



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE

VOLUMEN N° 3 - AGOSTO DE 2022

OBRA COMPLETA:

TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Aportes al Debate
Constituyente



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE

VOLUMEN N° 3 - AGOSTO DE 2022

OBRA COMPLETA:

TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Aportes al Debate
Constituyente

ISBN Obra Completa N° 978-956-303-351-9
ISBN Volumen 3 N° 978-956-6095-70-5

Universidad de Santiago de Chile

Facultad Tecnológica

Decanato

Vice Decanato de Investigación y Postgrado

Editores Generales:

Dr. Julio González Candía – Decano

Dr. Juan Carlos Travieso Torres – Vice Decano
de Investigación y Postgrado.

Gestión Editorial ISBN: Ariadna Ediciones
www.ariadnaediciones.cl

Diseño y Diagramación: Sr. César González Galaz
Departamento de Publicidad e Imagen

Agradecimientos especiales por su contribución
en esta obra a Mag. Natalia Romero Hernández
y a la Mag. Lisbeth Simón Ortíz.



ÍNDICE

Prólogo	4
Comité Editorial	6
Evaluadores y Evaluadoras	10
Capítulo 1: Migración en Chile: Legislación versus Vulneración de los Derechos Humanos. Aportes para la nueva Carta Fundamental. Dr. Jorge Brower B. - Mg. Lisbeth Simón O.	12
Capítulo 2: El Chile íntegro y meritocrático que algunos no quieren. Dr. Lucio Cañete Arratia	33
Capítulo 3: Índice Geométrico de Deserción: Un Estudio en Carreras de Tecnologías Industriales. Mag. Jaime Espinoza Oyarzún - Dr. Arturo Rodríguez García	43
Capítulo 4: Avances y desafíos en la regulación laboral para las Plataformas Digitales en Chile: Análisis de la Ley N° 21.431. Dr. Julio González Candia - Sr. Gerardo Hernández Román - Mag. María Regina Mardones Espinoza - Sra. Olivia Zúñiga Von Der Meden	59
Capítulo 5: Análisis Longitudinal de la eficiencia del Sistema Nacional de Innovación en Chile: 2010 – 2019. Dr. Rafael Ochoa Urrego - Mag. Mauricio Ardiles Briones	81
Capítulo 6: A propósito de la gratuidad en la educación: la experiencia del Diplomado en Educación para el Desarrollo Sustentable como aporte al debate constituyente por una educación de calidad financiada por el estado. Mag. Santiago Peredo Parada - Mg. Bárbara Acuña Jujihara	109

COMITE EDITORIAL

Nombre y País	Antecedentes curriculares
<p>Dra. Bibiana Arango Alzate Colombia - Australia</p>	<p>Ph.D Docente en temas relacionados con gestión de la tecnología y la innovación e investigación por más de 15 años, receptora de 2 reconocimientos en los últimos 2 años por actividades académicas y excelencia docente en 2022 en el International College of Management, Sydney (ICMS).</p>
<p>Dr. Oliver Campero Rivero Bolivia</p>	<p>Doctor en Ingeniería Ambiental y manejo de aguas de la Universidad Internacional de Andalucía, Master en Economía ecológica de la Universidad Mayor de San Simon e Ingeniero Agrónomo, con más de 20 años de experiencia profesional como investigador y docente, de distintas universidades, y manejo de proyectos de desarrollo rural y energías renovables.</p>
<p>Dra. Cristina Moyano Barahona Chile</p>	<p>Profesora de Estado en Historia y Geografía, Magister en Historia de Chile por la Universidad de Santiago de Chile, Doctor en Historia por la Universidad de Chile. Profesor Titular del Departamento de Historia de la Universidad de Santiago de Chile y Decana de la Facultad de Humanidades USACH.</p> <p>Sus investigaciones se han centrado en historia política reciente, historia de la transición chilena e historia política de los intelectuales. Ha sido investigadora responsable de 5 proyectos de investigación, he publicado 4 libros en editorial con referato externo y más de una decena de capítulos de libros nacionales e internacionales.</p>

<p>Dr. Cristóbal Moreno Muñoz Chile</p>	<p>Doctor en Diseño, Gestión y Fabricación de Proyectos Industriales de la Universitat Politècnica de València, Magíster en Pedagogía de la Universidad Mayor y Diseñador Industrial de la Universidad Tecnológica Metropolitana, se desempeña como académico y jefe de carrera de Diseño Industrial perteneciente a Facultad Tecnológica de la Universidad de Santiago de Chile. Ha desarrollado diversos proyectos en desarrollo de productos y servicios, vínculo con PYMES, publicaciones indexadas y capítulos de libros en relación al quehacer del diseño y el vínculo de éste como motor de innovación en el ecosistema nacional.</p>
<p>Dra. Alejandra Torres Mediano Chile</p>	<p>Ingeniera Civil Química de la Universidad de Santiago de Chile y Doctora en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la misma casa de estudios. Actualmente se desempeña como académica jornada completa en el Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Facultad Tecnológica e investigadora en el Centro de Innovación en Envases y Embalajes (LABEN) y en el Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y la Nanotecnología (CEDENNA). La Dra. Torres trabaja en el área de envases y embalajes, llevando a cabo varios proyectos tanto de ciencia básica como aplicada tales como Fondecyt, Fondef, Corfo, en las líneas de sustentabilidad e inocuidad de envases para alimentos.</p>

<p>Dr. Jhon Wilder Zartha Sossa Colombia</p>	<p>Doctor en Diseño, Gestión y Fabricación de Proyectos Industriales de la Universitat Politècnica de València, Magíster en Pedagogía de la Universidad Mayor y Diseñador Industrial de la Universidad Tecnológica Metropolitana, se desempeña como académico y jefe de carrera de Diseño Industrial perteneciente a Facultad Tecnológica de la Universidad de Santiago de Chile. Ha desarrollado diversos proyectos en desarrollo de productos y servicios, vínculo con PYMES, publicaciones indexadas y capítulos de libros en relación al quehacer del diseño y el vínculo de éste como motor de innovación en el ecosistema nacional.</p>
<p>Dra. Mariana Saidón Argentina</p>	<p>Es Doctora y Licenciada en Economía por la Universidad de Buenos Aires (UBA) y Magíster en Economía por la Universidad de San Andrés. Realizó un posdoctorado en geografía. Es docente en la Facultad de Ciencias Económicas (UBA) e Investigadora Adjunta del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), con sede en el Instituto de Investigaciones Políticas (IIP), de la Escuela de Política y Gobierno (EPyG), de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM). En la EPyG, UNSAM, también coordina e l Área de Ambiente y Política (AAP). Se especializó en temas ambientales, con foco en residuos sólidos urbanos, cambio climático, economía ambiental y educación ambiental.</p>

<p>Dra. Pamela Figueroa Rubio Chile</p>	<p>Doctora en Estudios Políticos y Sociales (IDEA-USACH), Master of Arts en Estudios Latinoamericanos mención Gobierno (Georgetown University). Actualmente es académica del Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de Santiago de Chile, y Coordinadora Académica del Observatorio Nueva Constitución (www.observatorionuevaconstitucion.cl). Es además Consejera del Servicio Electoral de Chile. Se desempeñó como Jefa de la División de Estudios del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (2014-2018), asesorando las Reformas Políticas y Agenda de Probidad, y en la coordinación del Proceso Constituyente convocado por la Presidenta Michelle Bachelet. Miembro de la Mesa Técnica del Proceso Constituyente en Chile (2019). Es integrante de la Red de Politólogas, de la Asociación Chilena de Ciencia Política y del Consejo Asesor del Observatorio de las Reformas Políticas para América Latina (UNAM-OEA).</p>
---	--

LISTADO DE EVALUADORAS Y EVALUADORES DE LOS CAPÍTULOS

Nombre	Filiación Institucional
1. Dra. María Jesús Hernández	Universidad Autónoma de Nuevo León – México
2. Mag. Myrna Videla Aros	Universidad de Santiago de Chile
3. Dra. Prisca Nahum Lajud	Universidad Veracruzana, México
4. Mag. Álvaro Aguirre Boza	Universidad de Santiago de Chile
5. Mag. Jaime Espinoza Oyarzun	Universidad de Santiago de Chile
6. Mag. María Regina Mardones	Universidad de Santiago de Chile
7. Mag. David Orellana Daube	Universidad de Santiago de Chile
8. Mag. Juan Felipe Herrera	Institución Universitaria – ITM – Colombia
9. Dra. Marcela Romero Jeldres	Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación - Chile
10. Mag. Freddy Herrera Espinoza	Universidad de Santiago de Chile
11. Dr. Marcelo Perissé	Universidad Nacional La Matanza - Argentina
12. Mag. Irina Francioni	Programa de la Unión Europea – EuroSocial - España

Ochoa-Urrego, Rafael-Leonardo

rafael.ochoa@usach.cl

Académico Depto. de Tecnologías de Gestión

Facultad Tecnológica - Universidad de Santiago de Chile

ORCID: 0000-0003-1117-4877

Ardiles Briones, Mauricio

mauricio.ardiles@usach.cl

Académico Depto. de Tecnologías de Gestión

Facultad Tecnológica - Universidad de Santiago de Chile

ORCID: 0000-0002-7089-6696

Resumen: El presente documento tiene como objetivo la evaluación de la eficiencia del Sistema Nacional de Innovación de Chile en los años 2010 a 2019. Para alcanzar este objetivo se realiza una revisión de los conceptos de Sistema Nacional de Innovación y su eficiencia. Posteriormente, se diseña un indicador compuesto usando el modelo AC/DC (Capacidad de absorción / Capacidad de desarrollo por sus siglas en inglés) propuesto por Mahroum y Al-Saleh (2013). El modelo propuesto consta de 41 indicadores agrupados en ocho familias de indicadores. Como resultados principales se encontró un comportamiento creciente en los factores asociados al acceso y la creación desde la capacidad de absorción y en la creación y explotación desde la capacidad de desarrollo. De dichos resultados se pudo concluir que es necesario trabajar sobre las políticas públicas que propenden por la generación de resultados de innovación, ya que estas, según los resultados obtenidos, han venido perdiendo eficiencia luego de la mitad de la década de 2010.

Palabras claves: Eficiencia - Sistema Nacional de Innovación - Ecosistema de innovación

Abstract: The aim of this document is to evaluate the efficiency of the Chilean National Innovation System in the years 2010 to 2019. To achieve this objective, a review of the concepts of the National Innovation System and its efficiency is carried out. Subsequently, a composite indicator is designed using the AC/DC model proposed by Mahroum and Al-Saleh (2013). The proposed model consists of 41 indicators grouped into eight families of indicators. As main results, a very good behavior was found in the factors associated with access and creation from the absorption capacity and in the creation and exploitation from the development capacity. From these results, it was possible to conclude that it is necessary to work on public policies that tend to generate innovation results, since these, according to the results obtained, have been losing efficiency after the middle of the 2010s.

Keywords: Efficiency - National Innovation System - Innovation Ecosystem

Introducción

El proceso por el que están atravesando diversos países y organizaciones, llamada Cuarta Revolución Industrial ha exacerbado el concepto de sociedad del conocimiento. Este hecho pone en evidencia la relevancia de la gestión de la innovación para lograr un alto nivel de desarrollo y bienestar. En consecuencia, los estados han debido desarrollar diversas prácticas para administrar sus recursos de acuerdo con las demandas actuales. Desde este punto de vista resulta relevante resaltar la velocidad y complejidad de los cambios que enfrentan las organizaciones y estados, aspecto que sumado al fenómeno de la globalización generan condiciones de constante transformación donde la adaptación juega un rol fundamental en su desarrollo.

Por esta razón, los estados buscan generar un ambiente propicio para que las organizaciones privadas y públicas generen procesos de creación y adopción tecnológica. En este sentido, se sabe que la emergencia y difusión de innovaciones dependen de un complejo entramado de subsistemas sociales, actores, instituciones y estructuras económicas que condicionan la tasa y dirección del cambio tecnológico (Chang, 2015). Bajo esta idea se formulan los Sistemas Nacionales de Innovación – SNI – los cuales son una clara influencia para el desempeño innovador de los países (Hu et al., 2014). Chile no ha sido ajeno a este fenómeno y ya desde 1939 se ven esfuerzos a nivel país para fomentar procesos de Investigación y Desarrollo – I+D.

