete (17) ámbitos de acreditación (véase la Tabla 5).

|                           | NIVEL 2                              | NIVEL 3   | NIVEL 4  | NIVEL 5   |
|---------------------------|--------------------------------------|---|--|---|
| <b>IAF MLA</b>            | Certificación de productos           | ISO/IEC 17065:2012  | GLOBAL G.A.P   | GLOBALG.A.P IFA Control Points and Compliance Criteria V4                         |
|                           |                                      |   | ISO/TS 22003:2013  | ISO 22000:2018, 2005 (FSMS)   |
|                           |                                      |   | ISO/TS 22003:2013 Normas FAMI-QS para organismos de certificación Versión 8  | Código del sistema de certificación FAMI-QS versión 6                             |
|                           |                                      |   | ISO/IEC 17021-3:2017   | ISO 9001:2015 (QMS)   |
|                           |                                      |   | ISO/IEC 17021-2:2016   | ISO 14001:2015 (EMS)  |
|                           | Certificación del sistema de gestión | ISO/IEC 17021-1:2015  | ISO/IEC 27006:2015   | ISO/IEC 27001:2013 (ISMS)   |
|                           |                                      |   | ISO 5003:2014  | ISO 50001:2018, 2011 (EnMS)   |
|                           |                                      |   |  | ISO 13485:2016 (MDMS)   |
|                           |                                      |   | ISO/IEC TS 17021-10:2018   | ISO 45001:2018 (anterior OHSAS 18001)   |
|                           |                                      |   | ISO/TS 2003:2013 Esquema FSSC Parte 3 - Requisitos para el proceso de certificación Esquema FSSC Parte 4 - Requisitos para los organismos de certificación | Esquema FSSC Parte 2 - Requisitos para las organizaciones que van a ser auditadas |
| Certificación de personas | ISO/IEC 17024:2012                   |   | IPC PL-11-006  |   |
| Validación y verificación | ISO 14065:2013                       | ICAO CORSIA ETM - Volumen IV V1, ISP 14064-3:2006; ISO 14066:2011 | CORSIA SARPs de la OACI - Anexo 16 Volumen IV VI   |   |
|                           | ISO/IEC 17029:2019                   |   |  |   |
| <b>ILAC MRA</b>           | Prueba                               | ISO/IEC 17025   | WADA ISL   |   |
|                           |                                      | ISO 15189   | ISO 22870  |   |
|                           | Calibración                          | ISO/IEC 17025   | ISO 15195  | Alcance de la acreditación  |
|                           | Inspección                           | ISO/IEC 17020   |  |   |
|                           | Pruebas de aptitud                   | ISO/IEC 17043   |  |   |
|                           | Producción de material de referencia | ISO 17034   |  |   |

Tabla 5 : Disposiciones y niveles de acreditación  
Referencia: Elaboración de los autores basada en IAF MLA Status 23/02/2011 e ILA-R6:05/2019

Para el índice en sí, los autores seleccionaron cuatro métricas: el número total de organismos de evaluación de la conformidad acreditados para productos (ISO/IEC 17065); sistemas de gestión (ISO/IEC 17021); laboratorios de calibración (ISO/IEC 17025); y laboratorios de pruebas (ISO 17025). Para un análisis detallado de la competencia técnica de un OA, los datos restantes pueden encontrarse en la base de datos GQII.

Desde una perspectiva de desarrollo, los autores querían registrar el uso de la acreditación en los países que no tienen su propio OA o cuyo OA está en proceso de creación. A este respecto, los autores consideraron la economía de destino de los servicios que prestan los OEC más allá de si fueron acreditados en el extranjero o no. Un estudio detallado de la acreditación transfronteriza (Harmes-Liedtke, Matta 2020) complementa estos procedimientos y facilita la interpretación de la información del GQII.

Un reto específico es atribuir los datos de los OA binacionales y regionales a las economías individuales. En el caso del Sistema Conjunto de Acreditación de Australia y Nueva Zelanda (JAS-ANZ), los autores ponderaron el número en función de los OEC acreditados de cada país. Atribuyeron el 90% de las acreditaciones JAS-ANZ a Australia y el 10% a Nueva Zelanda.

Otro caso es el de los Servicios de Acreditación de la Comunidad para el Desarrollo del África Meridional (SADCAS), que es una empresa sin ánimo de lucro registrada en 2005 en Gaborone (Botsuana). Este OA multi economía presta servicios de acreditación a catorce países (14): Angola, Botsuana; Comoras, República Democrática del Congo (RDC), Lesoto, Madagascar, Malawi, Mozambique, Namibia, Seychelles, Eswatini (Suazilandia), Tanzania, Zambia y Zimbabue.<sup>44</sup> En este caso, siempre que ha sido posible, los autores han atribuido las acreditaciones al país donde tienen su sede los OEC. Las acreditaciones de SADCAS fuera de la región se han atribuido a Botsuana, sede del organismo acreditador.

## FÓRMULA

### La fórmula incluye indicadores sobre metrología, normalización y acreditación

Una parte fundamental del GQII es la fórmula que calcula el nivel relativo de desarrollo de la IC de una economía. La fórmula se basa en el supuesto simplificador de que tres componentes, a saber, la metrología, la normalización y la acreditación, contribuyen por igual al sistema de IC. Los autores calcularon un subíndice que expresa el nivel relativo de desarrollo de la metrología, la normalización y la acreditación de una economía para cada elemento.

$GQII_i =$

$$\left\{ \left[ \text{Membership}_i + \text{CMC Coverage}_i + \text{CIPM Cons. Comm.}_i + \text{K\&SC}_i + \text{CABs (Calbr. Labs.)}^*_i \right] \times \frac{1}{5} \right. \\ \left. + \left[ \text{Membership}_i + \text{ISO Tech. Comm.}_i + \text{ISO Survey}_i \right] \times \frac{1}{3} \right. \\ \left. + \left[ \text{Membership}_i + \text{CAB Coverage}_i + \left( \text{CABs (ISO 17065)}_i + \text{CABs (ISO 17021)}_i + \text{CABs (Tst. Labs.)}^*_i / 3 \right) \right] \times \frac{1}{3} \right\}$$

**Notas: Todos los valores de la fórmula se expresan en rangos de percentiles. \*ISO/IEC 17025**

Figura 7: La fórmula GQII<sup>45</sup>

<sup>44</sup> Otros 2 Estados miembro de la Comunidad para el Desarrollo del África Austral (SADC), Sudáfrica y Mauricio, tienen sus propios ONA y apoyan a SADCAS con asesoramiento técnico.

<sup>45</sup> Elaboración de los autores.

**El componente de metrología consta de cinco indicadores, que los autores ponderan por igual:**

- (1) Pertenencia a las organizaciones internacionales y regionales de metrología (BIPM, OIML o AFRIMETS, APMP, COOMET, EURAMET, GULFMET, SIM)
- (2) Participación en los comités consultivos del CIPM
- (3) Cobertura de las áreas de Capacidades de Calibración y Medición (CMC)
- (4) Número de comparaciones clave y complementarias (K&SC)
- (5) Número de laboratorios de calibración acreditados en el país

**El componente de normalización se integra por tres indicadores igualmente ponderados:**

- (1) Pertenencia a organizaciones internacionales de normalización (ISO, IEC)
- (2) Participación en los comités técnicos de ISO
- (3) Número de empresas certificadas por las normas de Sistemas de Gestión

**El componente de acreditación incluye cinco indicadores igualmente ponderados:**

- (1) Pertenencia o adhesión a organizaciones de acreditación internacionales o regionales (ILAC e IAF o AFRAC, APAC, ARAC, EA, IAAC, SADCA (MRA/MLA))
- (2) Cobertura de los sistemas de acreditación reconocidos internacionalmente
- (3) Número de organismos de evaluación de conformidad (OEC) acreditados para la certificación de productos (ISO 17065)
- (4) Número de OEC acreditados para sistemas de gestión (ISO 17021)
- (5) Número de OEC acreditados para los laboratorios de pruebas (ISO 17025)

Los indicadores 3, 4 y 5 se refieren al número de OEC acreditados y se calculan conjuntamente como un subindicador, todos con igual peso (1/3).

La fórmula actual sigue esencialmente el concepto de medición de los autores, mismo que ha sido probado en las dos publicaciones anteriores del índice. Sin embargo, la fórmula actual toma en cuenta las críticas a sus predecesoras y presenta las siguientes características especiales:

- La información sobre la afiliación se asigna ahora directamente a los componentes técnicos.
- La importancia de las cifras absolutas se reduce, por ejemplo, teniendo en cuenta sólo la cobertura en lugar del número de CMC. En el ámbito de la acreditación, la cobertura también se ha añadido como un nuevo parámetro.
- Se prescinde de la ponderación con la población porque la correlación de las medidas individuales con la población es generalmente débil. Los países medianos y pequeños pueden cubrir todos los componentes.

### **La fórmula se refiere exclusivamente a métricas de la Infraestructura de Calidad**

El atractivo de la fórmula reside en el hecho de que se refiere únicamente a las medidas de IC. Para garantizar la pertinencia del índice, los autores siguieron las directrices del manual del CCI-OCDE y seleccionaron los datos de referencia para cubrir una gama adecuada de áreas de forma equilibrada (CCI y OCDE, 2008, 49).

Los autores presentaron y validaron la fórmula del GQII a expertos internacionales y representantes de OA en institutos de metrología en dos talleres. En el proceso, abordaron varios puntos de crítica y modificaron la fórmula original. En última instancia, la decisión a favor de una determinada fórmula es siempre subjetiva, y especialmente la clasificación de los países debe considerarse siempre con cautela. No obstante, los autores consideran que esta fórmula es la mejor expresión de la relación entre el nivel de desarrollo de los distintos países y los componentes de las infraestructuras nacionales de calidad. La consolidación de la fórmula permitirá en los próximos años comparar los datos del GQII a lo largo del tiempo.

La puntuación final producida por la fórmula del GQII es una media de las distintas posiciones que cada economía obtiene en las diferentes subáreas del IC captadas por el indicador. Los autores transforman los recuentos y porcentajes que surgen de la recogida de datos y los convierten en rangos percentiles, es decir, en una posición dentro de una fila ordenada con un mínimo de 0 y un máximo de 1. Así, si un país destaca en metrología, normas y acreditación, tendrá una puntuación que lo dejará muy alto en la tabla general del GQII. Para conseguirlo, la economía debe ser líder en cada uno de los subcomponentes que componen cada término de la fórmula.

Esta metodología resuelve dos problemas en la construcción del indicador: en primer lugar, nos permite normalizar, es decir, reunir en un solo cálculo métricas que son diferentes (por ejemplo, número de laboratorios y número de certificados ISO) y, en segundo lugar, nos permite atenuar en gran medida el efecto del tamaño que existe en el fenómeno de la IC. Por ejemplo, un país como China tiene 1.390 laboratorios de calibración (incluyendo los transfronterizos), lo que, comparado con Uruguay, con 11 laboratorios, supone 126 veces más. Sin embargo, al aplicar los rangos percentiles a ambos valores, la discrepancia se reduce a menos del doble, es decir, mientras China ocupa el puesto 99 en una fila que llega hasta el 100 (siendo 100 la posición más alta), Uruguay alcanza el puesto 64 en la lista global. En definitiva, si los autores se fijan en el lugar que ocupa cada país en la lista, la discrepancia es sólo del 55%. Como ya se dijo, se optó por este enfoque metodológico a otras opciones como la ponderación por el tamaño de la población o el PIB.





## RESULTADOS EMPÍRICOS, CLASIFICACIONES Y MAPAS

### Las economías pueden clasificarse según su desarrollo de la IC

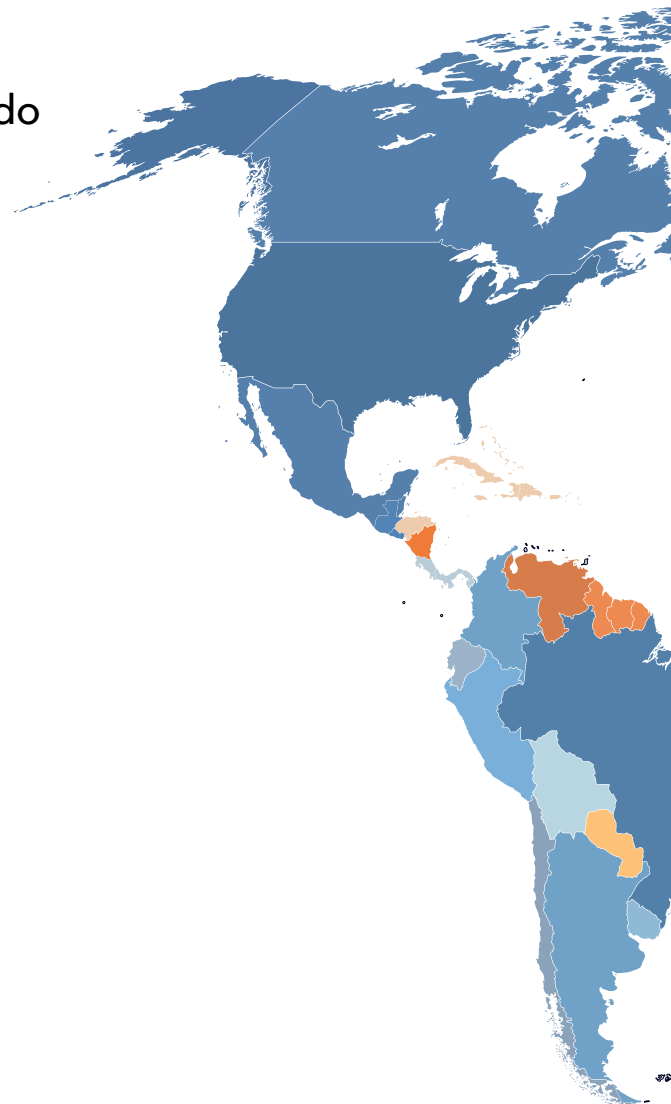
El GQII clasifica a las 184 economías según el desarrollo relativo de su IC. Basándose en la fórmula, se calcula una puntuación para cada economía en función de su posición en las tres subclasificaciones de metrología, normas y acreditación.

Una economía que ocupa el primer lugar en todas las áreas alcanzaría una puntuación de 100. En el GQII 2020, la economía mejor clasificada (Alemania) obtiene una puntuación de 99,5, mientras que las economías peor clasificadas (Islas Salomón, Sudán del Sur y Timor Oriental) tienen una puntuación combinada de 24.

### Infraestructura de la Calidad en el Mundo

Cobertura del GQII 2020: 184 economías

Figura 8: Mapa del GQII<sup>46</sup>

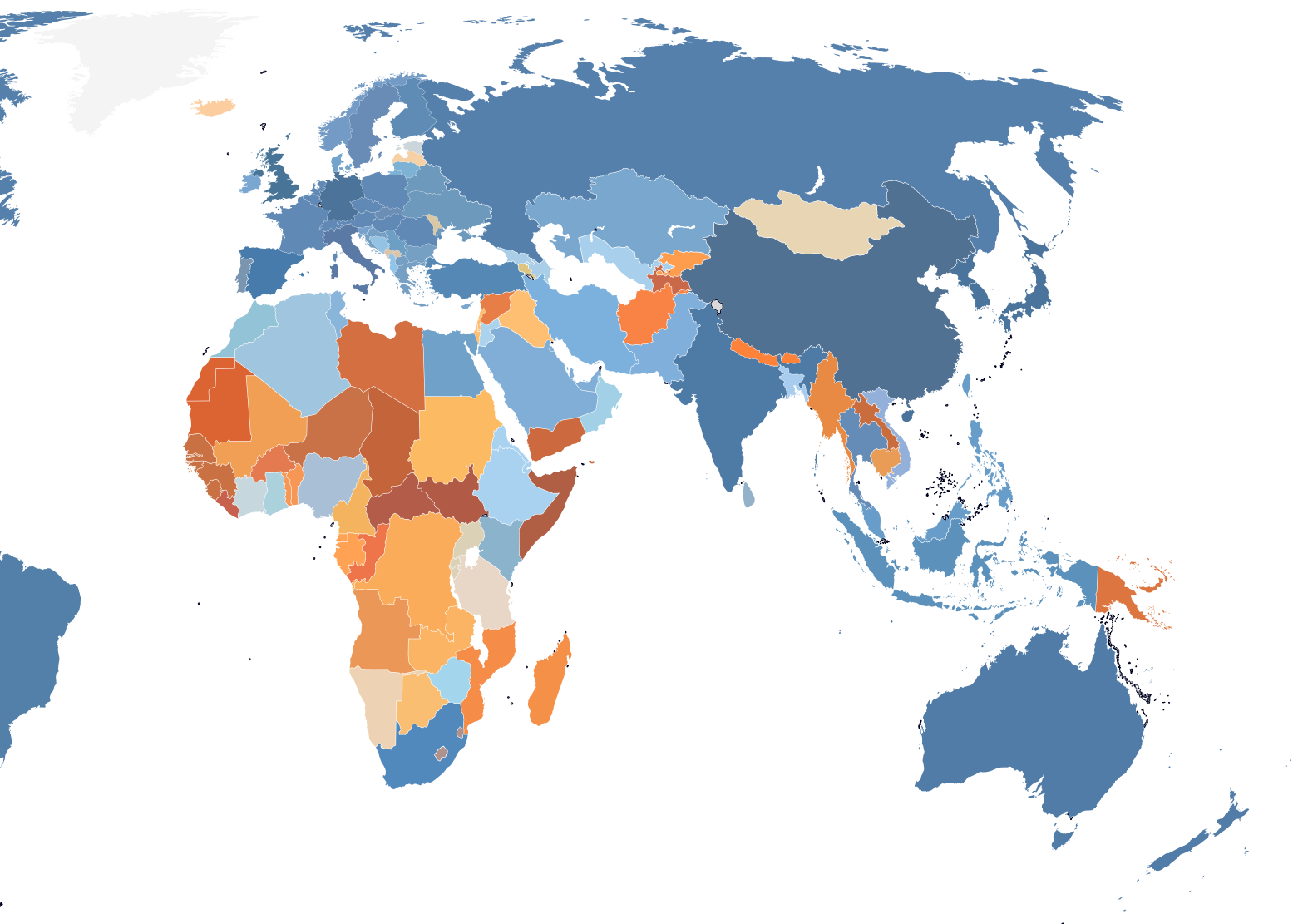


<sup>46</sup> Elaboración de los autores

<sup>47</sup> Los autores eligieron el azul y el naranja en lugar de los colores habituales del semáforo para evitar que se malinterprete el nivel de desarrollo de la IC de una economía como mejor o peor. El GQII es un indicador sin juicio de valor sobre el desarrollo relativo de la IC. Otra cuestión es si este nivel de desarrollo es apropiado para las necesidades de la industria local.