Los SNI son una estrategia para fortalecer la competitividad y productividad del país (Young Sohn et al., 2016); ya que el conjunto de instituciones nacionales que los constituyen contribuyen a la diseminación de nuevas tecnologías que son consideradas beneficiosas para desarrollar los países y alcanzar los niveles de países desarrollados (Zhao et al., 2021). Con esta motivación, se pretende realizar una aproximación al análisis de la eficiencia del Sistema Nacional de Innovación en Chile. Esto con el fin de abrir la discusión sobre modificaciones que se podrían hacer con el fin de posicionar al país y a su industria en escenarios altamente competitivos. Adicionalmente, es de vital importancia pensar el SNI como parte integral de la construcción colectiva que se viene gestando alrededor del proceso constituyente que actualmente se desarrolla en Chile. Adicionalmente, a pesar de que los esfuerzos por fortalecer el SIN chileno han tenido resultados resaltables; no es clara la eficiencia de estas inversiones.

Analizando particularmente la eficiencia de los SNI, su estudio se ha convertido en un tema de alto interés en la literatura (Chang, 2015; Cullmann & Zloczynski, 2014; Tong & Liping, 2009). Empero, la medición de la eficiencia en los SNI se ha centrado en países europeos, asiáticos y en Norteamérica, dejando por fuera a países latinoamericanos (Choi & Zo, 2019; Dobrzanski et al., 2021). Por estas razones se hace muy interesante analizar la eficiencia de SNI chileno.

Si bien es posible encontrar estudios que analizan la eficiencia del SNI en Chile (p.e. Rojo Gutiérrez (2012) y Aguilar-Barceló y Higuera-Cota (2019)), estos estudios se orientan a mediciones transversales y comparativos con respecto a otros países. Por esta razón se hace necesario realizar un estudio longitudinal que muestre la evolución de la eficiencia del SNI en Chile en el cual se vean reflejadas las dinámicas internas del país y los resultados de los esfuerzos realizados a nivel de política pública. En este sentido el trabajo pretende analizar la eficiencia del SNI chileno en el periodo 2010 – 2019. Se eligió este periodo debido al interés de comprender el desempeño del país en la década completa. Asimismo, los investigadores reconocen que al construir indicadores compuestos como insumo para

el cálculo de la eficiencia es posible que se presenten alteraciones algunos parámetros de los datos originales debido al proceso de normalización. Igualmente, este procesamiento hace que las correlaciones calculadas no tengan carácter causal; imposibilitando la construcción de inferencias con los resultados obtenidos.

Con esto en mente, el presente documento analizará el SNI chileno iniciando por la discusión teórica del concepto de SIN, sus implicaciones y su eficiencia. Igualmente, se identifican los principales indicadores asociados a su medición. En la segunda sección se expone la estructura actual del SNI en Chile. En la tercera sección se muestra la metodología utilizada para la construcción de este documento. Posteriormente, se expone y aplica el modelo de medición de la eficiencia propuesto por los autores. Finalmente, se presentan algunas conclusiones sobre el análisis y recomendaciones de cara al proceso constituyente actual.

1. Eficiencia de los sistemas nacionales de innovación: Discusión Teórica

En esta sección se consolidarán los fundamentos teóricos del presente trabajo. Para esto, se analizarán los conceptos de SNI y su eficiencia.

1.1. Sistema Nacional de Innovación

Como es bien sabido, el concepto de innovación nace con la visión propuesta por Joseph Schumpeter gracias a sus premisas de la destrucción creativa. Bajo esta mirada la innovación es un proceso lineal donde el desempeño innovador depende de esfuerzos individuales. Actualmente, se existe un consenso sobre el carácter sistémico de la innovación, donde el resultado y el desempeño innovador depende de la adecuadas interacciones entre distintas instituciones (Choi & Zo, 2019). Como consecuencia, el progreso tecnológico debe ser un esfuerzo coordinado entre instituciones públicas y privadas (Liu et al., 2015); de tal manera que el desempeño innovador de un país depende de las interrelaciones de estas instituciones los cuales crean un sistema colectivo de creación de conocimiento y uso de la tecnología (Pan et al., 2010).

Bajo la mirada sistémica nace la propuesta de los SNI, concepto que fue mencionado inicialmente por Freeman en 1987 y retomado por Lundvall en 1992 (Chang, 2015), en donde las interacciones son claves para el desempeño del sistema social (Mahroum & Al-Saleh, 2013). Huelga decir que el SIN tiene como objeto principal la creación de un ambiente propicio para el desarrollo de la innovación a través de la configuración de un marco legal y una red de elementos pertinente para ello (Jurickova, 2019).

De aquí es claro que el concepto de SNI se basa en la idea de entender los enlaces e interacciones entre las instituciones involucradas en la innovación (Pan et al., 2010); idea que es coherente con la comprensión de la innovación como un proceso evolutivo y no lineal que resulta de la comunicación y colaboración entre partes interesadas (Choi & Zo, 2019). En conclusión, el SNI es entendido como un marco conceptual de enlaces e entre actores cuyas relaciones determinan el desempeño innovador de un país (Jankowska et al., 2017; Jurickova, 2019).

La propuesta inicial planteada por Freeman define al SIN como una red de instituciones políticas y privadas cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías (Araneda Guirriman et al., 2017; Chang, 2015; Lu et al., 2014; Pan et al., 2010). Posteriormente, Lundvall retoma el concepto y, haciendo énfasis en las capacidades de aprendizaje consecuentes con la capacidad de absorción ya propuesta por Cohen y Levinthal, agrega a los resultados buscados de un SNI el conocimiento nuevo y útil económicamente (Chang, 2015). En consecuencia, la innovación y el progreso tecnológico se condicionan a las interacciones entre las empresas o instituciones que producen, distribuyen y aplican distintos tipos de conocimiento (OECD, 1997; Pan et al., 2010). En otras palabras, el SNI se configura como un sistema interconectado de instituciones cuyo objetivo es crear, almacenar y transferir conocimiento, habilidades y artefactos definidos como nueva tecnología (Chang, 2015; Lu et al., 2014).

Siguiendo la evolución del concepto, y gracias a la profundización del carácter sistémico de la innovación, se entiende al SNI como un sistema abierto y complejo que, además de las instituciones que se orientan principalmente a la búsqueda e investigación para las innovaciones como lo son los “departamentos de innovación y desarrollo, las universidades y las instituciones públicas” (Chung, 2001 citado por Araneda Guirriman et al., 2017, p. 2), incluyen factores económicos, sociales, políticos, organizacionales, institucionales y demás relevantes para desarrollar, difundir y usar innovaciones (Chang, 2015; Choi & Zo, 2019; Jurickova, 2019).

Con la ampliación del concepto las instituciones involucradas en un SNI ya no son solo la industria y los negocios o las instituciones científicas, sino también aquellas instituciones que formulan política pública (Pan et al., 2010). Por lo tanto, el SNI se empieza a entender como una combinación de procesos de producción de conocimiento, comercialización y aplicación de dicho conocimiento (Choi & Zo, 2019), donde las políticas públicas con un elemento intrínseco (Jankowska et al., 2017).

Esta definición indica la relevancia del desarrollo de este tipo de sistemas para poder gestionar los cambios y la innovación que se produce en un país determinado. Además, el sistema multidimensional crea una red con un flujo de conocimiento y creación de valor a partir de sus interacciones (Chang et al., 2019, 2015). Es claro afirmar que los SNI son una clara influencia para el desempeño de I+D de los países (Hu et al., 2014). Por consiguiente, el desarrollo del SNI consiste en mejorar las relaciones entre los miembros del sistema, esto lleva a la mejora en la capacidad de innovación del país (Lu et al., 2014).

Para lograr un adecuado nivel de efectividad se requiere que dicho sistema no solo cuente con un objetivo claramente establecido, sino que además requiere de la colaboración estrecha de los diversos organismos que se relacionan con dicho sistema. Sobre este punto resulta relevante destacar la relevancia de la participación de múltiples actores tales como las universidades, empresas privadas y organizaciones públicas (Chang, 2015). Un SNI eficiente es crítico para un país que compite internacionalmente por lo que requiere altos niveles de competitividad y productividad (Bakhtiar et al., 2021). Lo aquí afirmado es consecuente con el hecho de que la competitividad de las naciones es un reflejo de sus políticas de largo plazo en las que la innovación y la tecnología juegan un papel importante (Liu et al., 2015) tanto en el desarrollo económico (Young Sohn et al., 2016) como en la generación de empleo de alta calidad (Bakhtiar et al., 2021).

El concepto acá expresado refuerza la importancia de la articulación y coordinación de múltiples actores de manera de permitir que se canalicen los procesos de innovación para facilitar el desarrollo de un país. El que se trabaja de manera coordinada permite hacer un uso eficiente de los recursos de las organizaciones, compartiendo información relevante que finalmente va en beneficio de las personas y organizaciones del país que desarrolla dicho SNI.

1.2. Medición de la eficiencia de los SNI

La Real Academia de la Lengua define la eficiencia como la “Capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos” (Real Academia Española, n.d.). En consecuencia, se entiende la eficiencia como una relación entre las entradas y salidas de un sistema, lo que implica que una alta eficiencia se obtiene cuando se generan más salidas con menos o con las mismas entradas (Bakhtiar et al., 2021; Edquist et al., 2018; Zhang & Wang, 2019). Esta definición indica que las organizaciones deben buscar optimizar el uso de sus tiempos y recursos para lograr el cumplimiento de sus objetivos evitando costos excesivos o ineficiencias en sus sistemas. Asimismo, se busca la maximización de las salidas a través de un sistema que aproveche de la mejor manera los recursos de entrada (Choi & Zo, 2019; Zhao et al., 2021).

A manera de resumen, la eficiencia es una medida del logro de los objetivos (Bakhtiar et al., 2021). En otras palabras, la eficiencia implica una comparación de los resultados con un valor esperado (Cullmann & Zloczynski, 2014). Por consiguiente, la eficiencia no está condicionada solamente por la existencia de los recursos, sino por el adecuado uso de dichos recursos (Choi & Zo, 2019) en función de los objetivos planteados.

En la literatura se han planteado conceptos similares a la eficiencia del SNI, tal como la eficiencia del patentamiento, la eficiencia de I+D, eficiencia en actividades de I+D o eficiencia en innovación (Choi & Zo, 2019; Cullmann & Zloczynski, 2014). Estos enfoques coinciden en la complejidad asociada a la medición de la eficiencia en un sistema abierto y complejo como lo son los SNI (Zhang & Wang, 2019). Adicionalmente, existen propuestas de medición de la eficiencia a nivel organizacional, sectorial, regional o nacional (Cullmann & Zloczynski, 2014).

Parte de la complejidad de la medición de la eficiencia nace del carácter multi-entrada y multi-salida (Carayannis et al., 2015; Hu et al., 2014; Lu et al., 2014; Zhao et al., 2021). En consecuencia, las aproximaciones que miden la innovación, y por consiguiente la eficiencia de los SNI, utilizando como medida única el nivel de patentamiento caen en la simplificación del fenómeno (Hu et al., 2014). La eficiencia del SNI no puede entenderse solo en la capacidad de generar patentes o artículos científicos, también deben considerarse las habilidades necesarias para crear relaciones con actores internos o externos con el fin de generar valor para el país (Mahroum & Al-Saleh, 2013). De aquí se desprende el hecho de que no es suficiente medir la eficiencia en los procesos de I+D, se requiere incluir la eficiencia en la difusión del conocimiento, la eficiencia económica después de la aplicación del conocimiento (Chang, 2015) y la innovación por absorción (Mahroum & Al-Saleh, 2013).

Existen diversas formas de medir la eficiencia, la utilización de uno u otro método dependerá de las necesidades de cada institución. Para ello se deberá tener claro los objetivos y alcances que se pretenden alcanzar, de forma de seleccionar la técnica de análisis de eficiencia más pertinente. Una

técnica que se utiliza es el análisis envolvente de datos (Data Envelopment Analysis – DEA) “que, a partir de datos sobre recursos empleados y resultados obtenidos para un conjunto de Unidades de Toma de Decisión (DMU), hace posible la evaluación de la eficiencia relativa de cada una de ellas” (Pino-Mejías et al., 2010, p. 2).

Rojo Gutiérrez (2012) plantea que el DEA “consiste en emplear modelos de programación lineal para identificar sistemas más eficientes que otros” (p. 87). En la misma publicación el autor menciona

Un SNI se considera eficiente si genera el máximo de producto bajo una cierta cantidad de insumos tecnológicos dados; por el contrario, y de acuerdo con la lectura de este índice, un SNI se le considera técnicamente ineficiente si no puede generar una mayor cantidad de producto haciendo uso de una mayor cantidad de insumos tecnológicos (p.88).