El mapa de la figura 8 muestra el nivel relativo de desarrollo de las IC de las economías según una escala de colores que va del azul oscuro (muy desarrollado) al naranja oscuro (menos desarrollado). El panorama mundial muestra una división norte-sur. América del Norte y Europa Occidental tienen una IC muy desarrollada. Por el contrario, amplias zonas de África, partes de América Latina y Asia tienen varias economías con una IC menos o apenas desarrollada. El nivel de desarrollo de la IC es alto en Australia, Japón y en los países BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica). Al mismo tiempo, los autores observan algunas economías que se desvían del patrón general de su continente. Suelen ser economías relativamente pequeñas que se abastecen en gran medida de los servicios de IC de sus vecinos más grandes. Algunos ejemplos son Belice, Islandia, Liechtenstein y Tayikistán. En estos casos, un rango inferior no significa que las empresas locales no obtengan los servicios que necesitan. Otros casos atípicos, como el de Venezuela, muestran las consecuencias de las continuas crisis políticas e institucionales locales.

La clasificación completa puede consultarse en las siguientes páginas:



## GQII 2020 | Clasificación Global y Subclasificación por áreas de la IC

| Economía                   | GQII 2020 | Posición Global | Posición Metrología | Posición Normalización | Posición Acreditación |
|----------------------------|-----------|-----------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| Germany                    | 99,5      | 1               | 2                   | 2                      | 2                     |
| China                      | 99,4      | 2               | 3                   | 1                      | 3                     |
| US                         | 98,9      | 3               | 1                   | 10                     | 1                     |
| UK                         | 98,8      | 4               | 6                   | 3                      | 5                     |
| Japan                      | 98,0      | 5               | 4                   | 4                      | 13                    |
| Korea, Republic of         | 97,2      | 6               | 7                   | 8                      | 14                    |
| Italy                      | 97,0      | 7               | 16                  | 4                      | 4                     |
| France                     | 97,0      | 8               | 4                   | 6                      | 20                    |
| Spain                      | 96,4      | 9               | 12                  | 8                      | 10                    |
| India                      | 95,6      | 10              | 19                  | 7                      | 9                     |
| Australia                  | 95,4      | 11              | 8                   | 19                     | 6                     |
| Poland                     | 95,3      | 12              | 15                  | 12                     | 7                     |
| Czech Republic             | 95,2      | 13              | 14                  | 11                     | 12                    |
| Brazil                     | 93,8      | 14              | 9                   | 16                     | 26                    |
| Netherlands                | 93,7      | 15              | 21                  | 12                     | 15                    |
| Canada                     | 93,6      | 16              | 10                  | 27                     | 16                    |
| Switzerland                | 93,0      | 17              | 13                  | 14                     | 33                    |
| Mexico                     | 92,6      | 18              | 16                  | 40                     | 8                     |
| Hungary                    | 92,4      | 19              | 18                  | 19                     | 18                    |
| South Africa               | 92,3      | 20              | 11                  | 30                     | 22                    |
| Turkey                     | 91,6      | 21              | 25                  | 21                     | 17                    |
| Romania                    | 91,3      | 22              | 25                  | 14                     | 30                    |
| Sweden                     | 91,2      | 23              | 19                  | 17                     | 35                    |
| Russian Federation         | 90,5      | 24              | 31                  | 18                     | 23                    |
| Austria                    | 89,6      | 25              | 22                  | 25                     | 37                    |
| Indonesia                  | 89,2      | 26              | 35                  | 36                     | 18                    |
| Finland                    | 88,9      | 27              | 22                  | 28                     | 38                    |
| Slovak Republic            | 88,6      | 28              | 34                  | 29                     | 32                    |
| Thailand                   | 88,5      | 29              | 24                  | 24                     | 44                    |
| Colombia                   | 88,5      | 30              | 42                  | 31                     | 21                    |
| Singapore                  | 88,0      | 31              | 25                  | 44                     | 31                    |
| Ukraine                    | 87,9      | 32              | 28                  | 48                     | 28                    |
| Belarus                    | 87,8      | 33              | 30                  | 45                     | 26                    |
| Greece                     | 87,7      | 34              | 42                  | 35                     | 23                    |
| Portugal                   | 87,6      | 35              | 32                  | 23                     | 46                    |
| Belgium                    | 87,3      | 36              | 46                  | 25                     | 34                    |
| New Zealand                | 87,0      | 37              | 38                  | 52                     | 11                    |
| Bulgaria                   | 86,7      | 38              | 39                  | 33                     | 39                    |
| Serbia                     | 86,4      | 39              | 33                  | 39                     | 45                    |
| Malaysia                   | 86,3      | 40              | 37                  | 21                     | 50                    |
| Argentina                  | 86,2      | 41              | 29                  | 31                     | 49                    |
| Denmark                    | 86,2      | 42              | 35                  | 41                     | 42                    |
| Norway                     | 84,1      | 43              | 48                  | 38                     | 47                    |
| Egypt                      | 83,9      | 44              | 41                  | 43                     | 48                    |
| Chile                      | 83,6      | 45              | 47                  | 49                     | 40                    |
| Ireland                    | 83,3      | 46              | 49                  | 42                     | 43                    |
| Slovenia                   | 80,4      | 47              | 44                  | 54                     | 54                    |
| Israel                     | 80,1      | 48              | 55                  | 33                     | 65                    |
| Kazakhstan                 | 80,1      | 49              | 44                  | 65                     | 25                    |
| Philippines                | 77,9      | 50              | 63                  | 45                     | 57                    |
| United Arab Emirates       | 77,4      | 51              | 62                  | 53                     | 51                    |
| Saudi Arabia, Kingdom of   | 77,2      | 52              | 58                  | 45                     | 72                    |
| Peru                       | 76,8      | 53              | 56                  | 55                     | 61                    |
| Viet Nam                   | 76,8      | 54              | 60                  | 64                     | 36                    |
| Iran                       | 74,9      | 55              | 85                  | 36                     | 68                    |
| Pakistan                   | 74,3      | 56              | 82                  | 50                     | 60                    |
| Lithuania                  | 74,2      | 57              | 52                  | 70                     | 53                    |
| Kenya                      | 73,8      | 58              | 53                  | 62                     | 64                    |
| Taiwan (Province of China) | 72,6      | 59              | 40                  | 114                    | 29                    |
| Uruguay                    | 72,2      | 60              | 50                  | 73                     | 63                    |



## GQII 2020 | Clasificación Global y Subclasificación por áreas de la IC

| Economía                         | GQII 2020 | Posición Global | Posición Metrología | Posición Normalización | Posición Acreditación |
|----------------------------------|-----------|-----------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| Tunisia                          | 71,7      | 61              | 59                  | 63                     | 71                    |
| Sri Lanka                        | 71,3      | 62              | 74                  | 60                     | 59                    |
| Ecuador                          | 71,0      | 63              | 57                  | 76                     | 56                    |
| Croatia                          | 70,9      | 64              | 51                  | 50                     | 135                   |
| Luxembourg                       | 70,3      | 65              | 88                  | 57                     | 66                    |
| Costa Rica                       | 69,4      | 66              | 61                  | 88                     | 52                    |
| Hong Kong, China                 | 68,6      | 67              | 54                  | 115                    | 41                    |
| Qatar                            | 68,3      | 68              | 79                  | 59                     | 84                    |
| Morocco                          | 68,1      | 69              | 65                  | 67                     | 86                    |
| Bosnia and Herzegovina           | 67,8      | 70              | 67                  | 67                     | 83                    |
| Nigeria                          | 66,7      | 71              | 116                 | 56                     | 75                    |
| Cyprus                           | 66,5      | 72              | 114                 | 69                     | 55                    |
| Algeria                          | 65,9      | 73              | 122                 | 58                     | 73                    |
| North Macedonia                  | 65,9      | 73              | 69                  | 86                     | 67                    |
| Oman                             | 64,3      | 75              | 91                  | 61                     | 102                   |
| Bangladesh                       | 64,0      | 76              | 82                  | 82                     | 70                    |
| Malta                            | 63,9      | 77              | 98                  | 81                     | 69                    |
| Albania                          | 62,6      | 78              | 75                  | 105                    | 58                    |
| Zimbabwe                         | 62,4      | 79              | 80                  | 94                     | 76                    |
| Georgia                          | 62,3      | 80              | 68                  | 101                    | 74                    |
| Mauritius                        | 62,2      | 81              | 88                  | 89                     | 79                    |
| Uzbekistan                       | 61,8      | 82              | 81                  | 108                    | 62                    |
| Ghana                            | 61,3      | 83              | 97                  | 89                     | 80                    |
| Jordan                           | 61,2      | 84              | 135                 | 72                     | 81                    |
| Ethiopia                         | 61,2      | 85              | 94                  | 86                     | 87                    |
| Bolivia, Plurinational State of  | 60,8      | 86              | 87                  | 95                     | 90                    |
| Panama                           | 60,6      | 87              | 78                  | 82                     | 109                   |
| Côte d'Ivoire                    | 60,6      | 88              | 123                 | 76                     | 78                    |
| Estonia                          | 60,3      | 89              | 76                  | 66                     | 137                   |
| Bahrain, Kingdom of              | 60,1      | 90              | 103                 | 80                     | 96                    |
| Azerbaijan                       | 60,0      | 91              | 70                  | 111                    | 82                    |
| Kuwait, the State of             | 60,0      | 92              | 84                  | 93                     | 101                   |
| Uganda                           | 59,9      | 93              | 127                 | 75                     | 89                    |
| Tanzania                         | 59,9      | 94              | 96                  | 84                     | 97                    |
| Mongolia                         | 59,6      | 95              | 101                 | 84                     | 95                    |
| Namibia                          | 58,1      | 96              | 85                  | 108                    | 92                    |
| Latvia                           | 58,0      | 97              | 76                  | 79                     | 136                   |
| Iceland                          | 57,9      | 98              | 132                 | 78                     | 99                    |
| Cuba                             | 57,3      | 99              | 63                  | 74                     | 139                   |
| Lebanese Republic                | 57,1      | 100             | 155                 | 91                     | 92                    |
| Dominican Republic               | 57,1      | 101             | 119                 | 102                    | 77                    |
| Trinidad and Tobago              | 57,1      | 102             | 99                  | 96                     | 105                   |
| Jamaica                          | 56,9      | 103             | 91                  | 105                    | 97                    |
| Paraguay                         | 56,8      | 104             | 72                  | 124                    | 91                    |
| Moldova, Republic of             | 55,9      | 105             | 73                  | 97                     | 134                   |
| Iraq                             | 55,9      | 106             | 71                  | 71                     | 143                   |
| Botswana                         | 55,7      | 107             | 88                  | 112                    | 104                   |
| El Salvador                      | 55,4      | 108             | 125                 | 100                    | 94                    |
| Montenegro                       | 54,8      | 109             | 66                  | 92                     | 138                   |
| Sudan                            | 54,5      | 110             | 102                 | 99                     | 122                   |
| Guatemala                        | 53,3      | 111             | 114                 | 124                    | 88                    |
| Senegal                          | 53,1      | 112             | 127                 | 104                    | 110                   |
| Armenia                          | 53,0      | 113             | 137                 | 98                     | 115                   |
| Zambia                           | 52,5      | 114             | 93                  | 130                    | 108                   |
| Rwanda                           | 52,2      | 115             | 127                 | 117                    | 103                   |
| Cameroon                         | 51,5      | 116             | 137                 | 102                    | 125                   |
| Democratic Republic of the Congo | 51,4      | 117             | 137                 | 105                    | 117                   |
| Malawi                           | 51,2      | 118             | 120                 | 120                    | 107                   |
| Suriname                         | 51,2      | 119             | 104                 | 124                    | 111                   |
| Honduras                         | 50,1      | 120             | 127                 | 131                    | 100                   |

## GQII 2020 | Clasificación Global y Subclasificación por áreas de la IC

| Economía                          | GQII 2020 | Posición Global | Posición Metrología | Posición Normalización | Posición Acreditación |
|-----------------------------------|-----------|-----------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| Seychelles                        | 50,0      | 121             | 94                  | 143                    | 114                   |
| Gabon                             | 49,6      | 122             | 127                 | 119                    | 125                   |
| Mali                              | 49,2      | 123             | 137                 | 112                    | 129                   |
| Benin                             | 49,0      | 124             | 123                 | 122                    | 123                   |
| Cambodia                          | 48,8      | 125             | 132                 | 128                    | 113                   |
| Kyrgyz Republic                   | 48,7      | 126             | 125                 | 154                    | 84                    |
| Macao, China                      | 48,6      | 127             | 135                 | 133                    | 111                   |
| Angola                            | 48,6      | 128             | 120                 | 136                    | 118                   |
| Bahamas                           | 47,7      | 129             | 137                 | 131                    | 120                   |
| Mozambique                        | 47,7      | 130             | 137                 | 137                    | 116                   |
| Eswatini                          | 46,8      | 131             | 118                 | 156                    | 106                   |
| Guyana                            | 46,3      | 132             | 104                 | 150                    | 123                   |
| Madagascar                        | 46,2      | 133             | 137                 | 141                    | 120                   |
| Myanmar                           | 45,9      | 134             | 157                 | 120                    | 132                   |
| Togo                              | 45,5      | 135             | 137                 | 143                    | 125                   |
| Afghanistan                       | 44,2      | 136             | 157                 | 138                    | 128                   |
| Liechtenstein                     | 43,5      | 137             | 157                 | 148                    | 119                   |
| Barbados                          | 42,2      | 138             | 104                 | 115                    | 151                   |
| Syrian Arab Republic              | 40,9      | 139             | 100                 | 118                    | 160                   |
| Nicaragua                         | 40,8      | 140             | 117                 | 145                    | 140                   |
| Saint Lucia                       | 40,5      | 141             | 104                 | 124                    | 149                   |
| Cabo Verde                        | 40,2      | 142             | 157                 | 162                    | 132                   |
| Nepal                             | 40,0      | 143             | 157                 | 110                    | 146                   |
| Congo                             | 39,8      | 144             | 157                 | 164                    | 130                   |
| Lesotho                           | 39,8      | 145             | 137                 | 171                    | 131                   |
| Palestinian Territories           | 38,9      | 146             | 157                 | 135                    | 142                   |
| Burkina Faso                      | 37,8      | 147             | 137                 | 122                    | 153                   |
| Venezuela, Bolivarian Republic of | 37,3      | 148             | 156                 | 150                    | 141                   |
| Fiji                              | 34,4      | 149             | 157                 | 129                    | 160                   |
| Burundi                           | 34,3      | 150             | 137                 | 140                    | 160                   |
| Bhutan                            | 34,0      | 151             | 157                 | 134                    | 160                   |
| Papua New Guinea                  | 33,8      | 152             | 157                 | 153                    | 145                   |
| Brunei Darussalam                 | 33,7      | 153             | 157                 | 138                    | 155                   |
| Dominica                          | 33,6      | 154             | 104                 | 157                    | 160                   |
| Belize                            | 33,5      | 155             | 104                 | 173                    | 148                   |
| Saint Kitts and Nevis             | 33,3      | 156             | 104                 | 160                    | 160                   |
| Libya                             | 33,3      | 157             | 132                 | 163                    | 150                   |
| Niger                             | 33,0      | 158             | 137                 | 152                    | 155                   |
| Grenada                           | 32,6      | 159             | 104                 | 173                    | 152                   |
| Vanuatu                           | 32,6      | 159             | 157                 | 142                    | 160                   |
| Mauritania                        | 32,2      | 161             | 157                 | 147                    | 155                   |
| Lao People's Democratic Republic  | 32,1      | 162             | 157                 | 146                    | 160                   |
| Haiti                             | 32,0      | 163             | 137                 | 155                    | 160                   |
| Tajikistan                        | 31,9      | 164             | 137                 | 159                    | 155                   |
| Kosovo                            | 31,7      | 165             | 157                 | 181                    | 144                   |
| Guinea                            | 31,6      | 166             | 157                 | 165                    | 147                   |
| Yemen                             | 31,5      | 167             | 137                 | 166                    | 154                   |
| Sierra Leone                      | 31,3      | 168             | 157                 | 149                    | 160                   |
| Antigua and Barbuda               | 30,7      | 169             | 104                 | 176                    | 160                   |
| Saint Vincent and the Grenadines  | 30,5      | 170             | 104                 | 178                    | 160                   |
| Gambia                            | 30,2      | 171             | 157                 | 158                    | 160                   |
| Chad                              | 30,0      | 172             | 137                 | 167                    | 160                   |
| Maldives                          | 29,9      | 173             | 157                 | 161                    | 160                   |
| Equatorial Guinea                 | 29,2      | 174             | 137                 | 171                    | 160                   |
| Central African Republic          | 29,1      | 175             | 137                 | 173                    | 160                   |
| Liberia                           | 28,2      | 176             | 157                 | 168                    | 160                   |
| Djibouti                          | 28,1      | 177             | 157                 | 169                    | 160                   |
| Somalia                           | 28,0      | 178             | 157                 | 170                    | 160                   |
| Guinea-Bissau                     | 27,8      | 179             | 157                 | 176                    | 155                   |
| Samoa                             | 27,3      | 180             | 157                 | 178                    | 160                   |
| Tonga                             | 27,3      | 180             | 157                 | 178                    | 160                   |
| Solomon Islands                   | 27,0      | 182             | 157                 | 181                    | 160                   |
| South Sudan                       | 27,0      | 182             | 157                 | 181                    | 160                   |
| Timor-Leste                       | 27,0      | 182             | 157                 | 181                    | 160                   |