De las definiciones ya expuestas se puede inferir que no basta con que los SNI se articulen y coordinen para desarrollar determinados productos o servicios. Además de esto, resulta relevante que logren optimizar el uso de sus recursos en la generación de sus outputs. El no actuar con un adecuado grado de eficiencia no solo puede generar un gasto excesivo de tiempo y recursos, además puede afectar el nivel de desarrollo que puede alcanzar una organización o país.

Asimismo, comprender la eficiencia de los SNI puede ayudar a los gobiernos a crear políticas públicas que mejoren el desempeño innovador del país. Adicionalmente, la comparación de la eficiencia de un país en el tiempo o con otros países y la identificación de buenas prácticas puede servir como fuente para la configuración de dichas políticas públicas (Carayannis et al., 2015). Para realizar dichas comparaciones la identificación de indicadores que evalúen el desempeño y la eficiencia de un SNI es prioritario (Bakhtiar et al., 2021). Estos esquemas de medición tienen el reto de incluir en sus premisas las diferencias socioculturales que existen en los países. Bien sabido es que el asumir una uniformidad entre varios países es contradictorio con la definición misma de un SNI (Cullmann & Zloczyski, 2014; Hu et al., 2014).

En consecuencia, si se quiere que Chile alcance mayores niveles de desarrollo resulta relevante que se realicen estudios que permitan indicar dónde se encuentran las principales ineficiencias que tiene el SNI y de qué forma se pueden mejorar dichos procesos o productos. Para ello resulta relevante que las diversas instituciones u organismos puedan lograr un mayor nivel de coordinación, y así generar sinergias que permitan que el país explote de mejor forma su potencial en todos los aspectos relacionados con la innovación.

1.3. Antecedentes de la medición de la eficiencia de los SNI

Con el fin de profundizar en la medición de la eficiencia del SNI, se procederá a analizar estudios que hayan realizado estudios similares y así poder recoger elementos para la construcción del indicador de eficiencia buscado.

Inicialmente, se considera el estudio realizado por Rojo Gutiérrez (2012). En este trabajo analizó la eficiencia del SNI para los países de OCDE. En dicha investigación el autor elaboró una tabla con el ranking de la eficiencia del SNI para países de la OCDE, el cual está compuesto por 33 países. En esta tabla Chile aparece en el lugar número 32 lo que hace evidente que el país debe revisar y mejorar la

forma en que se articula el SIN con el fin de lograr mejores resultados. Resulta relevante destacar que también se realizó el análisis en función de la eficiencia por objetivo del SNI, objetivos compuestos por la producción, difusión y la utilización del conocimiento. El autor realizó una comparación los países del OCDE en función de cada uno de estos 3 objetivos. Los resultados presentados en dicha tabla indican que en los objetivos de difusión y en el de utilización del conocimiento Chile aparece en las posiciones número 2 y 1 respectivamente. La mayor deficiencia que presenta el país se relaciona con el primer objetivos producción de conocimiento, ubicándose en el lugar número 29.

Estos resultados evidencian que Chile debe realizar esfuerzos adicionales para lograr un mayor nivel de producción de conocimiento. Ello indica que se debe revisar dónde se encuentran las mayores diferencias en las organizaciones que componen el SNI en función de la producción de conocimiento. El obtener esta información permitirá identificar que posibles cambios o modificaciones se pueden realizar para mejorar este índice.

Es importante destacar que los índices obtenidos por Chile en la difusión y en la utilización del conocimiento indican que presenta un adecuado nivel de efectividad en torno a estos 2 objetivos. La principal preocupación que debe tener el país se relaciona con que pueda lograr un crecimiento orgánico de su producción en innovación de manera que no se vea afectada la efectividad que ya ha logrado en función de la difusión y en la utilización del conocimiento.

Otro estudio indica que "Países como Chile y Colombia mostraron un producto inferior al esperado de acuerdo con sus factores, por lo que sus buenos resultados en innovación no van a la par de la gestión de la eficiencia" (Aguilar-Barceló & Higuera-Cota, 2019, p. 1). En el mismo estudio se destaca que

los países que se encuentran en las mejores posiciones del índice general de eficiencia (Chile, Costa Rica y México) o en las fronteras de la eficiencia regional (Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y Uruguay) no siempre pueden mantener dicha posición si lo que se evalúa es el uso de los insumos para alcanzar determinados productos de innovación, sobre todo por la presencia de rendimientos decrecientes a escala para estas economías, lo que les impide alcanzar mejores resultados a medida que sus insumos son mayores. Esto se hace evidente cuando se contrastan las posiciones punteras de Chile y Colombia en el índice general para América Latina y el Caribe con las ubicaciones por debajo de media tabla en la razón de eficiencia. (Aguilar-Barceló & Higuera-Cota, 2019, p. 18).

Estos resultados respecto de Chile resaltan nuevamente la relevancia de verificar que los diversos procesos y organismos relacionados con el SNI muestren mayores niveles de eficiencia. En otro párrafo del estudio de Aguilar-Barceló e Higuera-Cota (2019) se menciona

El buen desempeño de Chile en términos de eficiencia pura deja de manifiesto que las malas calificaciones que recibe este país en algunas mediciones se deben a su peso en los aspectos de escala y rendimiento. Es por ello también que tres de los cuatro países que no muestran ineficiencias ocupan las tres primeras posiciones regionales en la razón de eficiencia (que se basa en el tipo de rendimientos), mientras que los que aparecen con ineficiencias en cuatro pilares están más allá de la decimoquinta posición regional en este indicador. (p.14).

Esta situación respecto del país se ve reforzada al comparar los resultados obtenidos en el año 2016 en el Índice Global de Innovación donde “se encuentra que Chile estuvo a la cabeza de América Latina y el Caribe en el índice general y en el lugar 44 de la clasificación mundial, seguido de Costa Rica, tanto en la tabla regional como en la mundial” (Aguilar-Barceló & Higuera-Cota, 2019, p. 6). Este hecho resalta las diferencias que se pueden presentar en zonas de menor desarrollo como América Latina y el Caribe donde Chile mostró un liderazgo efectivo en la región, pero dicho liderazgo se diluye de manera significativa al presentar una comparación a nivel mundial.

2. Sistema Nacional de Innovación en Chile

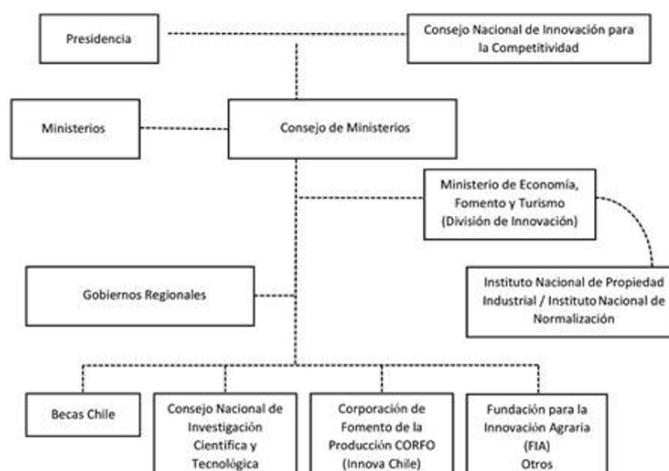
En relación con Chile el SNI fue

definido por el Ministerio de Economía Fomento y Turismo, por medio de su División de Innovación, determina las distintas instituciones y organismos que se encuentran asociadas a la implementación de los planes y programas de innovación que forman parte de la Agenda de Productividad, Innovación y Crecimiento. Encargándose además de la ejecución del Fondo de Innovación para la Competitividad, donde, por lo demás se vela respecto al cumplimiento de los objetivos y funcionamiento y de asistir a dicho ministerio respecto a los lineamientos, decisiones, planes y programas orientados a la innovación. (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2017 citado en Araneda Guirriman et al., 2017, p. 2).

Esto indica que el país ha realizado intentos por otorgar una estructura definida que permita canalizar la innovación como una fuente de desarrollo para el país. Estos esfuerzos van en sintonía con las tendencias de diversos países de forma de poder responder de forma efectiva ante las demandas de un medio cambiante y demandante.

De esta forma se estableció un organigrama del Sistema Nacional de Innovación cuyo esquema se presenta a continuación.

Figura 1. Organigrama Sistema Nacional de Innovación (Chile).



Fuente: Adaptado del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo: División de Innovación, 2017.

Además de esta estructura se han ido creando una serie de organizaciones y estructuras que conforman una red relacionada con el sistema nacional de innovación. Esta red ha surgido con la creación de organizaciones con diversos objetivos tales como Corfo en el año 1939 o más recientemente el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile 2018.

3. Metodología

Tal como se mencionó en secciones anteriores, la eficiencia de un SNI es un fenómeno multidimensional, lo que exige la utilización de técnicas apropiadas para su medición. En este trabajo se seleccionó la construcción de un indicador compuesto ya que permiten la evaluación de múltiples aspectos, los cuales pueden ser descifrados en un índice único y comparable (Singh et al., 2007). Igualmente, los indicadores compuestos reducen el tamaño visible de los indicadores y permiten agregar así una gran cantidad de información (Nardo et al., 2005; OCDE, 2008).

Para la construcción del indicador compuesto de eficiencia se siguió el modelo propuesto por la OCDE (2008) el cual contempla siete etapas principales: construcción de un marco teórico, selección de los datos, agrupación de los indicadores, normalización, ponderación, agregación y validación. Las cinco últimas etapas están relacionadas con el procesamiento de los datos y el cálculo del indicador final.

Inicialmente, se realizó una revisión de la literatura (Tranfield et al., 2003) buscando identificar modelos existentes que estén orientados a la medición de la eficiencia de SNI. Para esto se consultaron las bases de datos Web of Science y Scopus con las ecuaciones de búsqueda que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda utilizadas

Ecuación de búsqueda
<i>Efficiency AND model AND "national innovation"</i>
<i>Efficiency AND model AND "regional innovation"</i>
<i>Efficiency AND measurement AND "national innovation"</i>
<i>Efficiency AND measurement AND "regional innovation"</i>

Fuente: Construcción propia

Las ecuaciones de búsqueda se aplicaron en el título, resumen y palabras clave de los documentos. Como resultado se identificaron 155 artículos en Scopus y 106 artículos en WOS. Posteriormente, se diseñaron criterios de inclusión que se muestran en la Tabla 2.

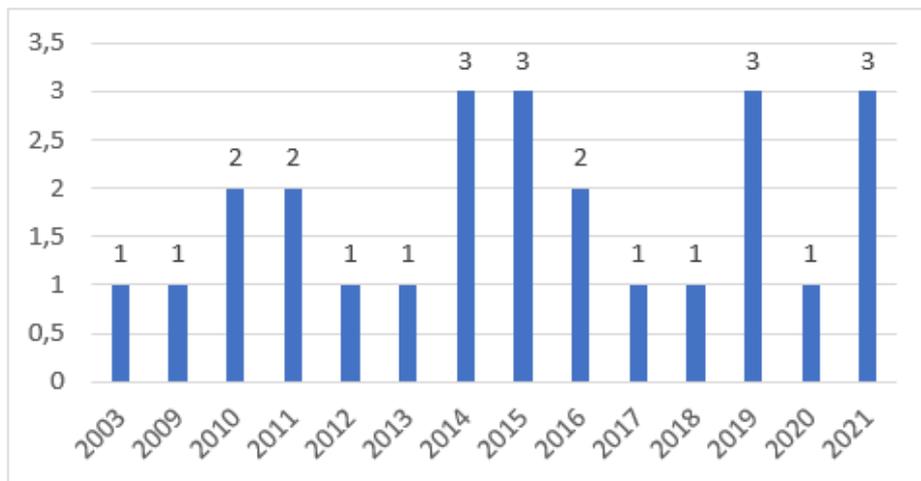
Tabla 2. Ecuaciones de búsqueda utilizadas

Criterios de Inclusión
Debe plantear un modelo de medición de la eficiencia de sistemas nacionales o regionales de innovación
Debe mostrar claramente los indicadores utilizados y las fuentes consultadas
Debe aplicar el modelo y validar los resultados obtenidos

Fuente: Construcción propia

Luego de aplicar los criterios de inclusión se seleccionaron 16 artículos de Scopus y 19 de WOS. Al unificar el listado de artículos se identificaron 12 duplicados en, un artículo que no estaba disponible para descargar y uno que estaba escrito en esloveno. Finalmente, se analizaron 21 artículos para el análisis de los indicadores. La distribución temporal de los artículos seleccionados se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Distribución temporal de los artículos analizados

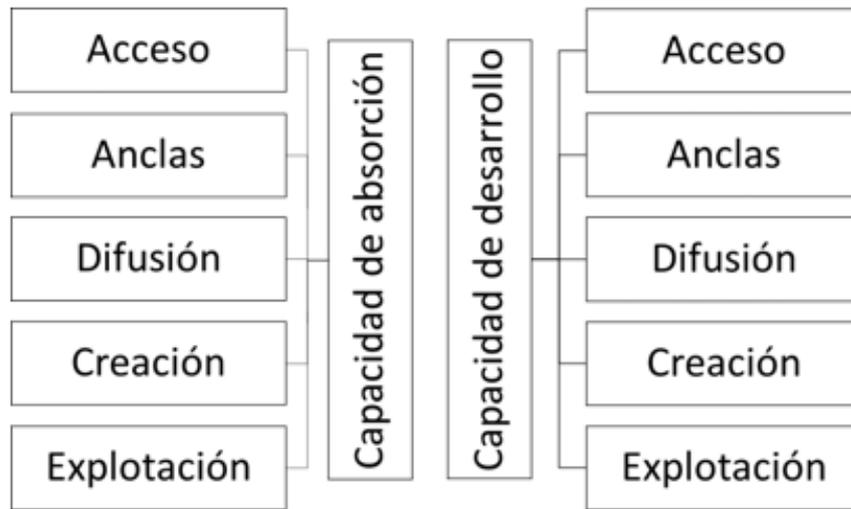


Fuente: Construcción propia

En el análisis de la literatura se identificaron los indicadores sugeridos en la literatura para medir la eficiencia de los SNI. Como resultado se identificaron 74 indicadores de los cuales 21 indicadores son incluidos en 3 o más modelos. Todos los indicadores identificados en la literatura se relacionan en el Anexo A. Finalmente se seleccionaron 41 indicadores para medir la eficiencia del SNI en Chile. Esta selección se realizó utilizando dos criterios. El primero fue la aparición recurrente del indicador en la literatura. El segundo fue la disponibilidad de los datos para el sistema chileno para los años 2010 a 2019, periodo seleccionado para la medición.

Para realizar la tercera etapa del planteamiento del indicador compuesto se seleccionó el modelo de Mahroum y Al-Saleh (2013) para la clasificación. Este modelo propone dos tipos de indicadores, los cuales se subdividen en cinco familias, las cuales están asociadas a las actividades funciones claves que deben medirse para comprender la eficiencia del SNI. El modelo de clasificación se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Modelo de clasificación de indicadores



Fuente: Mahroum & Al-Saleh, 2013

A continuación, se expondrán las técnicas utilizadas para el procesamiento de los datos asociados a cada uno de los indicadores seleccionados. Este procesamiento se realizó utilizando herramientas de hoja de cálculo.

El primer paso para el procesamiento de los datos es la normalización. Esta etapa busca unificar las escalas de los datos para así poder ser agregadas en las fases posteriores. En este momento de procesamiento se selecciona el método de normalización min-max o LST. Este método de normalización se basa en el cálculo de la distancia de cada medición con respecto al valor máximo y mínimo del conjunto de valores. Esta relación se muestra en la Ecuación 1.

Ecuación 1. Normalización LST

$$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - \min_c (x_{qc=\acute{c}}^{t_0})}{\max_c (x_{qc=\acute{c}}^{t_0}) - \min_c (x_{qc=\acute{c}}^{t_0})}$$

Fuente: Nardo et al., 2005

Con esta normalización el periodo con mayor puntuación recibe un valor de 1 y al de menor puntuación el valor de 0. Este método tiene la capacidad de producir valores absolutos sin deformar la distribución de los datos originales y es altamente flexible ante cambios temporales (Nardo et al., 2005; Ochoa, 2016; Zheng et al., 2013).

En la segunda fase de procesamiento se debe hacer la agregación de los datos en las familias de indicadores seleccionados y en los indicadores compuestos, la cual fue diseñada en dos niveles. El primer nivel agrupa los indicadores individuales en las familias anteriormente descritas. Este primer nivel de agregación se realizó utilizando el método de pesos iguales o promedio aritmético.

El segundo nivel de agregación consolida los resultados obtenidos en cada familia en dos indicadores compuestos: capacidad de absorción y capacidad de desarrollo. En esta etapa se utilizó la agregación directa (Mahroum & Al-Saleh, 2013). Como resultado se obtienen indicadores compuestos con un puntaje máximo de 50 puntos.

Por último, y como técnica para validar el indicador compuesto, se construyó la matriz de correlaciones entre los indicadores de familia (acceso, ancla, difusión, creación y explotación) tanto de la capacidad de absorción como de desarrollo. Esto lo que busca es verificar que existe una relación entre estos constructos, al mismo tiempo que se encuentra el tipo de relación entre ellos. Esta matriz de correlaciones se construyó utilizando el paquete SPSS 27.

Finalmente, y tal como lo sugieren Mahroum y Al-Saleh (2013), se calcula la eficacia del sistema del SNI con la relación expresada en la Ecuación 2.

Ecuación 2. Indicador de eficacia

$$EficaciadelSNI = \frac{desempeño}{Capacidad} + Desempeño$$

Fuente: Mahroum & Al-Saleh, 2013

Esta la medida permite ver la eficacia como una medida de la combinación de la eficiencia y la efectividad; entendiendo la eficiencia como la relación entre las salidas y las entradas del proceso y la efectividad como el comportamiento comparado con los demás periodos de tiempo analizados (Zidane & Olsson, 2017).

Luego de tener los resultados para las familias, indicadores compuestos y el nivel de eficiencia para todos los años de estudio se procedió a analizar la evolución de estos indicadores. Para esto se realizaron cálculos de regresiones lineales y cuadráticas para cada una de las 13 series de tiempo; seleccionando aquellas que generaran un valor R mayor. Estas regresiones se realizaron utilizando el software SPSS 27.

4. Modelo de mediación de la eficacia del SNI en Chile

Medir la eficiencia de los SNI es de interés para la academia y los gobiernos. Para los primeros el interés se basa en comprender las relaciones que existen entre las distintas instituciones, fuerzas y dinámicas del sistema. Por su lado, los gobiernos buscan comprender la eficiencia para diseñar políticas más eficientes para la innovación (Wonglimpiyarat, 2010).

Existen múltiples modelos que comprenden los SNI con un funcionamiento lineal, donde las entradas se transforman de manera natural en salidas (p.e. Alnafrah y Zeno (2020), Dobrzanski y otros (2021) o Guan & Chen (2012)). Esta visión lineal equipara las economías y desconoce las diferencias culturales que se pueden presentar entre los países y que son importantes para comprender a la innovación como un sistema social (Elizalde-Bobadilla et al., 2020). Adicionalmente, esta visión deja por fuera un elemento básico para comprender la innovación: la explotación de los resultados (Mahroum & Al-Saleh, 2013).

Adicionalmente, es importante comprender que la innovación no solo puede ser asociada a la generación de elementos nuevos, sino también en la inclusión de tecnologías o conocimientos nuevos (Damanpour, 1996). Bajo esta idea se desarrolló el concepto de la capacidad de absorción (W. Cohen & Levinthal, 1989; W. M. Cohen & Levinthal, 1990) que se entiende como la capacidad de un sistema social para identificar, evaluar, adquirir y explotar exitosamente conocimiento externo. Es por esto por lo que se hace necesario incluir elementos para considerar esta capacidad dentro de la eficiencia de los SNI. En la literatura se encuentran algunos ejemplos de modelos que miden la capacidad de absorción como una combinación de la capacidad potencial, entendida como las habilidades para asimilar y adquirir conocimiento, y la capacidad realizada, comprendida como la habilidad de transformar el conocimiento y explotarlo exitosamente (Elizalde-Bobadilla et al., 2019).

Al combinar estas visiones, Mahroum y Al-Saleh (2013) proponen el modelo AC/DC (Capacidad de absorción / Capacidad de Desarrollo por sus siglas en inglés). En este modelo los autores proponen cinco funciones clave para poder comprender la eficiencia de un SIN. Dichas funciones, y tal como se mencionó en la sección metodológica, fueron utilizadas como las familias de indicadores. La primera función es el acceso al conocimiento, entendida como la capacidad de conectar y enlazar con redes internacionales de conocimiento. Esta función clave coincide con la adquisición de conocimiento expuesta por Elizalde-Bobadilla y otros (2019). Posteriormente, la capacidad de anclaje que consiste en poder identificar y absorber conocimiento externo. Como tercer función clave está la difusión entendida como la habilidad para adaptar y asimilar el conocimiento y utilizarlo diariamente en los procesos productivos de las organizaciones. Este planteamiento coincide con el concepto de asimilación (Cooper & Zmud, 1990), aceptación (Cooper & Zmud, 1990; Venkatesh et al., 2003) y rutinización (Rogers, 2003).

Como cuarta función principal el modelo AC/DC se encuentra la creación que considera la generación de nuevo conocimiento y tecnología por parte de los integrantes del SNI (Alnafrh & Zeno, 2020; Edquist et al., 2018; Jurickova, 2019). Finalmente, la quinta función clave es la explotación que es concebida como la habilidad de poner en uso y explotar el nuevo conocimiento. Esta visión coincide con propuestas realizadas anteriormente (p.e. Jurickova (2019) y Alnafrh & Zeno (2020)) y se acerca al concepto de apropiación (Covi, 2010; Ochoa et al., 2013; Siles, 2004) en donde, además de tener el dominio técnico del artefacto tecnológico, se gana dominio cognitivo permitiendo la generación de conocimiento a partir de la tecnología.

Adicionalmente, y con el fin de plasmar el concepto de eficacia, se crea una relación entre la capacidad de desarrollo del país en un año específico y su capacidad de absorción. Al calcular el índice de eficiencia aquí diseñado, se busca encontrar la proporción que existe entre los resultados efectivos del país y la capacidad potencial con la que contó en cada periodo de tiempo analizado.

4.1. Selección de los indicadores

Con el fin de construir los dos indicadores compuestos buscados, se procedió a analizar el inventario de indicadores realizado durante la revisión de la literatura. Se seleccionaron aquellos indicadores que tuvieran un mayor número de ocurrencias en los modelos analizados. Adicionalmente, se verificó que se haya validado efectivamente la relación entre el indicador y la eficiencia del SNI. Como resultado, se identificaron 41 indicadores los cuales fueron clasificados en dos grupos inicialmente: Capacidad de absorción y Capacidad de desarrollo. Posteriormente, estos indicadores fueron clasificados dentro de las cinco funciones básicas de cada una de las capacidades. Esta clasificación se realizó por los investigadores y usando su experticia. El resultado de la asignación se encuentra en la

Tabla 3. El detalle de la definición de cada indicador y la fuente de donde se extrajeron las mediciones se encuentran en el Anexo B.

Tabla 3. Indicadores seleccionados

	Capacidad de Absorción	Capacidad de desarrollo
Acceso	Usuarios de internet	Presencia de la cadena de valor
	Ancho de banda	Amplitud de los mercados internacionales
	Barreras de entrada	Colaboración Universidad- Empresa
	Infraestructura	
Anclaje	Días para iniciar un negocio	Inversión extranjera directa
	Número de procedimientos para iniciar un negocio	Presencia de clúster
	Estabilidad política	Inversión extranjera directa y Transferencia tecnológica
	Calidad regulatoria	
	Protección a inversionistas	Pagos por licencias y regalías
Difusión	Calidad del sistema de educación	Importaciones de TIC
	Nivel de formación del personal	Importaciones de industrias manufactureras
	Disponibilidad local de investigación especializadas y servicios de formación	Sofisticación de los negocios
	Gasto en I+D en millones de dólares	
Creación	Protección de la Propiedad intelectual	Artículos científicos
	Admisión a programas doctorales	Patentes nacionales
		Patentes PCT
	Investigadores en I+D	Modelos de utilidad
		Diseños industriales
	Registro de marca	
Explotación	Disponibilidad de capital riesgo	Exportación de bienes y servicios
		PIB per cápita
	Actividad emprendedora	Índice GINI
		Valor agregado por servicios
	Puntajes PISA	Valor agregado por manufactura
	Ingresos por Licencias y regalías	

Fuente: Construcción propia

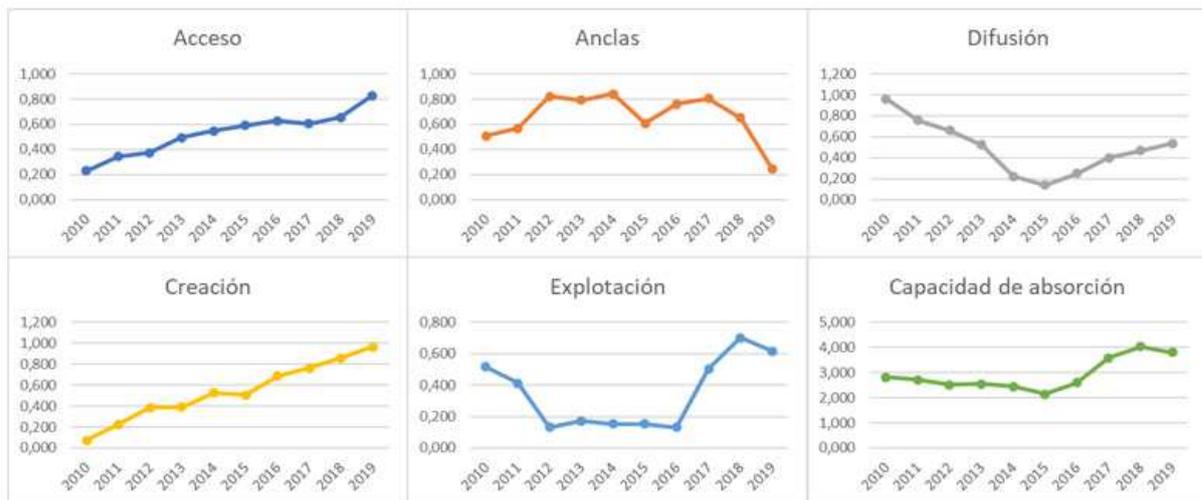
4.2. Aplicación del índice

Luego de recopilar los datos y aplicar los métodos de procesamiento seleccionados se construyeron los indicadores compuestos de Capacidad de Absorción y Capacidad de desarrollo para el periodo 2010 – 2019 para el SNI chileno. En este apartado se analizará el comportamiento de cada uno de estos indicadores. El detalle del procesamiento de los indicadores se puede ver en el Anexo C.