## La metrología, la normalización y la acreditación suelen estar igualmente desarrolladas

Si se observan las subclasificaciones, hay una notable coherencia en las posiciones. Si un país tiene una metrología bien desarrollada, la normalización y la acreditación suelen estar igualmente bien desarrolladas. Lo mismo ocurre con el desarrollo medio y bajo. Hay algunas excepciones: en algunos países africanos (Argelia, Jordania, Costa de Marfil, Líbano y Uganda), la metrología es relativamente débil en comparación con la normalización y la acreditación. Por el contrario, los pequeños Estados del Caribe se benefician del hecho de que la Organización Regional de Normalización y Calidad de la CARICOM (CROSQ) es miembro de la BIMP y, por tanto, muestra un mayor valor en la metrología que los otros componentes. Otros valores atípicos que vemos son los valores comparativamente bajos en el área de acreditación en Israel y la República Kirguisa, o los valores bajos en normalización para Hong Kong y Taiwán. Esto último puede explicarse por el hecho de que estas economías, al formar parte de China, no son miembros de la ISO. Atribuimos el valor relativamente bajo del componente de normalización en Estados Unidos al hecho de que esta economía ha adoptado menos normas ISO/IEC (Choi y Puskar, 2014).<sup>48</sup>

Debido a las modificaciones de la fórmula y a la ampliación de las economías incluidas, el GQII no permite aún hacer afirmaciones sobre la evolución de las posiciones del ranking. Sin embargo, en futuras ediciones del GQII, esto se hará explícitamente, de modo que también se podrá proporcionar información sobre los ascensos y descensos en la clasificación. Los autores subrayan que la posición de una economía en el GQII sólo ofrece una información limitada sobre el desarrollo de la IC. La posición general del ranking y las características de los rangos de los componentes dan una primera impresión. La base de datos del GQII contiene información adicional que puede utilizarse para un análisis más diferenciado. Por último, la evaluación de la IC de una economía debe complementarse siempre con análisis cualitativos de expertos.

<sup>48</sup> "La proporción de alineación (15,5%) de EE.UU. es baja en comparación con la de sus principales socios comerciales. Canadá adoptó 1 376 normas ISO, que representan el 36,4% de sus 3 776 normas nacionales, con 43 a finales de diciembre de 2008. En la actualidad se calcula que alrededor del 35% de las normas nacionales de Canadá están armonizadas con la ISO y la CEI44. Otros socios comerciales tienen tasas de armonización igualmente elevadas. En 2009, el índice de armonización con la ISO/IEC era del 28% en China, del 63% en Japón y del 55% en Corea. "

## DESEMPEÑO DEL GQII

### Los datos de la IC pueden compararse con otras clasificaciones mundiales

Un interés particular para los lectores del GQII es captar la relación entre la IC y el desarrollo económico. El GQII ofrece la posibilidad de comparar los datos del IC con otras estadísticas y clasificaciones disponibles a nivel mundial. Para este informe, los autores examinaron la correlación del GQII con el producto interno bruto (PIB) per cápita, las exportaciones de bienes y servicios y el Índice de Complejidad Económica (ECI). Para una mejor comprensión, los gráficos de correlación se han dividido en cuadrantes en cada caso. Las líneas discontinuas muestran las medianas<sup>49</sup> (y no las medias, ya que la distribución de los datos es asimétrica para las exportaciones y el PIB per cápita). Por el contrario, las puntuaciones del GQII se comportan muy bien, ya que su distribución parece plana, muy simétrica y, por tanto, homogénea.

### Correlación entre el GQII y el PIB per cápita

Se podría pensar que el desarrollo de la IC en un país depende de la riqueza del mismo. Sin embargo, la correlación entre el GQII y el PIB por persona es de 0,58. Según un estudio socio-científico, un valor superior a 0,5 sugiere efectivamente una correlación de efectos. Sin embargo, sólo existe una correlación difusa entre el PIB per cápita y la IC. A continuación, se demostrará que, hasta ahora, la IC sólo ha tenido una importancia especial para determinadas áreas de una economía.

Hay varias economías ricas con una IC poco desarrollada. Macao, Brunei Darussalam y Bahamas son economías más pequeñas con una economía menos diversificada. Estos países también suelen utilizar los servicios de IC prestados por sus vecinos.

Por el contrario, hay varios países más pobres con una IC comparativamente bien desarrollada. Entre ellos se encuentran economías más grandes como India, Indonesia, Kenia y Ucrania. En estos países, la IC suele dirigirse a los sectores fuertes y dinámicos de la economía, pero no llega necesariamente al sector informal y a las zonas periféricas. En definitiva, la prosperidad de una economía dice poco sobre el desarrollo de su IC.

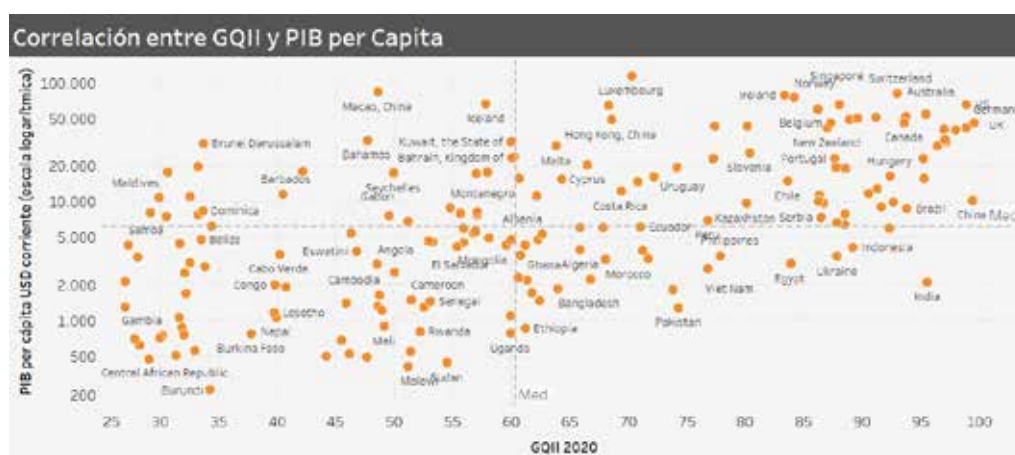


Figura 9: GQII y PIB per cápita

<sup>49</sup> Las medianas son los percentiles 50, es decir, los valores de la mitad de una fila, ordenados de menor a mayor.

## Correlación entre el GQII y las exportaciones

A diferencia del gráfico anterior, en la figura 10 la correlación entre el nivel relativo de desarrollo de la IC y las exportaciones es significativa y especialmente pronunciada, con una correlación de 0,89.

Solo se pueden encontrar algunos valores atípicos en el gráfico. Los ejemplos son Libia, políticamente inestable desde la intervención militar de 2011, y la metrópoli y región administrativa especial china de Hong Kong.

La fuerte relación entre la IC y las exportaciones es plausible, ya que una IC en funcionamiento es uno de

los requisitos de la Organización Mundial del Comercio (OMC). La OMC y los acuerdos comerciales bilaterales y multilaterales hacen referencia explícita al uso del reconocimiento mutuo de los servicios de evaluación de la conformidad acreditados.

Aunque no se pueden extraer conclusiones de una relación causal, el gráfico soporta la idea de que las economías desarrollan su IC en función de su actividad exportadora.



Notas: Exportaciones de bienes y servicios 2019 en USD corrientes (Banco Mundial). Cálculos propios para GQII 2020. Escala logarítmica para eje Exportación. Correlación significativa de 0,89.

Figura 10: GQII y exportaciones

## Correlación entre la infraestructura global de calidad y la complejidad económica

El Índice de Complejidad Económica (ECI) mide la intensidad de una economía en términos del conocimiento que incorpora en los productos que exporta. Este indicador predice el crecimiento económico (Hausmann et al., 2013) y explica las variaciones en la desigualdad de la renta internacional (Hartmann e Hidalgo, 2017). Con un valor de 0,79, la correlación entre el GQII y el CEI también es significativamente positiva, aunque algo más débil que la de las exportaciones.

En varias economías (China, Polonia, Mauritania), el desarrollo de la IC se corresponde con el de la complejidad económica. En las economías que se basan en gran medida en los recursos naturales (por ejemplo, Australia, Azerbaiyán, Nigeria y Perú), observamos que la IC está comparativamente bien desarrollada en relación con el nivel de complejidad de la economía.

En los países de alta tecnología (Japón, Suiza, la República Checa, Alemania y Estados Unidos), la IC es más ágil cuando se trata del grado de complejidad de las economías. Esto puede ser así ya que, en el caso de la excelencia tecnológica, además de los servicios de IC, otras instituciones del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) están bien desarrolladas y asumen las tareas correspondientes. En el caso de los países en desarrollo y en transición (Bosnia y Herzegovina, El Salvador, Eswatini y Liberia), que tienen una IC más desarrollada en comparación con el grado de complejidad de su economía la cuestión es si la IC es una inversión de futuro, y podría convertirse en el elemento facilitador de una mayor diversificación de la economía.

En general, la comparación de los datos del GQII con las demás clasificaciones confirma la esperada correlación entre los resultados económicos de un país y el nivel relativo de desarrollo de sus infraestructuras de calidad. En futuras ediciones del GQII, será interesante observar esta correlación y el rendimiento individual de las economías a lo largo del tiempo.

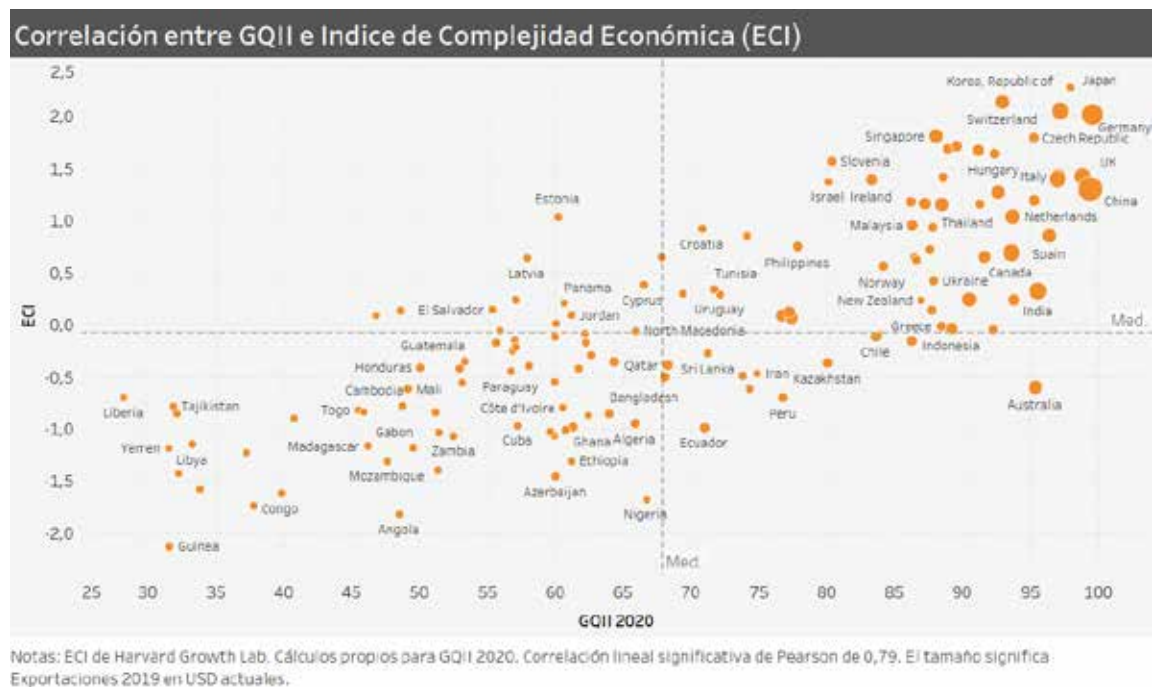


Figura 11: GQII e Índice de Complejidad Económica

---

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

### Un hito en la medición global de la Infraestructura de Calidad

El GQII Índice 2020, que abarca 184 países, constituye un hito en la medición del estado de desarrollo relativo de la infraestructura de calidad mundial, que se construye sobre la base de las versiones anteriores y en investigaciones de los últimos diez años. Las organizaciones internacionales de cooperación al desarrollo activas en este campo obtendrán una visión general basada en evidencia para sus programas y proyectos. Los datos del GQII pueden utilizarse, por ejemplo, en el diseño de proyecto para estudios de línea base. En el contexto de los proyectos regionales, los datos del GQII permiten la evaluación comparativa y el aprendizaje mutuo. Al mismo tiempo, los datos y la clasificación sirven a las propias organizaciones de IC para evaluar su estado de desarrollo relativo actual.

Este estudio confirma la fuerte correlación entre el desarrollo de la IC y la capacidad de exportación de un país. Las principales economías exportadoras, como EE.UU., China y Alemania, se sitúan a la cabeza de la clasificación mundial de la IC, como era de esperar. Aunque esta relación no sugiere una causalidad, sí indica claramente que un aumento de las exportaciones requiere de la correlación con un sistema nacional de IC más sólido.

Esta correlación debería ser convincente para que los responsables políticos inviertan recursos en la IC. Al mismo tiempo, conducir análisis adicionales es siempre necesario para comprender mejor la correlación entre las inversiones en IC y el desarrollo económico. Los responsables de la formulación de políticas en economías con altas inversiones en IC y un dinamismo relativamente bajo, podrían preguntarse si las inversiones se han utilizado de forma eficaz y eficiente. Es aquí donde los datos del GQII pueden proporcionar una valiosa aportación.

La posición de una economía en el GQII brinda una guía aproximada sobre el estado de desarrollo de la IC en un país. Para un análisis detallado, es aconsejable evaluar en profundidad todos los datos del GQII y sus fuentes. Además, al analizar la IC de una economía, siempre debe consultarse la información cualitativa y las evaluaciones de los expertos. También es interesante ver hasta qué punto los distintos componentes de la IC se desarrollan de forma similar y cómo se pueden explicar las diferencias en el estado de desarrollo de la metrología, la normalización y la acreditación.

---

### La recopilación de datos ha aportado información sobre su transparencia y la calidad

La recopilación de datos nos ha proporcionado información valiosa sobre la transparencia y la calidad de los datos. Para la metrología, el KCDB en su nueva versión es una fuente fiable y de fácil acceso. Hemos aprendido que medir el número de CMC no es necesariamente un buen indicador de la competencia metrológica de una economía. En cambio, el indicador de cobertura de las CMC que han desarrollado los autores es significativo, como han confirmado los expertos en metrología.

En materia de normalización, los datos de la encuesta ISO son informativos, ya que documentan el uso de las normas de sistemas de gestión por parte de las empresas. Dado que estos datos se basan en una encuesta, y no está claro qué organismos de certificación han proporcionado información, pueden producirse interpretaciones erróneas. Sin embargo, estas pueden mitigarse si los datos actuales de la Encuesta ISO para una economía se comparan con los datos comparativos de años anteriores.

Este estudio requirió la recopilación de un número de organismos de evaluación de la conformidad acreditados mediante la consulta del sitio web de 164 organismos de acreditación de todo el mundo. En la actualidad no existe una presentación estandarizada y transparente de los datos. Para posibilitar la transparencia de los datos, los autores recomiendan que los organismos nacionales de acreditación elaboren una directriz para la recopilación y presentación de los datos, además de que se publiquen las estadísticas de los organismos de acreditación internacionales y regionales a nivel de organizaciones y economías individuales. La publicación de estos datos conduciría a una mayor transparencia y confianza en la acreditación. De hecho, se tiene la impresión de que la publicación de los datos de acreditación ha inducido a algunos organismos de acreditación a poner más cuidado en la publicación de sus datos y a hacer que sus sitios web sean más fáciles de usar.

La clasificación de las economías según el nivel relativo de desarrollo de su IC es de alguna manera controversial. Algunos expertos a los que los autores consultaron temen que la clasificación pueda ser criticada por los representantes de las economías con menor nivel de desarrollo. De nuevo, esta clasificación no permite ninguna conclusión cualitativa directa como "cuanto más alto, mejor"; para las economías pequeñas con un comercio limitado como Bután, por ejemplo, el puesto 151 puede ser perfectamente aceptable.