4.2.1. Capacidad de absorción

En la Figura 4 se puede ver el comportamiento longitudinal de las familias de indicadores y del indicador de capacidad de absorción.

Figura 4. Resultados en capacidad de absorción



Fuente: Construcción propia

Al analizar las gráficas anteriores se puede ver que en los indicadores relacionados con acceso y creación el país presenta una tendencia creciente sostenida. Esta tendencia se como reflejo del incremento en la cobertura de internet y la mejora en las mejores condiciones para el comercio exterior. Adicionalmente, se debe al incremento en los niveles de inversión en I+D realizada por las organizaciones y por la mejora considerable en el número de investigadores involucrados en actividades de I+D y en la efectividad de las políticas de protección de la propiedad intelectual.

Por otro lado, preocupa el comportamiento de los indicadores de la familia de difusión, los cuales presentan una gran caída entre los años 2011 y 2015, para luego tener una recuperación para el 2019. Los niveles de 2015 se explican porque tanto el indicador de calidad de la educación, como el de disponibilidad de investigación y de formación especializada tienen los niveles más bajos de la serie de tiempo. Para el primer indicador se presenta una caída casi del 20% frente a la calificación obtenida en 2010; mientras que el segundo indicador decae aproximadamente un 10% frente al mismo año. A pesar de que estos dos indicadores se recuperan para el fin de la serie de tiempo, esta recuperación se ve castigada por la disminución constante en el indicador de nivel de formación el cual cae con una tendencia lineal de 4,4 en 2010 a 4,1 en 2019.

Por su parte, al analizar los indicadores de los anclajes se identifica que vuelven a tener su punto más bajo en el año 2015. Sin embargo, al tener una tendencia cuadrática (ver Ecuación 3) no logran obtener una recuperación, sino que por el contrario llegan a niveles más bajos que el periodo inicial. Esto impone importantes retos para que las políticas públicas logren recuperar la confianza en la estabilidad política, la calidad regulatoria y las políticas de protección a los inversionistas.

Ecuación 3. Tendencia de la familia de indicadores de anclaje

$$y = -0,0194x^2 + 0,1997x + 0,3067$$

Fuente: Construcción propia

Es importante resaltar que el indicador de estabilidad política tiene una caída del 98% entre 2010 y 2019, aspecto que genera inestabilidad en los mercados y prevención entre los inversionistas de alto riesgo, que son aquellos que están más asociados a los procesos de I+D y de alta tecnología.

Ahora bien, al analizar los indicadores asociados a la explotación, se encuentra que el país tuvo un periodo de bajo rendimiento entre 2012 y 2016 principalmente generado por los bajos puntajes obtenidos en esos años en lo relacionado con la disponibilidad de capital riesgo. Esto es coherente con la pérdida percibida en la estabilidad regulatoria ya analizada.

Finalmente, al analizar la capacidad de absorción se encuentra un comportamiento lineal positivo lo cual permite inferir que, a pesar de los periodos intermedios de bajo rendimiento en varios indicadores, el SNI ha logrado recuperar la capacidad potencial para absorber conocimiento externo, lo que apunta a un crecimiento en los años posteriores. La tendencia lineal de la capacidad de absorción se muestra en la Ecuación 4:

Ecuación 4. Tendencia capacidad de absorción

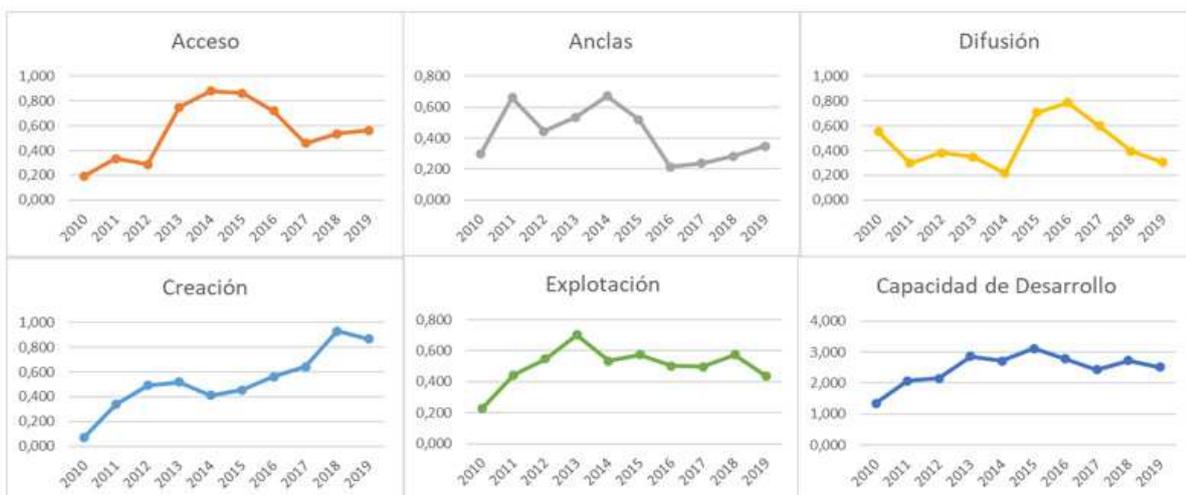
$$y = 0,1424x + 2,1366$$

Fuente: Construcción propia

4.2.2. Capacidad de desarrollo

En la Figura 5 se puede ver el comportamiento longitudinal de las familias de indicadores y del indicador de capacidad de desarrollo.

Figura 5. Resultados en capacidad de desarrollo



Fuente: Construcción propia

Dentro de la capacidad de desarrollo es importante resaltar el buen comportamiento de los indicadores de creación. En la década analizada el país duplicó el número de artículos publicados en revistas indexadas en WOS y el número modelos de utilidad. Además, triplicó el número de patentes nacionales y patentes PCT. Esto demuestra los efectos de las políticas de fomento del desarrollo científico y la inventiva, el cual es soportado principalmente por las Universidades.

Por otro lado, el comportamiento en la creación es acompañado por un comportamiento creciente en la familia de indicadores de explotación explicado principalmente por el incremento en el PIB per cápita y las mejoras obtenidas en el índice Gini. Además, es importante resaltar las perspectivas positivas que genera el indicador de ingresos generados por licencias y regalías el cual, a pesar de no tener grandes incrementos en relación con el porcentaje del PIB si tuvo un crecimiento importante en valores absolutos. De esta relación aparece el reto de crecer en el rubro de regalías a la misma velocidad que crece el PIB en el país.

Al analiza los indicadores de anclaje se encuentra que presentan un punto máximo para el año 2011 y 2014. Posterior a eso tienen una fuerte caída hasta 2016 y luego un periodo de recuperación con tendencia lineal positiva. Al analizar con detalle los dos años con los valores máximos y se encuentra que se presentaron los valores más grandes en inversiones extranjeras directas (2011) e inversión para alta tecnología (2014). Luego de estos dos años ambas cifras decaen dramáticamente. Por ejemplo, la inversión directa cae casi un 80% para el 2019 con respecto al 2011. Esto también coincide con lo inferido en la sección anterior con respecto a la percepción de estabilidad política y regulatoria.

Comportamiento similar tienen las variables de acceso las cuales presentan una clara tendencia cuadrática entre 2012 y 2017, con su punto máximo en 2014; para posteriormente continuar con la tendencia lineal positiva presente entre 2010 y 2012. El carácter cuadrático de la curva se puede entender debido a los altos niveles de colaboración universidad-empresa que se presentaron entre 2011 y 2016, favorecidas por las crecientes convocatorias de financiación de proyectos de I+D o investigación aplicadas de distintas entidades gubernamentales.

Continuando con el análisis de los indicadores de difusión, se encuentran los valores máximos en el año 2016 cuando se tienen los mayores niveles de importaciones tanto de servicios de TI como de industrias manufactureras. Como elementos de preocupación se encuentra la tendencia negativa en el indicador de sofisticación de negocios el cual disminuyó en un 30% en el periodo analizado. Esto pone de manifiesto la necesidad de buscar la agregación de valor en los productos y servicios ofrecidos tanto al mercado interno como en el mercado internacional.

Finalmente, al analizar la capacidad de desarrollo se encuentra que el mejor ajuste se hace con una extrapolación cuadrática, la cual genera un nivel de explicación de los datos (R²) del 84%. La función cuadrática que explica la capacidad de desarrollo se observa en la ecuación x:

Ecuación 5. Ecuación de la capacidad de desarrollo

$$y = -0,0458x^2 + 0,605x + 0,9086$$

Fuente: Construcción propia

La tendencia marcada para esta década muestra que los esfuerzos realizados tuvieron un efecto importante para la mitad del periodo, pero que han perdido poder de transformación, por lo que se hace necesario replantear el enfoque de dichas políticas con el fin de revertir la tendencia negativa presentada para el final del periodo.

4.3. Análisis de correlación

Luego de analizar los distintos indicadores por separado, se procederá a realizar el análisis de correlación y dependencia entre ellos; esto con el fin de encontrar y verificar las relaciones que se pueden presentar entre distintas combinaciones de indicadores y así dar luces sobre los elementos de entrada (capacidad de absorción) se pueden plantear esquemas de fortalecimiento y así generar efectos positivos sobre las medidas de salida (capacidad de desarrollo).

Inicialmente se construye la matriz de correlación, la cual se presenta en la Tabla 4. En las columnas se muestran los indicadores asociados a la capacidad de absorción, mientras que en las filas los asociados a la capacidad de desarrollo. Las celdas resaltadas muestran la combinación de indicadores que presentaron mayores niveles de correlación.

Tabla 4. Matriz de correlación

	Acceso	Anclas	Difusión	Creación	Explotación
Acceso	0,5704033	0,24767439	- 0,88891645	0,37816174	-0,47193072
Anclas	- 0,29574471	0,14060163	- 0,05631445	-0,4494785	-0,4404337
Difusión	0,05890728	0,11224366	- 0,30637126	0,05098237	-0,18812381
Creación	0,858847	-0,1475017	- 0,39694875	0,9288173	0,40016245
Explotación	0,37620608	0,52832473	- 0,59525782	0,31864047	-0,43520643

Fuente: Construcción propia

Inicialmente, es relevante el efecto que tienen las condiciones de acceso asociadas a la capacidad de absorción con los resultados en acceso y creación. Esto se explica por la relación explícita que tiene la capacidad de ubicar y evaluar conocimiento externo con la posibilidad de acceder a dicho conocimiento y posteriormente crear nuevo conocimiento. Dicho comportamiento da muestras de importantes niveles de apropiación en el SNI chileno (Proulx, 2002; Siles, 2004).

Igualmente, se encontró una fuerte covariación entre el anclaje de la capacidad de absorción y la explotación del conocimiento y la tecnología como medida de la capacidad de desarrollo. Esto coincide con lo establecido por Furman y otros (2002) al afirmar que condiciones del entorno competitivo tales como las dinámicas para la entrada de nuevos competidores y el marco regulatorio puede fomentar el desarrollo de la capacidad innovadora de un país.

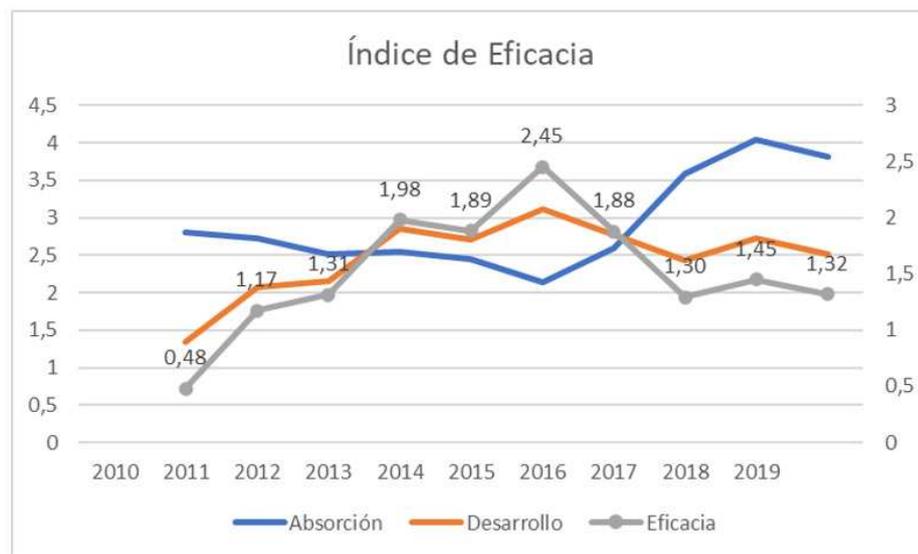
Por otro lado, y como grado de correlación más alto, se encontró que las condiciones de creación asociadas a la capacidad de absorción condicionan los resultados de creación encontrados en las capacidades de desarrollo. Esto coincide con lo encontrado en otros ejercicios similares (Mahroum & Al-Saleh, 2013) y coincide con la visión más tradicional sobre la relación que tiene la inversión en I+D y el número de investigadores con el número de publicaciones y patentes obtenidas en un país (Carayannis et al., 2015; Edquist et al., 2018; Jankowska et al., 2017; Jurickova, 2019).

Es importante aclarar que estas correlaciones no tienen carácter causal, esto debido a que han sido calculadas en función de unos datos normalizados, lo cual altera distintos parámetros de la serie de datos y no permite que se realicen inferencias de este estilo. Los resultados aquí obtenidos son de corte descriptivo (Mahroum & Al-Saleh, 2013).

4.4. Eficacia del SNI en Chile

Como parte final del presente análisis, se calculó la eficacia del SNI chileno usando la Ecuación 1. Los resultados obtenidos para cada año se muestran en la Figura 6:

Figura 6. Eficacia del SNI en Chile



Fuente: Construcción propia

Se encontró que el punto máximo de eficacia se alcanzó en el año de 2016 con un puntaje de 2,45 sobre 5. En este año el SNI presentó los mejores niveles en las familias de acceso y difusión de la capacidad de desarrollo y resultados por encima de la media en las familias de creación y explotación. Nuevamente, al igual que con la capacidad de desarrollo, la eficacia del sistema tiene una tendencia cuadrática, la cual se expresa mediante la ecuación 6 con un R^2 de 0.7841.

Ecuación 6. Tendencia de la eficacia del SNI en Chile

$$y = -0,0588x^2 + 0,8225x - 0,856$$

Fuente: Construcción propia

Nuevamente se pone de manifiesto la buena efectividad de los esfuerzos asociados a las políticas públicas de la primera mitad de la década. Sin embargo, estos esfuerzos perdieron efecto para la segunda mitad haciendo necesario revisarlas para poder plantear escenarios que puedan crear condiciones favorables para la óptima utilización de los recursos y esfuerzos asociados a la innovación en el país.

Conclusiones

Los Sistemas Nacionales de Innovación se constituyen en las principales herramientas de un país para conformar un ecosistema propicio para la generación y adopción de innovaciones tecnológicas. En este sentido es importante que el planteamiento de dichos sistemas corresponda con las necesidades tecnológicas y de mercado del país, así como con las características de las empresas, universidades y demás instituciones participantes.

En concordancia con el carácter multidimensional y dinámico de la innovación, la evaluación de la eficiencia del SNI debe atacarse de manera holística, identificando y comprendiendo las principales fuerzas y dinámicas que se involucran en la generación y apropiación de innovaciones.

El análisis realizado en esta investigación permite identificar algunas áreas en las cuales se podrían implementar mejoras en el SNI chileno. Estos datos resultan relevantes para poder generar inputs específicos para la Convención Constitucional dado el actual proceso de redacción de una nueva constitución, de manera de que se puedan crear políticas públicas que faciliten el desarrollo de ecosistemas de la gestión de la innovación en el país.

Se considera de alta importancia establecer esquemas claros de colaboración entre los participantes del SNI, al mismo tiempo que se genera estabilidad política para que sea atractiva la inversión en proyectos de alta tecnología por parte de capitales extranjeros. Igualmente, se hace evidente la necesidad de políticas públicas que vayan más allá de la creación de nuevo conocimiento y lleven al SNI y sus participantes a la explotación más efectiva del conocimiento y los desarrollos tecnológico. Como consecuencia se podrán solucionar problemas de la sociedad civil, al mismo tiempo que se generan efectos positivos en la productividad y competitividad del país.

Como ya se comentó en la presente investigación, desde el año 2015 se ha notado una disminución en la efectividad de los factores asociados a la innovación. Si bien se encuentra fuera del alcance de este trabajo analizar las posibles causas que originaron esta disminución, resulta relevante destacar algunos hechos que sucedieron durante dicho periodo y que podrían influir en los resultados ya indicados. Entre los años 2015 al 2018 sucedieron una serie de acontecimientos asociados a corrupción, los cuales se originaron tanto en empresas públicas como privadas, se vieron involucradas figuras públicas y políticas de todo el espectro político. También ocurrieron hechos de corrupción asociados a instituciones de defensa específicamente Carabineros de Chile y Ejército de Chile. A finales del año 2019 ocurrió un fenómeno en Chile que fue llamado estallido social, originado por un alza en los pasajes en el metro de Santiago y que derivó en una serie de desórdenes y demandas sociales. Todos estos acontecimientos pueden haber incidido en el nivel de confianza de la ciudadanía en diversas instituciones u organizaciones, repercusiones que podrían haber afectado la efectividad de los factores asociados a la innovación.

Finalmente, y dados los resultados obtenidos, se hace evidente la necesidad de profundizar en el estudio de la eficiencia del SNI en Chile y se plantean dos posibles vertientes para estudios futuros. En primera instancia, se considera importante realizar el procesamiento de los datos aquí recolectados con métodos estadísticos que permitan realizar inferencias causales y así poder identificar con mayor claridad los factores nacionales que condicionan el desempeño innovador del país. Adicionalmente, y como segunda vertiente de trabajos futuros, se espera poder contrastar con mayor precisión la relación entre eventos sociales, políticos y económicos y la variación de los indicadores asociados a la eficiencia del SNI chileno.

Referencias Bibliográficas

1. Aguilar-Barceló, J. G., & Higuera-Cota, F. (2019). Los retos en la gestión de la innovación para América Latina y el Caribe: un análisis de eficiencia. *Revista de La CEPAL*, 127, 7–26. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44570/RVE127_Aguilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. Alnafráh, I., & Zeno, B. (2020). A new comparative model for national innovation systems based on machine learning classification techniques. *Innovation and Development*, 10(1), 45. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2018.1564124>
3. Araneda Guirriman, C., Pedraja Rejas, L., & Rodríguez Ponce, E. (2017). Sistema Nacional de Innovación: Reflexiones y análisis del caso chileno National Innovation System: Reflections and analysis of the Chilean case. *IDESIA (Chile)*, 35(4), 111–117.
4. Bakhtiar, A., Ghazinoory, S. S., Aslani, A., & Mafi, V. (2021). Efficiency-effectiveness assessment of national innovation systems: comparative analysis. *Journal of Science and Technology Policy Management*, ahead-of-p(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/JSTPM-03-2021-0044>
5. Carayannis, E. G., Goletsis, Y., & Grigoroudis, E. (2015). Multi-level multi-stage efficiency measurement: the case of innovation systems. *Operational Research*, 15, 253–274. <https://doi.org/10.1007/s12351-015-0176-y>
6. Chang, C. C. (2015). Influences of knowledge spillover and utilization on the NIS performance: a multi-stage efficiency perspective. *Qual Quant*, 49, 1945–1967. <https://doi.org/10.1007/s11135-014-0083-y>
7. Chang, H. C., Wang, C. Y., & Hawamdeh, S. (2019). Emerging trends in data analytics and knowledge management job market: extending KSA framework. *Journal of Knowledge Management*, 23(4). <https://doi.org/10.1108/JKM-02-2018-0088>
8. Chen, C.-P., Hu, J.-L., & Yang, C.-H. (2011). An international comparison of R&D efficiency of multiple innovative outputs: The role of the national innovation system. *Innovation Management, Policy & Practice*, 13(3), 341–360. <https://doi.org/10.5172/impp.2011.13.3.341>
9. Choi, H., & Zo, H. (2019). Assessing the efficiency of national innovation systems in developing countries. *Science and Public Policy*, 46(4), 530–540. <https://doi.org/10.1093/scipol/scz005>
10. Cohen, W., & Levinthal, D. (1989). Innovation and Learning : The Two Faces of R & D. *The Economic Journal*, 99, 569–596.
11. Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128. <https://doi.org/10.2307/2393553>
12. Cooper, R. B., & Zmud, R. W. (1990). Information Technology Implementation Research: A Technological Diffusion Approach. *Management Science*, 36(2), 123–139. <https://doi.org/10.1287/mnsc.36.2.123>

13. Covi, D. (2010). Apropiación: una aproximación conceptual. XXII Encuentro Nacional AMIC 2010, 1–15.
14. Cullmann, A., & Zloczysti, P. (2014). R&D efficiency and heterogeneity-a latent class application for the OECD. *Applied Economics*, 46(30), 3750–3762. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.939410>
15. Damanpour, F. (1996). Organizational Complexity and Innovation: Developing and Testing Multiple Contingency Models. *Management Science*, 42(5), 693–716.
16. Dobrzanski, P., Bobowski, S., Chrysostome, E., Velinov, E., & Strouhal, J. (2021). Toward Innovation-Driven Competitiveness Across African Countries: An Analysis of Efficiency of R&D Expenditures. *Journal of Competitiveness*, 13(1), 5–22. <https://doi.org/10.7441/joc.2021.01.01>
17. Edquist, C., Zabala-Iturriagagoitia, J. M., Barbero, J., & Zofio, J. L. (2018). On the meaning of innovation performance: Is the synthetic indicator of the Innovation Union Scoreboard flawed? *Research Evaluation*, 27(3), 196–211. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvy011>
18. Elizalde-Bobadilla, L. C., Ochoa-Urrego, R. L., & Serna-Mejía, C. A. (2020). Medición de Sistemas Sociales de Innovación y Producción, una Propuesta para Latinoamérica. In J. Sánchez Gutierrez, E. G.
19. González Uribe, & P. I. Mayorga Salamanca (Eds.), *Innovación Y Servicio Como Impacto Social en la competitividad* (Primer edi, pp. 100–120). Red Internacional de Investigadors en Competitividad.
20. Elizalde-Bobadilla, L. C., Rojas-Santoyo, F., & Ochoa, R. L. (2019). Innovación No I+D en Colombia: un análisis desde la capacidad de absorción. *Suma de Negocios*, 10(23), 168–177. <https://doi.org/10.14349/sumneg/2019.v10.n23.a9>
21. Furman, J. L., Porter, M., & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*, 31(6), 899–933. <https://doi.org/10.1002/nme.2379>
22. Guan, J., & Chen, K. (2012). Modeling the relative efficiency of national innovation systems. *Research Policy*, 41, 102–115. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.07.001>
23. Hsu, Y. (2011). Cross national comparison of innovation efficiency and policy application. *African Journal of Business Management*, 5(4), 1378–1387. <https://doi.org/10.5897/AJBM10.1255>
24. Hu, J. L., Yang, C. H., & Chen, C. P. (2014). R&D efficiency and the national innovation system: An international comparison using the distance function approach. *Bulletin of Economic Research*, 66(1), 307–3378. <https://doi.org/10.1111/J.1467-8586.2011.00417.X>
25. Jankowska, B., Matysek-Jędrych, A., & Mroczek-Dabrowska, K. (2017). Efficiency of National Innovation Systems – Poland and Bulgaria in The Context of the Global Innovation Index. *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*, 20(3), 77–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.1515/cer-2017-0021>
26. Jurickova, E. (2019). Efficiency measurement of national innovation systems of the European Union countries: DEA model application. *Journal of International Studies*, 12(4), 286–299. <https://doi.org/10.14254/2071>
27. Kou, M., Chen, K., Wang, S., & Shao, Y. (2016). Measuring efficiencies of multi-period and multi-di-

- vision systems associated with DEA: An application to OECD countries' national innovation systems. *Expert Systems with Applications*, 46, 494–510. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2015.10.032>
28. Liu, J. S., Lu, W. M., & Ho, M. H. C. (2015). National characteristics: Innovation systems from the process efficiency perspective. *R & D Management*, 45(4), 317–338. <https://doi.org/10.1111/RADM.12067>
29. Lu, W.-M., Long Kweh, Q., & Huang, C.-L. (2014). Intellectual capital and national innovation systems performance. *Knowledge-Based Systems*, 71, 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2014.08.001>
30. Mahroum, S., & Al-Saleh, Y. (2013). Towards a functional framework for measuring national innovation efficacy. *Technovation*, 33, 320–332. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.03.013>
31. Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., & Tarantola, S. (2005). Tools for composite indicators building. In Institute for the Protection and Security of the Citizen Econometrics and Statistical Support to Anti-fraud Unit I-21020 Ispra. <https://doi.org/10.1038/nrm1524>
32. Nasierowski, W., & Arcelus, F. J. (2003). On the efficiency of national innovation systems. *Socio-Economic Planning Sciences*, 37, 215–234. [https://doi.org/10.1016/S0038-0121\(02\)00046-0](https://doi.org/10.1016/S0038-0121(02)00046-0)
33. OCDE. (2008). Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and user guide.
34. Ochoa, R. L. (2016). Modelo para la medición de la difusión de innovaciones en procesos al interior de organizaciones proveedoras de contenidos en línea. Universidad Nacional de Colombia.
35. Ochoa, R. L., Peña, J. I., & Crovi, D. (2013). Aproximación a un modelo unificador de la difusión de innovaciones tecnológicas al interior de organizaciones. 1er. Congreso Internacional “Análisis e Innovación En Las Organizaciones.”
36. OECD. (1997). National Innovation Systems ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. <https://www.oecd.org/science/inno/2101733.pdf>
37. Pan, T. W., Hung, S. W., & Lu, W. M. (2010). Dea performance measurement of the national innovation system in Asia and Europe. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 27(3), 369–392. <https://doi.org/10.1142/S0217595910002752>
38. Pino-Mejías, J. L., Solís-Cabrera, F. M., Delgado-Fernández, M., & Barea-Barrera, R. (2010). Evaluación de la eficiencia de grupos de investigación mediante análisis envolvente de datos (DEA). *Profesional de La Información*, 19(2), 160–167. <https://doi.org/10.3145/EPI.2010.MAR.06>
39. Proulx, S. (2002). Les formes d' appropriation d' une culture numérique comme enjeu d' une société du savoir. In *Gouvernance et usages d'Internet: vers un nouvel environnement normatif* (pp. 139–145).
40. Real Academia Española. (n.d.). eficiencia | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. Diccionario de La Lengua Española. Retrieved April 18, 2022, from <https://dle.rae.es/eficiencia>
41. Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). The Free Press.
42. Rojo Gutiérrez, M. A. (2012). Medición de la Eficiencia de los sistemas nacionales de innovación y sus determinantes: una propuesta metodológica para países de la OCDE [Universidad Autónoma

- Metropolitana]. http://dcsh.izt.uam.mx/posgrados/mydes/economiasocial/wp-content/themes/economiasoc/les_doctorado_tesis/rojo_gutierrez_marco_2012-O.pdf
43. Siles, I. (2004). Sobre el uso de las tecnologías en la sociedad tres perspectivas teóricas para el estudio de las tecnologías de la comunicación. *Reflexiones*, 83(2), 73–82.
44. Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, a. K. (2007). Development of composite sustainability performance index for steel industry. *Ecological Indicators*, 7(3), 565–588. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.06.004>
45. Tong, L., & Liping, C. (2009). Research on the Evaluation of Innovation Efficiency for China's Regional Innovation System by Utilizing DEA. 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, 1. <https://doi.org/10.1109/ICIII.2009.53>
46. Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, 14, 207–222.
47. Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *Management Information Systems*, 27(3), 425–478.
48. Wonglimpiyarat, J. (2010). Innovation index and the innovative capacity of nations. *Futures*, 42, 247–253. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2009.11.010>
49. Young Sohn, S., Ha Kim, D., & Yi Jeon, S. (2016). Re-evaluation of global innovation index based on a structural equation model. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28(4), 492–505. <https://doi.org/10.1080/09537325.2015.1104412>
50. Zhang, C., & Wang, X. (2019). The influence of ICT-driven innovation: a comparative study on national innovation efficiency between developed and emerging countries. *Behaviour & Information Technology* ISSN:, 38(9), 876–886. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2019.1584645>
51. Zhao, C., Feng, F., Chen, Y., & Li, X. (2021). Local government competition and regional innovation efficiency: From the perspective of China-style fiscal federalism. *Science and Public Policy*, 48(4), 488–498. <https://doi.org/10.1093/scipol/scab023>
52. Zheng, J., Garrick, N. W., Atkinson-Palombo, C., McCahill, C., & Marshall, W. (2013). Guidelines on developing performance metrics for evaluating transportation sustainability. *Research in Transportation Business and Management*, 7, 4–13. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2013.02.001>
53. Zidane, Y. J. T., & Olsson, N. O. E. (2017). Defining project efficiency, effectiveness and efficacy. *International Journal of Managing Projects in Business*, 10(3), 621–641. <https://doi.org/10.1108/IJM-PB-10-2016-0085>

Anexos

Anexo A. Indicadores encontrados en la literatura

	(Hsu, 2011)	(Dobrzanski et al., 2021)	(Zhang & Wang, 2019)	(Cullmann & Zloczynski, 2014)	(Zhao et al., 2021)	(Lu et al., 2014)	(C.-C. Chang, 2015)	(Carayannis et al., 2015)	(Jurickova, 2019)	(Tong & Liping, 2009)	(Choi & Zo, 2019)	(Edquist et al., 2018)	(Young Sohn et al., 2016)	(Hu et al., 2014)	(Liu et al., 2015)	(Pan et al., 2010)	(Chen et al., 2011)	(Mahroum & Al-Saleh, 2013)	(Kou et al., 2016)	(Nasierowski & Arcelus, 2016)	(Guan & Chen, 2012)
Patentes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gasto privado en I+D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gasto público en I+D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Artículos publicados en fuentes arbitradas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Número de investigadores en procesos de I+D		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Exportaciones en alta tecnología	X	X	X	X		X	X		X	X	X			X				X	X		X
Acceso al capital riesgo	X			X			X											X	X		X
Importaciones de bienes y servicios						X					X					X		X	X		X
Trademarks solicitadas	X						X					X	X					X	X		X
PIB per cápita						X	X											X	X		X
Gasto público en educación						X								X	X				X		X
Venta de productos nuevos para la empresa	X			X			X				X										X
Productividad					X					X				X						X	
Graduados en STEAM	X						X											X			
Penetración de banda ancha	X						X											X			
Innovación no I+D en pymes	X										X										X
Empleo en Alta tecnología	X								X					X							
Ingresos por licencias o regalías								X						X			X				
Patentes PCT	X													X					X		
Diseños industriales	X										X	X									
Valor agregado de empresas de alta tecnología									X									X			X
Infraestructura										X								X			X
Extensión de los mercados internacionales																		X			X
Calidad de la regulación																		X			X
Presencia y participación en Clúster																		X			X
Porcentaje de la población con educación terciaria	X																	X			
Número de usuarios de internet							X											X			

Fuente: Construcción propia

	(Hsu, 2011)	(Dobrzanski et al., 2021)	(Zhang & Wang, 2019)	(Cullmann & Zloczynski, 2014)	(Zhao et al., 2021)	(Lu et al., 2014)	(C.-C. Chang, 2015)	(Carayannis et al., 2015)	(Jurickova, 2019)	(Tong & Liping, 2009)	(Choi & Zo, 2019)	(Edquist et al., 2018)	(Young Sohn et al., 2016)	(Hu et al., 2014)	(Liu et al., 2015)	(Pan et al., 2010)	(Chen et al., 2011)	(Mahroum & Al-Saleh, 2013)	(Kou et al., 2016)	(Nasierowski & Arcelus, 2016)	(Guan & Chen, 2012)	
Porcentaje de la población con participación en educación para la vida	X							X														
Protección de propiedad intelectual																		X				X
Gastos en I+D realizados por Universidades en colaboración con empresas	X																					X
Innovación intramuros en Pymes	X											X										
Gastos en TIC	X			X																		X
Apertura del mercado				X																		X
Disponibilidad de personal en ciencia y tecnología						X													X			
Capacitación para personal en STEAM						X													X			
Apropiación de CyT en gobierno local										X									X			
Exportaciones de servicios intensivos en conocimiento												X							X			
Empleo en manufactura de alta y media tecnología	X							X											X			
Transferencia de conocimiento							X												X			
Cooperación tecnológica						X	X												X			
Familias de patentes	X	X																				
Paridad del poder adquisitivo - PPP					X																X	
Densidad de nuevos negocios											X								X			
Sofisticación del mercado											X								X			
Barreras de entrada													X						X			
Sofisticación de los negocios													X						X			
Presencia de la cadena de valor													X						X			
Días para iniciar un negocio																			X			
Número de procedimientos																			X			
Estabilidad política																			X			
Protección a inversionistas																			X			
restricciones a la propiedad de extranjeros																			X			
Presencia de la inversión extranjera directa																			X			
Pago por licencias y regalías																			X			
Migración interna de mano de obra calificada																			X			
Índice de alfabetismo																			X			
Uso de banda ancha en negocios																			X			

Fuente: Construcción propia

	(Hsu, 2011)	(Dobrzanski et al., 2021)	(Zhang & Wang, 2019)	(Cullmann & Zloczynski, 2014)	(Zhao et al., 2021)	(Lu et al., 2014)	(C.-C. Chang, 2015)	(Carayannis et al., 2015)	(Jurickova, 2019)	(Tong & Liping, 2009)	(Choi & Zo, 2019)	(Edquist et al., 2018)	(Young Sohn et al., 2016)	(Hu et al., 2014)	(Liu et al., 2015)	(Pan et al., 2010)	(Chen et al., 2011)	(Mahroum & Al-Saleh, 2013)	(Kou et al., 2016)	(Nasierowski & Arcelus, 2003)	(Guan & Chen, 2012)
Participación en educación para jóvenes	X																				
Gastos en I+D para alta y media tecnología	X																				
Inversión directa en bolsa en el extranjero																X					
Porcentaje de empresas recibiendo fondos públicos para I+D	x																				
Innovación en Pymes fruto de colaboración	X																				
Gastos en innovación	X																				
Regulación tecnológica							X														
FDI net inflows										X											
Puntajes PISA																			X		
Aceptación de ideas del exterior				X																	
Capacidad de innovación						X															
Investigación básica						X															
Productividad total de los factores - TPF			X																		
PNB					X																
Nuevos productos o servicios generados por Pymes												X									
Innovaciones de marketing u organización generadas por Pymes												X									
Calidad de sistema de educación																					

Fuente: Construcción propia

Anexo B. Indicadores seleccionados

Dimensión	ID	Nombre	Descripción	Fuente
INDICADORES DE CAPACIDAD DE ABSORCIÓN				
Acceso	C.ACC1	Usuarios de internet	Usuarios por cada 100 habitantes	UIT
	C.ACC2	Ancho de banda	Abonados con ancho de banda por cada 100 habitantes	Índice global de competitividad
	C.ACC3	Barreras de entrada	Tendencias en las tasas arancelarias promedio NMF aplicadas en países en desarrollo e industriales	Índice global de competitividad
	C.ACC4	Infraestructura	Calidad total de la infraestructura	Índice global de competitividad
Anclas	C.AN1	Días para iniciar un negocio	Tiempo en días para iniciar un negocio	Doing Business
	C.AN2	Número de procedimientos para iniciar un negocio	Número de procedimientos para iniciar un negocio	Doing Business
	C.AN3	Estabilidad política	Estabilidad política y ausencia de violencia o terrorismo	The Worldwide Governance Indicators
	C.AN4	Calidad regulatoria	Habilidad del gobierno para formular políticas que favorezcan el desarrollo del sector privado	The Worldwide Governance Indicators
	C.AN5	Protección a inversionistas	Fortaleza de la protección a inversionistas	Doing Business
Difusión	C.D1	Calidad del sistema de educación	Índice de educación	Índice global de innovación
	C.D2	Nivel de formación del personal	Nivel de formación del personal	Índice global de competitividad
	C.D3	Disponibilidad local de investigación especializadas y servicios de formación	Disponibilidad local de investigación especializadas y servicios de formación	Banco Mundial - TCdata360
Creación	C.CR1	Gasto en I+D en millones de dólares	Gastos Intramuros en I+D no corregido	RICyT
	C.CR2	Protección de la Propiedad intelectual	Protección de la Propiedad intelectual	Índice global de competitividad
	C.CR3	Admisión a programas doctorales	Porcentaje de la población en programas nivel CINE 8	Red IndicES
	C.CR4	Investigadores en I+D	Tiempos completos equivalentes de Investigadores en I+D por cada millón de habitantes	RICyT
Explotación	C.E1	Disponibilidad de capital riesgo	Disponibilidad de capital riesgo	Índice global de competitividad
	C.E2	Actividad emprendedora	Número de nuevas empresas	Estadísticas SII
	C.E3	Puntajes PISA	Puntajes PISA	OCDE
INDICADORES DE DESARROLLO				
Acceso	D.ACC1	Presencia de la cadena de valor	Amplitud de la cadena de valor	Índice global de competitividad
	D.ACC2	Amplitud de los mercados internacionales	Amplitud de los mercados internacionales	Índice global de competitividad
	D.ACC3	Colaboración Universidad- Empresa	Colaboración Universidad- Empresa	Índice global de innovación
Anclas	D.AN1	Inversión extranjera directa	Inversión extranjera directa en dólares	World Development Indicators
	D.AN2	Presencia de clúster	Estado de desarrollo de los clústeres	Índice global de innovación
	D.AN3	Inversión extranjera directa y Transferencia tecnológica	Porcentaje de inversión extranjera para traer nueva tecnología al país	Banco Mundial - índice de competitividad
	D.AN4	Pagos por licencias y regalías	Pagos por licencias y regalías %PIB	World Development Indicators
Difusión	D.D1	Importaciones de TIC	Importaciones de TIC (% de las importaciones totales)	Banco Mundial

Fuente: Construcción propia

Dimensión	ID	Nombre	Descripción	Fuente
Creación	D.D2	Importaciones de industrias manufactureras	Importaciones de industrias manufactureras. % de las importaciones totales	Banco Mundial
	D.D3	Sofisticación de los negocios	Sofisticación de los negocios	Índice global de innovación
	D.CR1	Artículos científicos	Número de artículos científicos publicados en el año	OBSERVA - Observatorio del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación
	D.CR2	Patentes nacionales	Número de solicitudes nacionales de patentes	INAPI
	D.CR3	Patentes PCT	Número de Patentes PCT	OBSERVA - Observatorio del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación
	D.CR4	Modelos de utilidad	Número de modelos de utilidad	INAPI
Explotación	D.CR5	Diseños industriales	Número de diseños industriales	INAPI
	D.CR6	Registro de marca	Registros de marca per cápita	INAPI
	D.E1	Exportación de bienes y servicios	Exportación de bienes y servicios %PIB	Banco Mundial
	D.E2	PIB per cápita	PIB per cápita en dólares	Banco Mundial
	D.E3	Índice GINI	Índice GINI	Banco Mundial
	D.E4	Valor agregado por servicios	Valor agregado por servicios	OCDE
	D.E5	Valor agregado por manufactura	Valor agregado por manufactura	OCDE
	D.E6	Ingresos por Licencias y regalías	Ingresos por Licencias y regalías % PIB	Índice global de innovación

Fuente: Construcción propia

Anexo C. Procesamiento de datos

		Capacidad de Absorción																			
		Datos sin normalizar									Datos normalizados										
ID		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Acceso	C.ACC1	45.0	52.2	55.1	58.0	61.1	76.6	83.6	82.3	84.9	86.1	0.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0
	C.ACC2	8.5	9.8	10.5	11.6	12.4	12.3	14.1	15.2	16.0	17.4	0.0	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0
	C.ACC3	6.4	6.3	6.0	5.4	4.8	4.8	4.9	5.1	5.3	5.2	0.0	0.1	0.2	0.6	1.0	1.0	0.9	0.8	0.6	0.7
	C.ACC4	5.6	5.7	5.5	5.4	5.0	4.7	4.6	4.5	4.7	5.2	0.9	1.0	0.8	0.7	0.4	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6
	Total Familia Acceso											0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6
Anclas	C.AN1	27.0	22.0	7.0	8.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	6.0	0.0	0.2	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	C.AN2	9.0	8.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	0.0	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	C.AN3	0.7	0.5	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.0	1.0	0.7	0.5	0.5	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.0
	C.AN4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	0.7	0.8	1.0	0.8	0.8	0.4	0.5	0.4	0.4	0.0
	C.AN5	64.0	63.0	63.0	63.0	63.0	58.3	63.3	65.0	60.0	60.0	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0	0.7	1.0	0.3	0.3
Total familia Anclas											0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.2
Difusión	C.D1	50.0	50.1	47.6	45.4	41.9	42.2	44.4	46.5	46.6	46.8	1.0	1.0	0.7	0.4	0.0	0.0	0.3	0.6	0.5	1.0
	C.D2	4.4	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2	4.1	4.1	4.2	4.1	0.9	1.0	0.9	0.7	0.6	0.4	0.0	0.1	0.4	0.0
	C.D3	4.9	4.7	4.7	4.7	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.8	1.0	0.3	0.4	0.4	0.1	0.0	0.5	0.6	0.6	0.6
	Total familia Difusión											1.0	0.8	0.7	0.5	0.2	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6
Creación	C.CR1	720.0	898.5	967.5	1082.1	877.1	928.7	925.0	968.0	1042.5	1045.7	0.0	0.5	0.7	1.0	0.7	0.8	0.6	0.7	0.9	0.9
	C.CR2	3.8	3.7	3.6	3.7	3.8	3.9	4.2	4.4	4.5	4.7	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	0.7	0.8	1.0
	C.CR3	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.3	0.0	0.2	0.1	0.3	0.4	0.6	0.6	0.9	1.0
	C.CR4	11491.0	13052.0	14631.0	13228.0	15887.0	15281.0	16626.0	16608.0	15594.0	16422.5	0.0	0.3	0.8	0.3	0.9	0.7	1.0	1.0	0.8	1.0
Total familia Creación											0.1	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	
Explotación	C.E1	3.5	3.2	3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.5	3.8	0.6	0.1	0.0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	1.0
	C.E2	18183.0	28004.0	29740.0	27354.0	33859.0	27012.0	26802.0	64601.0	60710.0	43400.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.6	1.0	0.3
	C.E3	449.0	449.0	438.3	438.3	438.3	438.3	438.3	442.7	442.7	442.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Total familia Explotación											0.5	0.4	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.5	0.7	0.6	
Indicador de Capacidad de Absorción		2.8 2.7 2.5 2.5 2.4 2.1 2.6 3.6 4.0 3.8																			
		Capacidad de Desarrollo																			
ID		Datos sin normalizar									Datos normalizados										
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Acceso	D.ACC1	3.82	3.68	3.63	3.83	4	3.88	3.85	3.9	3.9075	3.8844	0.61	0.14	0.00	0.54	1.00	0.88	0.92	0.73	0.75	0.69
	D.ACC2	4.93	4.92	4.93	5.03	5.01	5.06	5.01	5	5.02	5.0225	0.07	0.00	0.07	0.79	0.64	1.00	0.84	0.57	0.71	0.73
	D.ACC3	4.0	62.6	61.5	63.4	64.5	63.3	63.3	41.1	42.1	43.8	0.00	0.87	0.78	0.92	1.00	0.92	0.82	0.08	0.14	0.26
	Total Familia Acceso											0.19	0.33	0.29	0.75	0.88	0.86	0.72	0.46	0.54	0.56
Anclas	D.AN1	2E+10	3E+10	3E+10	2E+10	2E+10	2E+10	1E+10	6E+09	8E+09	1E+10	0.39	0.77	1.00	0.64	0.69	0.58	0.25	0.00	0.06	0.26
	D.AN2	44	47.3	51.6	55	51.3	48.4	44.4	39.8	40.4	44.1	0.28	0.49	0.78	1.00	0.78	0.57	0.30	0.00	0.04	0.28
	D.AN3	5.2111	5.1843	5.1139	5.187	5.2079	5.2277	5.1494	5.1518	5.2067	5.1839	0.53	0.38	0.00	0.40	1.00	0.62	0.19	0.21	0.50	0.38
	D.AN4	4E+07	6E+07	4E+07	4E+07	4E+07	4E+07	4E+07	5E+07	5E+07	5E+07	0.00	1.00	0.00	1.00	0.24	0.30	0.12	0.75	0.52	0.47
Total Familia Anclas											0.30	0.66	0.44	0.54	0.67	0.52	0.22	0.24	0.28	0.35	
Difusión	D.D1	7.868	7.072	7.174	7.906	7.072	8.659	9.255	8.548	8.105	7.667	0.36	0.00	0.05	0.38	0.00	0.73	1.00	0.68	0.47	0.27
	D.D2	88.191	65.242	67.769	68.624	68.252	74.608	75.398	73.141	71.662	71.711	0.29	0.00	0.25	0.33	0.30	0.92	1.00	0.78	0.66	0.64
	D.D3	43	41.9	41.5	36.4	36.6	37.7	36.6	36.5	33.6	33.1	1.00	0.89	0.85	0.33	0.36	0.48	0.35	0.34	0.05	0.00
	Total familia Difusión											0.66	0.30	0.38	0.36	0.22	0.70	0.78	0.60	0.40	0.60
Creación	D.CR1	7265	8024	8898	9332	10711	12075	13379	13674	15207	16125	0.00	0.09	0.18	0.23	0.39	0.54	0.69	0.78	0.90	1.00
	D.CR2	1074	2779	3021	3058	3100	3271	2907	2891	3098	3239	0.00	0.78	0.89	0.90	0.92	1.00	0.83	0.83	0.92	0.99
	D.CR3	89	115	120	142	142	166	167	167	241	224	0.00	0.17	0.20	0.35	0.35	0.51	0.71	0.51	1.00	0.89
	D.CR4	70	91	100	102	125	106	110	145	141	136	0.00	0.28	0.80	0.43	0.73	0.48	0.53	1.00	0.95	0.88
	D.CR5	508	507	800	848	409	405	401	438	602	528	0.43	0.43	0.31	1.00	0.03	0.02	0.00	0.15	0.81	0.51
	D.CR6	41567	43232	41949	42752	41815	42669	45024	45059	47402	46681	0.00	0.29	0.07	0.20	0.04	0.19	0.59	0.80	1.00	0.93
Total Familia Creación											0.07	0.34	0.46	0.52	0.41	0.46	0.56	0.84	0.93	0.87	
Explotación	D.E1	37.745	37.762	34.122	32.199	33.111	29.376	28.149	28.437	28.501	28.023	1.00	1.00	0.83	0.43	0.62	0.14	0.01	0.04	0.06	0.00
	D.E2	12808	14837	15352	15843	14871	13574	13754	14999	15888	14748	0.00	0.59	0.83	0.99	0.80	0.25	0.31	0.71	1.00	0.83
	D.E3	47	46	46	45.8	45.8	44.4	44.4	44.4	44.4	44.9	0.00	0.38	0.38	0.46	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	0.81
	D.E4	57.3	58.2	60.8	62.2	63.4	64.1	63.4	64.2	63.9	64.2	0.00	0.13	0.51	0.71	0.99	0.88	0.99	0.88	0.98	1.00
	D.E5	11.7	11.69	11.81	12.15	12.38	12.77	12	11.38	11.55	11.08	0.37	0.54	0.63	0.63	0.77	1.00	0.54	0.18	0.28	0.00
	D.E6	3E-06	0.0048	0.3	0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.00	0.01	0.50	1.00	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Total Familia Explotación											0.23	0.44	0.55	0.70	0.63	0.57	0.50	0.50	0.58	0.43	
Indicador de Capacidad de Desarrollo		1.35 2.07 2.16 2.68 2.72 3.12 2.78 2.43 2.72 2.51																			

Fuente: Construcción propia