También podría cuestionarse la elección de los indicadores. Es cierto que la evaluación del nivel relativo de desarrollo de la IC de una economía está siempre asociada a un cierto grado de incertidumbre en la medición. Por otro lado, el uso de varios subindicadores garantiza que la evaluación global de la IC de un país sea precisa. Así, los expertos de los grupos de discusión sobre acreditación y metrología<sup>50</sup> han confirmado básicamente la plausibilidad de la clasificación de las economías.

---

## La correlación entre el desarrollo de la IC y las exportaciones justifican los esfuerzos de cooperación al desarrollo

Una clasificación del nivel relativo de desarrollo de las IC es necesaria para su comparación con otras clasificaciones. La importante correlación del desarrollo de las IC con los resultados de las exportaciones y la complejidad de las economías es, en definitiva, una justificación para que la cooperación al desarrollo siga invirtiendo en la expansión de las IC. Será interesante observar esta correlación, así como el rendimiento individual de las economías a lo largo del tiempo.

La base de datos y la clasificación del GQII son un paso fundamental para basar la promoción de la IC en evidencia. La base de datos proporciona datos valiosos que pueden utilizarse para diferentes tipos de análisis. De forma análoga a la inteligencia empresarial, vemos un gran potencial de que un proceso impulsado por la tecnología pueda analizar los datos y presentar información práctica que ayude a representantes de los organismos de la IC, responsables de la formulación de políticas y líderes a tomar decisiones comerciales informadas. El GQII ofrece una plataforma abierta para promover el desarrollo de la IC basada en datos.

<sup>50</sup> Ver agradecimientos.



## ANEXO: PERFILES DE LOS PAÍSES

Cada perfil de país contiene información básica sobre la economía respectiva, como el nombre oficial, la bandera, un perfil del territorio y datos sobre población, PIB per cápita y exportaciones. La atención se centra en la información sobre el estado relativo de desarrollo de la infraestructura nacional de calidad y sus componentes (metrología, normas y acreditación). Para cada uno de estos componentes, se expresa el rango respectivo entre los 184 países. Los gráficos también muestran el valor de la puntuación y la distribución de todas las economías. En cada gráfico se indican también los nombres e iconos de las instituciones centrales de las IC nacionales y los indicadores utilizados en la fórmula del GQII.

En el ámbito de la metrología, el perfil del país muestra si el INM ha sido miembro del CIPM y desde cuándo, y en qué porcentaje del total de diez comités consultivos del CIPM está representado el INM. La cobertura de las Capacidades de Calibración y Medición (CMC) indica el porcentaje de las nueve áreas metrológicas que han registrado sus propias CMC. A esto se añaden los números absolutos de comparaciones clave y suplementarias registradas en el CIPM y el número de laboratorios de calibración acreditados en el país.

En el ámbito de la normalización, el perfil del país registra la pertenencia a la ISO, así como el número de comités técnicos de la ISO en los que participan representantes de la economía como miembros de pleno derecho u observadores. También se incluye el número de sistemas de gestión ISO certificados en el país.

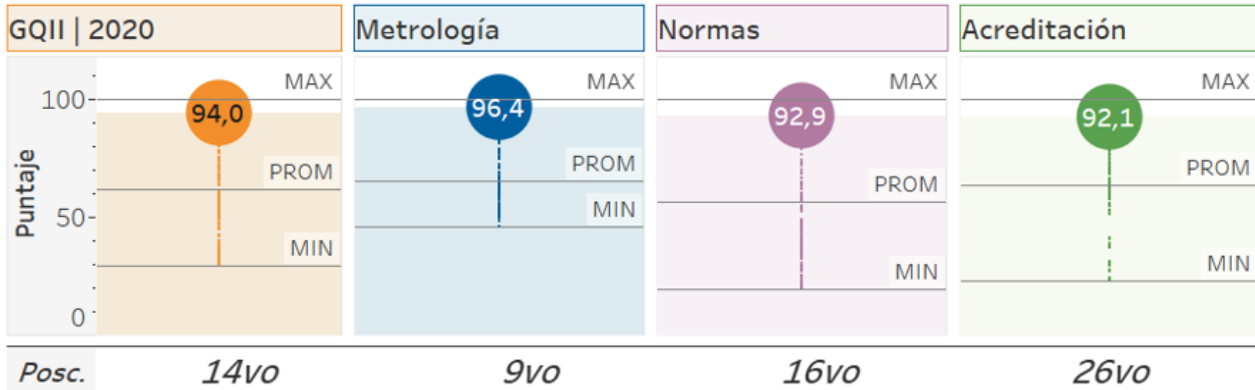
Finalmente, en el ámbito de la acreditación, el perfil registra si el país es signatario de un MRA o un MLA. La cobertura de los OEC es el porcentaje que un país cubre de los dieciséis ámbitos de acreditación cubiertos. A esto se añade el número absoluto de OEC en el país para la certificación de productos, sistemas de gestión y laboratorios de pruebas.

## Índice Global de Infraestructura de la Calidad Perfil País - GQII 2020 <sup>CC</sup>



|               |  |             |  |
|---------------|--|-------------|--|
| <b>Brasil</b> | <b>Población</b>                       | 211,0M      |  |
|               | <b>PIB per Capita (USD corrientes)</b> | \$ 8.717    |  |
|               | <b>Exportaciones (USD corrientes)</b>  | \$ 263.498M |  |

**14 vo / 184**



### Metrología | Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO)

|  | Estatus CIPM-MRA:<br>Estado Miembro | Participación en<br>Comités Consultivos | Cobertura de<br>Capacidades de<br>Calibración y<br>Medición | Comparaciones<br>Clave y<br>Complementarias | Laboratorios de<br>Calibración 17025 |
|--|-------------------------------------|---|---|---|--------------------------------------|
|  | 1999-10-14                          | 75%                                     | 100%  | 276   | 426                                  |

### Normas | Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

|  | Membresía ISO:    | Comités Técnicos<br>(Miembro Participante) | Comités Técnicos<br>(Miembro Observador) | Certificados de Sistemas<br>de Gestión ISO |
|--|-------------------|--|--|--|
|  | Organismo Miembro | 234  | 54                                       | 21.549                                     |

### Acreditación | Coordenação Geral de Acreditação

|  | ILAC/IAF<br>Membresía:    | Cobertura de<br>Organismos de<br>Evaluación de la<br>Conformidad | Certificación de<br>Productos<br>ISO-17065 | Sistemas de<br>Gestión ISO-17021 | Laboratorios de<br>Ensayos<br>ISO-17025 |
|--|---------------------------|--|--|----------------------------------|---|
|  | Signatario/<br>Signatario | 88%  | 117  | 40                               | 1.166                                   |

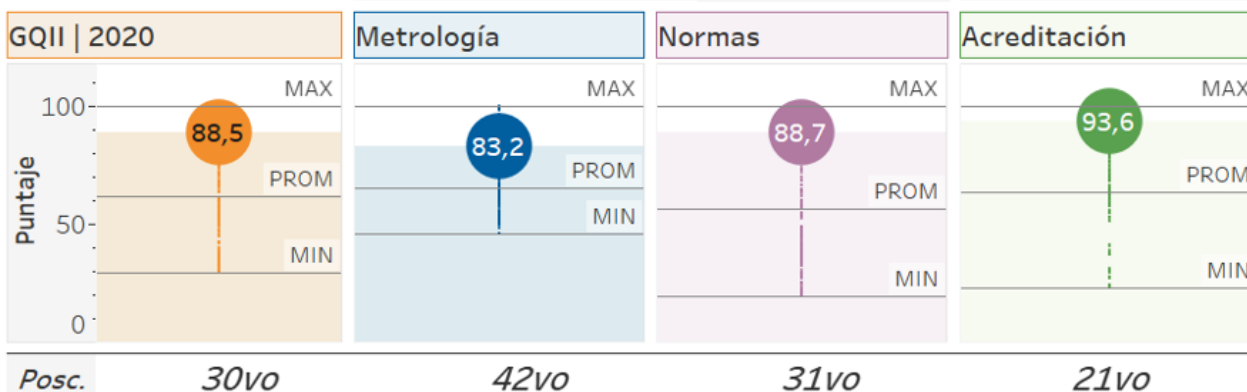
Fuente: <https://gqii.org/>

## Indice Global de Infraestructura de la Calidad

### Perfil País - GQII 2020 <sup>CC</sup>



|                    |  |            |  |
|--------------------|--|------------|--|
| <b>Colombia</b>    | <b>Población</b>                       | 50,3M      |  |
|                    | <b>PIB per Capita (USD corrientes)</b> | \$ 6.432   |  |
|                    | <b>Exportaciones (USD corrientes)</b>  | \$ 51.465M |  |
| <b>30 vo / 184</b> |  |            |  |



#### Metrología | Instituto Nacional de Metrología de Colombia (INM(CO))

|  |  |   |   |  |  |
|--|--|---|---|--|--|
|  | <b>Estatus CIPM-MRA:</b><br>Estado Miembro | <b>Participación en Comités Consultivos</b> | <b>Cobertura de Capacidades de Calibración y Medición</b> | <b>Comparaciones Clave y Complementarias</b> | <b>Laboratorios de Calibración 17025</b> |
|  | 2013-05-15                                 | 0%  | 56%   | 52   | 189                                      |

#### Normas | Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  | <b>Membresía ISO:</b><br>Organismo Miembro | <b>Comités Técnicos (Miembro Participante)</b> | <b>Comités Técnicos (Miembro Observador)</b> | <b>Certificados de Sistemas de Gestión ISO</b> |
|  |  | 69   | 107  | 14.181   |

#### Acreditación | Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC)

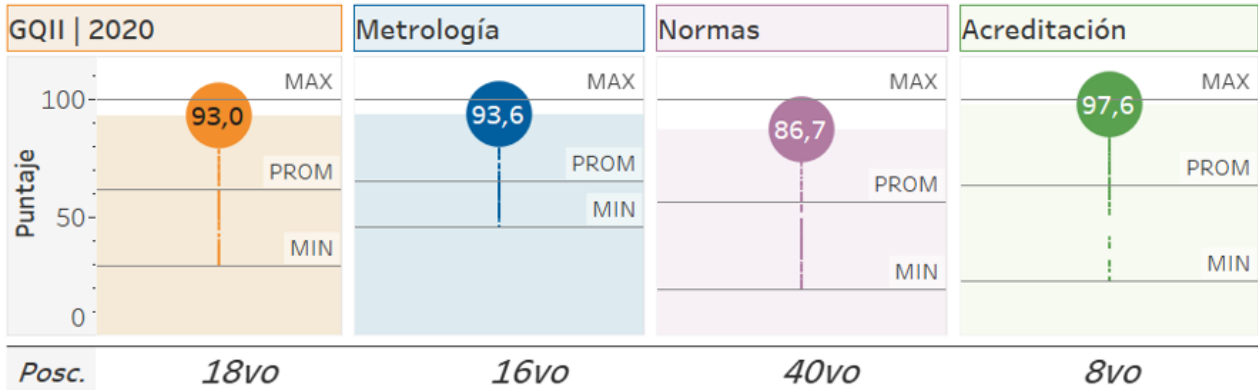
|  |   |  |   |                                      |  |
|--|---|--|---|--------------------------------------|--|
|  | <b>ILAC/IAF Membresía:</b><br>Signatario/<br>Signatario | <b>Cobertura de Organismos de Evaluación de la Conformidad</b> | <b>Certificación de Productos ISO-17065</b> | <b>Sistemas de Gestión ISO-17021</b> | <b>Laboratorios de Ensayos ISO-17025</b> |
|  |   | 100%   | 38  | 15                                   | 236                                      |

Fuente: <https://gqii.org/>

## Indice Global de Infraestructura de la Calidad Perfil País - GQII 2020 <sup>CC</sup>



|                    |                                 |             |  |
|--------------------|---------------------------------|-------------|--|
| Mexico             | Población                       | 127,6M      |  |
| <b>18 vo / 184</b> | PIB per Capita (USD corrientes) | \$ 9.863    |  |
|                    | Exportaciones (USD corrientes)  | \$ 491.502M |  |



### Metrología | Centro Nacional de Metrología

|  | Estatus CIPM-MRA: Estado Miembro | Participación en Comités Consultivos | Cobertura de Capacidades de Calibración y Medición | Comparaciones Clave y Complementarias | Laboratorios de Calibración 17025 |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------------|
|  | 1999-10-14                       | 80%                                  | 89%  | 281                                   | 393                               |

### Normas | Dirección General de Normas

|  | Membresía ISO: Organismo Miembro | Comités Técnicos (Miembro Participante) | Comités Técnicos (Miembro Observador) | Certificados de Sistemas de Gestión ISO |
|--|----------------------------------|---|---------------------------------------|---|
|  |                                  | 90                                      | 55                                    | 10.538                                  |

### Acreditación | Entidad Mexicana de Acreditación

|  | ILAC/IAF Membresía: Signatario/Signatario | Cobertura de Organismos de Evaluación de la Conformidad | Certificación de Productos ISO-17065 | Sistemas de Gestión ISO-17021 | Laboratorios de Ensayos ISO-17025 |
|--|---|---|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|  |   | 100%  | 72                                   | 68                            | 1.090                             |

Fuente: <https://gqii.org/>

## BIBLOGRAFÍA

- BMZ 2004. Infraestructura de calidad, evaluación de la conformidad - Metrología, normalización, pruebas, gestión de la calidad (MSTQ). Bonn.
- CHOI, D. G. 2013. A Primer on Korea's Standards System: Normalización, evaluación de la conformidad y metrología. Washington DC: NIST.
- CHOI, D. G., HYUN, O.-S., HONG, J.-I. & KANG, B.-G. 2014. Standards as catalyst for national innovation and performance-a capability assessment framework for latecomer countries. *Total Quality Management & Business Excellence*, 25, 969-985.
- CHOI, D. G. & PUSKAR, E. 2014. A Review of USA Participation in ISO and IEC, US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology.
- CHUGH, R. & GRANDHI, S. 2013. Por qué la Inteligencia de Negocios? Significado de las herramientas de Business Intelligence e integración de la gobernanza de BI con la gobernanza corporativa. *International Journal of E-Entrepreneurship and Innovation (IJEEI)*, 4, 1-14.
- DE BRITO, A. C., KAUFFMANN, C. & PELKMANS, J. 2016. The contribution of mutual recognition to international regulatory co-operation, OECD Regulatory Policy Working Papers No. 2, París.
- FROTA, M., RACINE, J.-L., BLANC, F., RODRIGUES, P., IBRAGIMOV, S., TORKHOV, D. & OSAVOLYUK, S. Evaluación de la infraestructura de calidad ucraniana: retos impuestos por la OMC y compromisos de adhesión a la UE. *Key engineering materials*, 2010. *Trans Tech Publ*, 611-615.
- GUASCH, J. L., RACINE, J.-L., SANCHEZ, I. & DIOP, M. 2007. Quality systems and standards for a competitive edge, Banco Mundial, Washington DC.
- HACKEL, S., HÄRTIG, F., HORNIG, J. & WIEDENHÖFER, T. 2017. El certificado de calibración digital. *PTB-Mitteilungen*, 127, 75-81.
- HARMES-LIEDTKE, U. & OTEIZA DI MATEO, J. J. 2019. Medición y rendimiento de la infraestructura de calidad. Una propuesta de infraestructura global de la calidad. Buenos Aires y Duisburgo: Mesopartner y Analyticar.
- HARMES-LIEDTKE, U. & OTEIZA DI MATTEO, J. J. 2011. Medición de la infraestructura de calidad. Documento de discusión. Braunschweig: Physikalisch-Technische Bundesanstalt.
- HARTMANN, D. & HIDALGO, C. 2017. Complejidad económica, instituciones y desigualdad de ingresos. En: LOVE, P. & STOCKDALE OTÁROLA, J. (eds.) *Debate the Issues: Complejidad y elaboración de políticas*. París.
- HAUSMANN, R., HIDALGO, C. A., BUSTOS, S., COSCIA, M., SIMOES, A. & YILDIRIM, M. A. 2013. *El atlas de la complejidad económica. Mapping paths to prosperity*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN CONJUNTA-COMISIÓN EUROPEA Y OCDE. 2008. *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*, París, OECD publishing.
- KELLERMANN, M. 2019. *Garantizar la calidad para acceder al mercado global: Una caja de herramientas para la reforma*. Washington y Braunschweig: Banco Mundial y PTB.
- NEDLAC 2001. *Review of the South African Standards, Quality Assurance, Accreditation and Metrology (SQAM) Infrastructure*. Pretoria
- POTTS, J., LYNCH, M., HUPPÉ, G., CUNNINGHAM, M. & VOORA, V. 2014. *The State of Sustainability Initiatives Review*. Londres, Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, IIED.
- SARGENT, M., GOENAGA-INFANTE, H., INAGAKI, K., MA, L., MEIJA, J., PRAMANN, A., RIENITZ, O., STURGEON, R., VOGL, J. & WANG, J. 2019. El papel del ICP-MS en la metrología química inorgánica. *Metrologia*, 56, 034005.
- SCHWAB, K. 2017. *La cuarta revolución industrial*, Nueva York. Crown Publishing Group
- ONUDI 2020. *Rebooting Quality Infrastructure for a sustainable future*. Viena.
- YOUNG, R. J. 2020. *Postcolonialism: A very short introduction*. Oxford University Press: Oxford, Nueva York.



# GQII

GLOBAL QUALITY INFRASTRUCTURE INDEX

Para obtener más información sobre datos y análisis de la infraestructura de calidad, visite <https://gqii.org>

Con el apoyo de:

