

# Documento **CONPES**

---

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL  
REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN

0000

## POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN 2015-2025

Departamento Nacional de Planeación: Subdirección Sectorial, DDE, DIFP, OAJ

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Ministerio de Hacienda y Crédito Público

Ministerio de Salud y Protección Social

Ministerio de Defensa

Ministerio de Educación Nacional

Servicio Nacional de Aprendizaje

**Borrador** Elija un elemento. – fecha

Bogotá, D.C., fecha de aprobación

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL  
CONPES

**Juan Manuel Santos Calderón**  
Presidente de la República

**Germán Vargas Lleras**  
Vicepresidente de la República

**Maria Lorena Gutiérrez**  
Ministro de la Presidencia

**Juan Fernando Cristo Bustos**  
Ministro del Interior

**María Ángela Holguín Cuéllar**  
Ministra de Relaciones Exteriores

**Mauricio Cárdenas Santamaría**  
Ministro de Hacienda y Crédito Público

**Yesid Reyes Alvarado**  
Ministro de Justicia y del Derecho

**Luis Carlos Villegas**  
Ministro de Defensa Nacional

**Aurelio Iragorri Valencia**  
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

**Alejandro Gaviria Uribe**  
Ministro de Salud y Protección Social

**Luis Eduardo Garzón**  
Ministro de Trabajo

**Tomás González Estrada**  
Ministro de Minas y Energía

**Cecilia Álvarez-Correa**  
Ministra de Comercio, Industria y Turismo

**Gina Parody d'Echeona**  
Ministra de Educación Nacional

**Gabriel Vallejo López**  
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**Luis Felipe Henao Cardona**  
Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio

**David Luna Sánchez**  
Ministro de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

**Natalia Abello Vives**  
Ministra de Transporte

**Mariana Garcés Córdoba**  
Ministra de Cultura

**Simón Gaviria Muñoz**  
Director General del Departamento Nacional de Planeación

**Luis Fernando Mejía Alzate**  
Subdirector Sectorial y  
Secretario Técnico del CONPES

**Manuel Fernando Castro Quiroz**  
Subdirector Territorial y  
de Inversión Pública

### **Resumen ejecutivo**

Es un análisis breve y concreto de los aspectos más importantes del documento, por lo que debe contener las ideas claves del mismo. Como mínimo, el resumen debe indicar de forma precisa el problema que se pretende solucionar, el objetivo general de la política, las principales acciones de la misma, las entidades responsables y los recursos requeridos para llevarla a cabo.

La extensión del resumen es flexible y depende del documento, sin embargo, se recomienda no exceder una página.

**Clasificación:** Consultar la [clasificación JEL](#) para escoger las categorías pertinentes.

**Palabras clave:** Conceptos o términos propios del tema objeto del documento que deben ser útiles al realizar futuras búsquedas en una base de datos.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN .....	13
2.1. JUSTIFICACIÓN: ENTRELAZANDO LA INNOVACIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD .....	17
3. MARCO CONCEPTUAL .....	21
3.1. EL DISEÑO DE LA POLÍTICA DE CTI BASADO EN LOS SISTEMAS NACIONALES (SNI) Y REGIONALES DE INNOVACIÓN (SRI) .....	23
3.2. COMPONENTES ESTRATÉGICOS DE LA POLÍTICA DE CTI.....	25
4. DIAGNÓSTICO.....	28
4.1. INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO.....	29
4.1.1. Debilidades en los agentes y sus relaciones para innovar y realizar emprendimiento.....	29
4.1.2. Débiles mecanismos de apoyo a la financiación de la innovación y el emprendimiento.....	33
4.2. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA .....	37
4.2.1. Bajas capacidades del aparato productivo para el uso del conocimiento y la tecnología existente.....	37
4.2.2. Las instituciones generadoras de conocimiento (IGC) tienen dificultades para transferirlo al aparato productivo.....	39
4.3. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.....	44
4.3.1. Insuficientes capacidades para realizar I+D .....	45
4.3.2. Desbalance en el esquema de incentivos a la producción científica .....	51
4.3.3. Baja proyección internacional de la I+D.....	54
4.3.4. Bajo direccionamiento estratégico de la I+D .....	56
4.4. CAPITAL HUMANO PARA LA CTI .....	57
4.4.1. Insuficiente capital humano para la realización de actividades de ciencia, tecnología e innovación con criterios de calidad y pertinencia .....	57

4.4.2. Desbalance sectorial en la vinculación del capital humano para realizar actividades de CTI .....	62
<b>4.5. CULTURA Y APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CTI.....</b>	<b>66</b>
4.5.1. Desarticulación de actores que promueven, gestionan y desarrollan procesos de apropiación social de CTI .....	66
4.5.2. Baja participación de la ciudadanía en actividades de CTI.....	68
4.5.3. Débiles sistemas de seguimiento e indicadores de impacto a los procesos de Apropiación Social de la CTI .....	74
<b>4.6. GOBERNANZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN.....</b>	<b>75</b>
4.6.1. Debilidades en la arquitectura institucional de la CTI.....	77
4.6.2. Debilidades en el diseño, seguimiento y evaluación en CTI .....	81
4.6.3. Baja inversión pública y privada en actividades de CTI.....	86
4.6.4. Debilidades en marco normativo vigente de CTI.....	92
<b>5. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA .....</b>	<b>94</b>
<b>5.1. AUMENTAR EL IMPACTO DE LA INNOVACIÓN EN EL DESARROLLO PRODUCTIVO DEL PAÍS.....</b>	<b>94</b>
5.1.1 Fortalecer las capacidades de los agentes y sus relaciones de acuerdo a su nivel de desarrollo. .....	94
5.1.2 Fortalecer y crear mecanismos de apoyo financieros a la innovación y el emprendimiento.....	98
<b>5.2. GENERAR CONDICIONES PARA LA COOPERACIÓN DE LOS SECTORES PRODUCTIVO, PÚBLICO Y PRIVADO POR MEDIO DE LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA (TCT).....</b>	<b>100</b>
5.2.1. Preparar al aparato productivo para el aprovechamiento de la transferencia de conocimiento y tecnología (TCT) .....	100
5.2.2. Fortalecer a las instituciones generadoras de conocimiento (IGC) para la transferencia de conocimiento y tecnología (TCT) .....	101
5.2.3. Fortalecer los servicios de apoyo a la transferencia de conocimiento y tecnología (TCT) y vinculación de actores .....	<b> Error! Marcador no definido.</b>
<b>5.3. AUMENTAR LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO DE ALTO VALOR QUE DÉ RESPUESTA A LAS NECESIDADES Y OPORTUNIDADES SOCIALES Y DE DESARROLLO PRODUCTIVO DEL PAÍS.....</b>	<b>104</b>

5.3.1. Ampliar las capacidades existentes en el sistema nacional para llevar a cabo investigación y desarrollo de alta calidad.....	104
5.3.2. Ajustar el sistema de incentivos para la producción científica nacional desarrollo de alta calidad.....	106
5.3.3. Incrementar la proyección internacional de la I+D.....	107
5.3.4. Establecer un direccionamiento estratégico de la I+D.....	108
<b>5.4. INCREMENTAR EL CAPITAL HUMANO ALTAMENTE CALIFICADO Y DEDICADO A LA INVESTIGACIÓN, EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LA INNOVACIÓN.....</b>	<b>109</b>
5.4.1. Incrementar el capital humano altamente calificado para la realización de actividades de ciencia, tecnología e Innovación con criterios de calidad y pertinencia.....	110
5.4.2. Mejorar el balance de la vinculación sectorial de capital humano altamente calificado .....	112
<b>5.5. CONSOLIDAR UNA CULTURA FAVORABLE A LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA LOS ACTORES DEL SNCCTI Y LOS CIUDADANOS, A PARTIR DE PROCESOS DE APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CTI.....</b>	<b>114</b>
5.5.1. Articular y fortalecer los actores del SNCTI que promuevan una cultura favorable a la CTI.....	115
5.5.2. Aumentar la participación de la ciudadanía en actividades que favorecen la cultura y apropiación de CTI .....	117
5.5.3. Fortalecer instrumentos de medición y seguimiento para las estrategias de Apropiación Social .....	118
<b>5.6. DESARROLLAR UN SISTEMA E INSTITUCIONALIDAD HABILITANTE PARA LA CTI.....</b>	<b>119</b>
5.6.1. Fortalecer la arquitectura institucional actual de la CTI.....	119
5.6.2. Fortalecer el diseño, seguimiento y evaluación de la Política de CTI .....	121
5.6.3. Aumentar el esfuerzo público para financiar la CTI como mecanismo de desarrollo económico y social.....	125
5.6.4. Desarrollar el marco normativo para CTI y promover su uso. ....	131
<b>5.7. SEGUIMIENTO.....</b>	<b>131</b>
<b>5.8. FINANCIAMIENTO .....</b>	<b>132</b>

6. RECOMENDACIONES.....	133
7. GLOSARIO .....	134
8. BIBLIOGRAFÍA.....	138
ANEXOS .....	143

BORRADOR

## SIGLAS Y ABREVIACIONES

Sigla y/o acrónimos	Concepto
ACAC	Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia
ACTI	Actividades de ciencia, tecnología e innovación
ANCI	Agenda Nacional de Competitividad e Innovación
BANCÓLDEX	Banco de desarrollo empresarial y comercio exterior de Colombia
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIPI	Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual
CNBT	Consejo Nacional de Beneficios Tributarios
CNCT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CNI	Centros Nacionales de Investigación
CODECT	Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología
CODECTI	Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación
COLCIENCIAS	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
COLFUTURO	Fundación para el Futuro de Colombia
CONFECÁMARAS	Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio
CPC	Consejo Privado de Competitividad
CPNCT	Consejos de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología
CRC	Comisiones Regionales de Competitividad
CTI	Ciencia, tecnología e innovación
CTMI	Comité Técnico Mixto de Innovación
CUEE	Consejos Universidad, Empresa y Estado
CYT	Ciencia y Tecnología
DAFP	Departamento Administrativo de la Función Pública
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DDE	Dirección de Desarrollo Empresarial
DIFP	Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EAI	Empresas Altamente Innovadoras
EDIT	Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico
FCTI	Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación
FEM	Foro Económico Mundial
FFJC	Fondo Francisco José de Caldas
FIS	Fondo de Investigación en Salud
FNG	Fondo Nacional de Garantías
FOMIPYME	Fondo de modernización y desarrollo tecnológico de las micros, pequeñas y medianas empresas

FONTIC	Fondo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
GCI	Global Competitive Index
GEM	Global Entrepreneurship Monitor
GII	Global Innovation Index
I+D	Investigación y desarrollo
I+D+I	Investigación, desarrollo e innovación
ICE	Índice de Complejidad Económica
ICETEX	Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior
ICFES	Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior
IES	Institución de Educación Superior
INNPULSA	Unidad de Desarrollo e Innovación de Bancóldex
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
MEN	Ministerio de Educación Nacional
MHCP	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
MINCIT	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
MINTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
MINTRABAJO	Ministerio de Trabajo
OCAD	Órgano Colegiado de Administración y Decisión
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OCYT	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología
OLE	Observatorio Laboral para la Educación
PDP	Programa de Desarrollo a Proveedores
PECTI	Planes Estratégicos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación
PIB	Producto Interno Bruto
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PTP	Programa de Transformación Productiva
PUBLINDEX	Sistema Nacional de Indexación y Homologación de Revistas Especializadas de CT+I
PYMES	Pequeñas y Medianas Empresas
RICYT	Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología
SCI	Science Citation Index
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SGR	Sistema General de Regalías
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
SIN	Sistema Nacional de Innovación
SNCI	Sistema Nacional de Competitividad e Innovación
SNCCTI	Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación

SNCTI	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SNCyT	Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología
SNIES	Sistema Nacional de Información de Educación Superior
SRI	Sistema Regional de Innovación
SSCI	Social Science Citation Index
SSI	Sistema Sectorial de Innovación
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
SUIFP	Sistema Unificado de Inversión y Finanzas Públicas
TCT	Transferencia de Conocimiento y Tecnología
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TT	Transferencia de Tecnología
UDEP	Unidad de Diseño y Evaluación de Políticas Públicas
UGCE	Unidad de Gestión de Crecimiento Empresarial
WMS	World Management Survey

## 1. INTRODUCCIÓN

La política de ciencia, tecnología e innovación es uno de los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2014–2018 “Todos por un nuevo país”. En el capítulo quinto “Competitividad e infraestructura estratégicas” segundo objetivo “Contribuir al desarrollo productivo y la solución de los desafíos sociales del país a través de la ciencia, tecnología e innovación” se definió que el país debería contar con una visión de largo plazo, en respuesta se formula la presente política de ciencia, tecnología e innovación para los siguientes 10 años (2015–2025).

Esta política se diseñó con base en un marco conceptual orientado a un enfoque sistémico del proceso innovador, que se resuelve en un nuevo entorno en el cual cobra especial importancia el concepto de sistemas de innovación, conceptos a través de los cuales se puede entender que el nivel de innovación de un país está fuertemente relacionado con la eficacia del sistema en el que los actores involucrados en la generación, difusión y apropiación del conocimiento interactúan entre sí, aprenden y acumulan conocimiento. Teniendo en cuenta que dichas interacciones se dan tanto por medio de mecanismos de mercado, como fuera de él, la política de CTI se aborda en respuesta a problemas de fallas de mercado, como a problemas sistémicos, relacionados por ejemplo con fallas institucionales.

El propósito de la política de ciencia, tecnología e innovación es lograr la transición de una política lineal a un sistema nacional de innovación. Logrando la generación de un clima de innovación en el marco del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación, acorde con lo establecido en el artículo 186 de la Ley 1753 de 2015.

En el contexto de la economía colombiana, mantener la inversión pública en ciencia, tecnología e innovación ayudará a sembrar las bases del crecimiento económico a largo plazo, al mismo tiempo que se debe mejorar la eficiencia del gasto público y aprender de las evaluaciones para innovar también en los instrumentos a través de los cuales se ejecuta la política pública de CTI, abriendo la oportunidad a un conjunto de instrumentos bien diseñados para el uso de mecanismos como compra pública innovadora, o la eliminación de las barreras normativas a la innovación, que no

requieren inversión pública adicional y que incentivan una mayor inversión de recursos por parte del sector privado.

Teniendo en cuenta el enfoque conceptual y el nuevo rol del Gobierno nacional en esta transición hacia un sistema nacional de innovación, que va más allá de la coordinación y se compromete con la gestión y la incorporación de una cultura de innovación en el sector público, también se reconoce el rol de las regiones y demás actores público y privados desde el diseño hasta la implementación y evaluación de la política de CTI. Para las regiones la innovación será un proceso de aprendizaje localizado que retroalimenta a tanto al Gobierno nacional, como a los propios Gobernantes regionales a partir de su historia, aspectos sociales, culturales y productivos específicos. Es en las regiones, (factores y actores involucrados) donde se genera confianza, intercambio e interacción permanente, que permite la aplicación de la nueva política de CTI.

El país y sus regiones tienen un diagnóstico sobre por qué no han logrado impulsar el desarrollo económico y social a través de la ciencia, tecnología e innovación. Reconociendo los avances y los retos que persisten en términos de capacidades en ciencia, tecnología e innovación, los resultados y la eficiencia de los recursos invertidos y la ausencia en la medición del aporte de la CTI al bienestar social o al crecimiento empresarial. Para afrontar este diagnóstico, la política define como objetivo general de **IMPULSAR EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL A TRAVÉS DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**, impulso que se medirá a través del desarrollo de capacidades en las regiones, la contribución a la productividad empresarial y la resolución de problemas y retos sociales del país.

Con base en el anterior diagnóstico, de manera específica se profundiza primero, en el aparato productivo como el principal agente innovador, por lo tanto se aborda el problema específico del crecimiento de las empresas debido a la baja actividad innovadora del aparato productivo y se plantea el gran objetivo de aumentar el impacto de la innovación en el desarrollo productivo del país.

Segundo, la política de enfoca en el uso del conocimiento y tecnología existente, y se identificó como problema específico las insuficientes condiciones para la cooperación entre el sector productivo, público y privado en la identificación, demanda y apropiación del conocimiento y la tecnología. Para aportar en la resolución de este problema se plantea como objetivo de generar condiciones para la cooperación de los sectores productivo, público y privado por medio de la transferencia de conocimiento y tecnología (TCT)

Tercero, la investigación cumple la importante función de expandir los avances en la frontera del conocimiento para dar respuesta a las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo del país, y se identificó como problema específico la baja generación de conocimiento de alto impacto que permita dar esas respuestas, el objetivo definido en la presente política es aumentar la generación de conocimiento de alto valor que dé respuesta a las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo del país.

Cuarto, el capital humano para desarrollar actividades de ciencia, tecnología e innovación concentra personas altamente calificadas que pueden incrementar la productividad laboral, así como generar mayor producción de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico, el problema específico es que existe un bajo nivel de capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación. El objetivo propuesto es incrementar el capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

Como condiciones habilitantes de la política de CTI, se identificaron, quinto bajos niveles de apropiación social de la CTI en las prácticas de la vida cotidiana, que limitan la promoción y fomento de una cultura de la CTI, y se propone el objetivo de consolidar una cultura favorable a la ciencia, tecnología e innovación para los actores del SNCCTI y los ciudadanos, a partir de procesos de apropiación social de la CTI.

Y sexto, la gobernanza que facilita el engranaje del sistema para la obtención de unos objetivos estratégicos, a través de la definición de instancias, incentivos y reglas. En este sentido, el Estado tiene la responsabilidad de generar una institucional pública que permita mantener una visión de corto y largo plazo, así como diseñar implementar políticas coherentes entre sus objetivos estratégicos, con criterios de efectividad y eficacia en la ejecución, sin embargo se ha identificado un débil marco institucional público para un adecuado desarrollo de la política CTI 2015-2025. Para esta problemática la política propone desarrollar un sistema e institucionalidad habilitante para la CTI.

## **2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

El sistema se encuentra en su cuarta generación de políticas, tomando como referencia la Cartilla Visión 2019 “Fundamentar el crecimiento y el Desarrollo Social en la Ciencia, la Tecnología e Innovación” (DNP, 2006)

Este periodo inicia con la elevación de Colciencias a Departamento Administrativo de CTI, la relevancia regional de las regalías y la importancia de la innovación en la competitividad. Con la promulgación de la Ley 1286 de 2009 se transforma el SNCyT

en SNCTI, adicionalmente se crean los Consejos Departamentales de CTI (CODECTI) – anteriores CODECYT- y se formulan los Planes Departamentales de CTI (2012–2013). A nivel de políticas se formula el CONPES 3582 de 2009, el cual reconoce la necesidad de mejorar los niveles de innovación de las empresas<sup>1</sup>, la institucionalidad vigente, y las debilidades de la formación del recurso humano para la innovación entre otros<sup>2</sup>. Como hechos relevantes se destaca el Crédito BID-BM (2010)<sup>3</sup> y el Plan Nacional de Desarrollo 2010–2014, el cual hace explícita la importancia estratégica de la innovación y crea el nuevo Sistema General de Regalías (SGR). En este sistema se crea el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Acto Legislativo 5 de 2011 – con asignación del 10% del total del SGR.

En el caso particular de la innovación y el emprendimiento, se crea el programa INNpulsa Colombia (2012)<sup>4</sup> al interior de BANCOLDEX-MinCIT, a su vez el MinTIC, el MinCIT, el MADR y el SENA, desarrollan políticas y estrategias sectoriales específicas<sup>5</sup>. A nivel de iniciativas regionales se crean Bogotá Innova (2008), Ruta N (2009) y Manizales+ (2012). Así mismo, se expide Decreto 1500 de 2012 donde se crea el Sistema Administrativo Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI), se vincula a Colciencias en su instancia ejecutiva, se crea el Comité Técnico Mixto de Innovación (CTM Innovación), y en 2013, Colombia inicia su proceso formal de ingreso a la OCDE, donde uno de los puntos clave es ingresar al Comité de Política Científica y Tecnológica.

---

<sup>1</sup> Vinculado a este documento, se encuentra el CONPES 3527 de 2009 denominado “Política Nacional de Competitividad y Productividad” el cual incorpora dentro del “marco común de la competitividad” las capacidades de generación, uso y transferencia de conocimiento.

<sup>2</sup> Otras políticas asociadas a CTI: Biocombustibles (CONPES 3510 de 2010), Propiedad intelectual (CONPES 3533 de 2008), Fortalecimiento del Sistema de Formación de Capital Humano (CONPES 3674 de 2010), y Desarrollo comercial de la biotecnología (CONPES 3697 de 2011).

<sup>3</sup> Destinado a la consolidación de capacidades tanto de Colciencias como del SNCTI.

<sup>4</sup> En 2013, Fomipyme se vincula a INNpulsa bajo el nombre de INNpulsa Mipyme.

<sup>5</sup> MinCTI (2009) – Política Nacional de Emprendimiento y el Plan Estratégico Nacional de Emprendimiento MADR i) (2007 – 2009): Agendas prospectivas en cadenas del sector agropecuario, ii) (2011–2012) – Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI); MinTIC (2013) Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo de los sectores Electrónica, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ETIC), y los Planes Vive Digital (2010–2014) y (2014–2018).

En el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, se establece en su Art. 186 la integración del SNCI con el SNCTI para consolidar un único Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI), y se formulan los CONPES 3834 de 2015 “Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias” y 3835 de 2015 “Declaración de importancia estratégica del proyecto de apoyo a la formación del capital humano altamente calificado en el exterior”.

Finalmente, en el Art. 7 de la Ley 1753 de 2015, por la cual se expide el Plan Nacional Desarrollo 2014-2018, se definieron los Planes y Acuerdos Estratégicos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación, con los cuales se espera impulsar la relación Gobierno-región en torno a proyectos de CTI, con énfasis en los proyectos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

Para la política de CTI se identifican acontecimientos desde 1968 año de creación de Colciencias hasta la actualidad. En el Anexo 2 se detallan las etapas, incluyendo leyes, decretos, CONPES, con sus resultados y los retos que persisten. Sin embargo, es importante reseñar el desarrollo reciente, a partir de 2009, año en el que se formuló la Ley 1286 de CTI y se aprobó el CONPES 3582 de CTI.

La Ley 1286 tuvo como objetivo fortalecer el nuevo SNCTI (que sustituye al SNCyT de 1991) y transformar a Colciencias en Departamento Administrativo. De esta forma, Colciencias se convirtió en el órgano rector del SNCTI, encargada de formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar e implementar la política del Estado en esta materia, en concordancia con los planes y programas de desarrollo.

El CONPES 3582 Política nacional de ciencia, tecnología e innovación, definió como objetivo incrementar la capacidad del país para identificar, producir, difundir, usar e integrar el conocimiento científico y tecnológico, con el propósito de mejorar la competitividad y contribuir a la transformación productiva del país.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 se hizo explícita la importancia estratégica de la innovación y se creó el nuevo Sistema General de Regalías (SGR).

El Acto Legislativo 05 de 2011 estableció la destinación del 10% de los recursos del SGR para la financiación de proyectos que promuevan la CTI en las regiones, teniendo efectos presupuestales y ajustes institucionales a partir de 2012, lo que se constituye en el principal hito de la política de CTI de los últimos años.

En 2012 se crea el programa INNpulsa Colombia<sup>6</sup> al interior de BANCOLDEX-MinCIT. A su vez, el MinTIC, el MinCIT, el MADR y el SENA desarrollaron políticas y estrategias sectoriales de CTI específicas<sup>7</sup>. A nivel de iniciativas regionales se crean Bogotá Innova (2008), Ruta N (2009) y Manizales Más (2012). Así mismo, se expide el Decreto 1500 de 2012, por medio del cual se creó el Sistema Administrativo Nacional de Competitividad e Innovación (SNCel) y se vinculó a Colciencias en su instancia ejecutiva. En 2013, Colombia inicia su proceso formal de ingreso a la OCDE, con el objetivo de ingresar a diferentes Comités, entre el que se encuentra el Comité de Política Científica y Tecnológica.

El Art. 186 del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país” establece la integración del SNCel con el SNCTI para consolidar un único Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI). Además, se formularon los CONPES 3834 de 2015, “Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias”, y el CONPES 3835 de 2015, “Declaración de importancia estratégica del proyecto de apoyo a la formación del capital humano altamente calificado en el exterior”.

Finalmente, en el Art. 7 de la Ley 1753 de 2015, por la cual se expide el Plan Nacional Desarrollo 2014-2018, se definieron los Planes y Acuerdos Estratégicos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación, con los cuales se espera impulsar la relación Gobierno-región en torno a proyectos de CTI, con énfasis en los proyectos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

**Comentario [PATS2]:** Revisar el orden en el que se citan los temas del PND

<sup>6</sup> En 2013, Fomipyme se vincula a INNpulsa bajo el nombre de INNpulsa Mipyme.

<sup>7</sup> MinCIT: (2009) – Política Nacional de Emprendimiento y el Plan Estratégico Nacional de Emprendimiento MADR: i) (2007 – 2009) – Agendas prospectivas en cadenas del sector agropecuario; ii) (2011 – 2012) – Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI); MinTIC: (2013) – Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo de los sectores Electrónica, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ETIC) y los Planes Vive Digital (2010 – 2014) y (2014 – 2018).

. No obstante los avances en materia institucional y desarrollo de herramientas para la ejecución de la política, el país y sus regiones no han logrado consolidar su capacidad para identificar, producir, difundir, usar y valorar el conocimiento, la tecnología y la innovación con el propósito de mejorar el desarrollo social y la competitividad del país.

Así mismo, no se ha logrado que el país le otorgue la importancia suficiente a un crecimiento económico fundamentado en la CTI, **considerando que hay evidencia del efecto de la innovación en el desempeño del crecimiento.**

**Comentario [JEGL3]:** Sería clave incluir al menos una referencia a esta evidencia aquí.

## 2.1. JUSTIFICACIÓN: ENTRELAZANDO LA INNOVACIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD

De acuerdo con el Índice Global de Innovación (GII), el cuál mide la dinámica de los sistemas de innovación de los países, Colombia figura en una posición intermedia (2013=60/142; 2014=68/143; 2015=67/141), por detrás de Chile, Costa Rica, México y Panamá. Sin embargo, a nivel de eficiencia del sistema (entradas /salidas)<sup>8</sup> del Sistema de Innovación ubica a Colombia en último percentil (114/141), lo que indica que las entradas del sistema no se ven reflejadas en los salidas, y por consiguiente las estrategias deben dirigirse a mejorar su eficiencia (Cornell U., 2015).

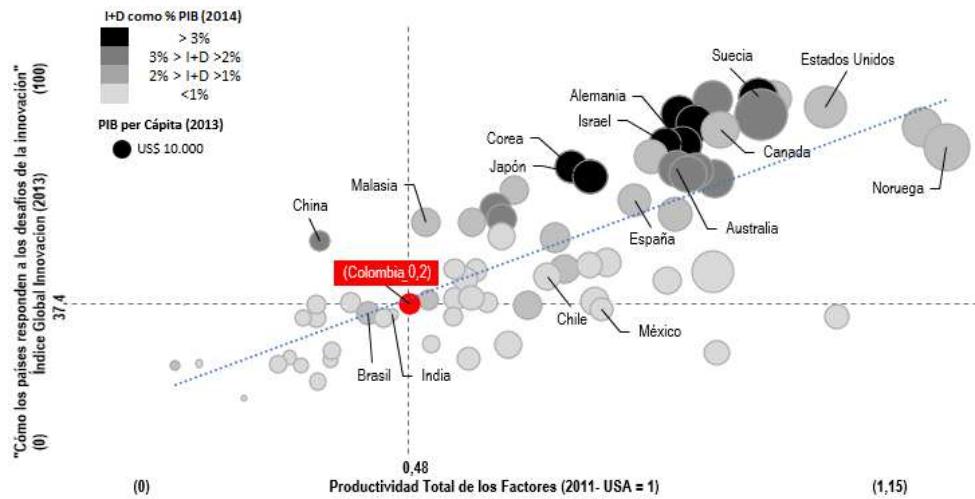
Por otro lado, el bajo crecimiento de la productividad (Productividad Total de los Factores –PTF–<sup>9</sup>) puede atribuirse en parte a los bajos niveles de competitividad e innovación (Gráfico 1). Reflejo de esto es que Colombia ocupa el puesto 66 (entre 140) en el Índice Global de Competitividad del Foro Económico Mundial (FEM/WEF), por debajo de Chile, Panamá, Costa Rica y México (WEF, 2015). En el pilar de

<sup>8</sup> Sub-índices: 1) Entrada: Se miden 5 pilares que apoyan y facilitan las actividades de innovación (Instituciones, capital humano e investigación, infraestructura, sofisticación del mercado y sofisticación de las empresas). Actualmente Colombia se ubica en la posición 51 en el índice de entradas, por debajo Brasil (65), Costa Rica (61) y México (58); 2) Salida: Se evalúan resultados científicos y tecnológicos, y creativos. Colombia (75) presenta rezagos en comparación con los mismos países tales como Brasil (74), México (54), Costa Rica (51) y Chile (45), lo que evidencia una falla de sistema (Cornell U., 2015).

<sup>9</sup> Se entiende la PTF como aquella parte del crecimiento que no puede ser explicada por el aporte de los factores tradicionales: capital y trabajo. De acuerdo con Maloney & Lederman (2004) (2014), “cerca de la mitad de las diferencias observadas en el ingreso per cápita y el crecimiento del PIB de los países se debe a disparidades en la PTF, por lo general, relacionadas con los avances tecnológicos...”

Innovación de este índice, Colombia figura en la posición 76, por detrás de Costa Rica (39), Panamá (45), Chile (50), Honduras (55) y México (59).

**Gráfico 1: Relación entre productividad (PTF – 2011) y el GII (2013)**

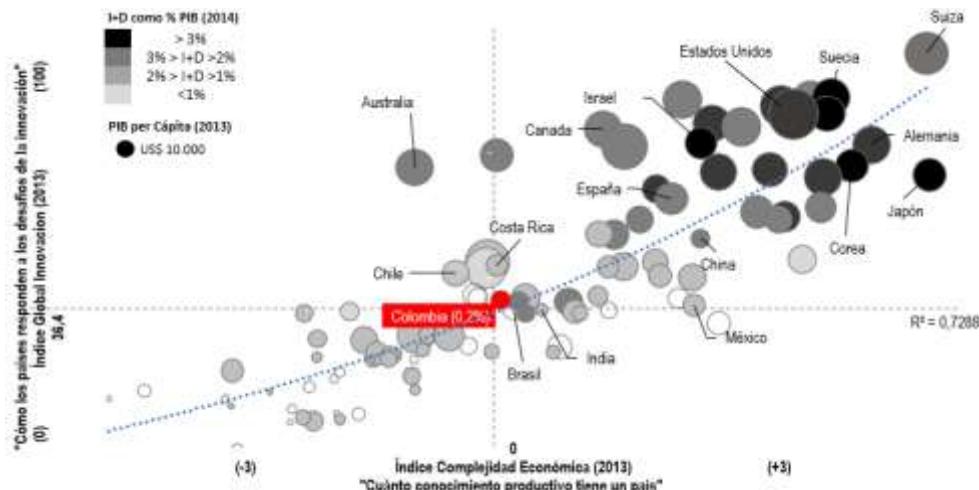


Fuente: Cálculos DNP, a partir de (Feenstra, Inklaar, & Marcel, 2015) y (Cornell U., 2015)

En particular, respecto a la competitividad vista desde sofisticación y diversificación productiva, en el *Innovation ScoreBoard* de la Comisión Europea (2015), uno de los efectos más relevantes de la innovación en la economía, son las exportaciones de productos de mediana y alta tecnología (Lederman & Maloney, 2014, pág. 29). En Colombia, se observa un aumento de la participación de productos primarios (2007=60%; 2013=82%) y retroceso en participación porcentual de manufacturas de alta y media intensidad (2007=18%; 2013=10%). Comparando internacionalmente, estos indicadores en 2013 son para Corea del Sur (69%), México (62%), Brasil (22%) y Chile (9%) (CPC, 2014). En línea con lo anterior, el Índice de Complejidad Económica (ICE)<sup>10</sup>, ubica a Colombia en el puesto 53 de 124 países, por debajo de México, Panamá, Brasil y Uruguay (Gráfico 2)<sup>11</sup> (Hausmann et. al (2013).

<sup>10</sup> El ICE analiza: 1) La diversidad: mide la variedad de productos que un país exporta, entre mayor sea ésta es mayor la calificación, y 2) La ubicuidad: mide la complejidad de los productos considerados. En

Gráfico 2: Relación entre ICE (2013) y el GII (2013)



Fuente: Cálculos DNP, a partir de (Hausmann, y otros, 2013) y (Cornell U., 2015)

Por tanto, para que Colombia mejore su capacidad de respuesta a los desafíos en innovación, debe tener en cuenta tanto una mayor eficiencia de su sistema (GII), como las mejoras que se hagan en el entorno productivo (PFT e ICE). Por tanto, un país más innovador, promueve el cierre de brechas de competitividad en la producción existente en su economía (sofisticación), y desarrolla nuevas ofertas (diversificación) que usualmente implican el desarrollo de nuevos modelos de negocio para permitir mayor agregación de valor (Acemoglu, Aghion, & Zilibotti, 2002), (Rodrik, 2007) y (BID, 2014).

Así mismo, los países con mejores niveles de innovación, productividad, sofisticación y diversificación del aparato productivo, poseen un mejor PIB per Cápita y tienen mayor inversión en I+D como porcentaje del PIB. En consecuencia, el problema

---

este caso, un producto producido por un número reducido de países es considerado más complejo y quienes lo producen poseen por tanto una economía más compleja (Hausmann, y otros, 2013)

<sup>11</sup> Los países de baja complejidad económica, han optado por estrategias de sofisticación asociados a una mayor innovación, tal y como son los casos en I+D de Chile (0,4%), Nueva Zelanda (1,3%) y Australia (2,4%).

específico para Colombia, es la baja eficiencia del sistema de innovación en un entorno de limitado desarrollo productivo. A continuación se presentan las causas.

Con el fin de lograr mayores niveles de productividad y competitividad de las empresas y avanzar hacia mayores y sostenidos niveles de crecimiento económico, el PND 2014 – 2018 definió que: “En 2018 Colombia será uno de los países más competitivos y productivos de la región, a partir de un uso eficiente de las ventajas comparativas, de la sofisticación y diversificación de los bienes y servicios. Para ello es necesario contar con empresas y regiones que compiten en un mercado globalizado, donde el conocimiento, el talento humano, las tecnologías y la innovación son la base fundamental para el aumento de la productividad. Estos propósitos encaminarán a Colombia a convertirse en uno de los tres países más innovadores de América Latina en 2025. Y para lograrlo, se hace indispensable que el país disminuya el rezago que existe en materia de CTI, focalizando la formación de talento humano, infraestructura, financiación y cultura de CTI para que se obtengan avances cualitativos en la calidad y el impacto de la investigación”.

Para la implementación de estas estrategias es necesario tener en cuenta tres pilares fundamentales: *focalización*, relacionada con áreas priorizadas en CTI, que se conectarán con la política de desarrollo productivo y estrategias diferenciadas de intervención; *regionalización*, con el propósito de coordinar las acciones de CTI que requieren un trabajo conjunto entre la nación y la región para alcanzar los objetivos de la presente política; e *internacionalización* para el posicionamiento del país, sus regiones y sectores en respuesta a las tendencias internacionales.

Para lograr la visión de CTI definida en el PND 2014-2018 se requiere incrementar la inversión en ACTI, por lo cual a 2018 se plantea que esta inversión represente el 1% del PIB. El presente documento de política define el 1.5% del PIB como meta a 2025. Asimismo, el sector privado debe aumentar su participación, financiando el 50% de ACTI a 2018 y de manera creciente alcanzar el 60% en 2025.

En consecuencia, es necesario adecuar la política nacional de CTI a los nuevos contextos y realidades regionales e internacionales, enfocada en consolidar la capacidad

nacional para identificar, producir, difundir, usar y valorar el conocimiento, la tecnología y la innovación con el propósito de mejorar el desarrollo social y la competitividad del país. También se requiere fortalecer la arquitectura institucional, el diseño, seguimiento y evaluación de la política y promover un mayor esfuerzo público y privado para la financiación de ACTI.

El Gobierno Nacional y las regiones construyeron las bases de la política de CTI mediante talleres, los cuales contaron con la participación de universidades, centros de investigación, empresarios, agencias locales de promoción y representantes del gobierno local. Como resultado de las sesiones de trabajo se creó una lista de acciones sugeridas por las regiones las cuales se tomaron en cuenta en el proceso de construcción de los objetivos de política del presente documento. La metodología de los talleres se explica en el Anexo 3.

### **3. MARCO CONCEPTUAL**

De acuerdo con la CEPAL (2005), la creación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico al ámbito productivo, la innovación y el aprendizaje constituyen una de las bases más sólidas para el crecimiento y el buen desempeño económico de las empresas y los países. La decisión de fomentar la CTI requiere de esfuerzos deliberados y sostenidos con un fuerte compromiso social que garantice su continuidad en el tiempo, donde buena parte de la toma de decisiones y la asignación de los recursos se coordina en el marco de un esquema institucional complejo. Por tanto, es necesario adoptar una perspectiva sistémica que se presenta como la más adecuada para consolidar el desarrollo social y económico (CEPAL (2005); Maloney & Bitran (2013); BM (2014, pág. 177); BID (2014, pág. 84)).

El concepto de **Sistemas Nacionales de Innovación** se ha desarrollado bajo la influencia de Freeman (1987), Lundvall (1992), Nelson (1993) y Edquist (1997), quienes identifican los diferentes componentes del sistema, de manera tal que la eficiencia del desempeño del sistema depende de la interacción entre sus agentes (OCDE, 1997). Los procesos de aprendizaje y de acumulación de conocimiento a nivel del SNI se consideran además determinantes de su evolución.

El diseño de la política de CTI a partir del SNI trasciende el enfoque lineal, tradicionalmente utilizado en los países de América Latina, en el que la innovación empresarial se considera como la última etapa de un proceso ordenado, que inicia con

la investigación básica, para a la investigación aplicada y luego al desarrollo tecnológico que es incorporado en la producción (BM, 2008) y (BID, 2014).

La principal influencia del concepto de SNI en el diseño de la política pública consiste en la adopción de un enfoque más amplio que el tradicional de fallas de mercado (Soete et. al (2010)). Este enfoque determina que no son solo las fallas de mercado las que ameritan intervenciones gubernamentales, sino que la naturaleza multidimensional de la CTI y la variedad de sus instituciones hacen que las fallas de Estado sean otro factor determinante del diseño de la política. Las principales fallas tanto de mercado como de Estado, de acuerdo con la Comisión Europea (2005), el Consejo de Innovación de Chile (2007), el BID (2012) y Technopolis (2014), se pueden resumir así<sup>12</sup>:

Las **fallas de mercado**, son factores que impiden que el sector privado por sí solo genere los niveles de innovación requeridos, y cuya existencia establecen la pertinencia de la intervención pública, con una mirada de sistema. Por su parte, las **fallas de Estado**, abordan las limitaciones estructurales de la acción del gobierno y que generalmente enfrentan las instituciones en sus actividades (orientadas al logro de sus propósitos y objetivos).

Basados en la condición sistémica de la innovación, autores como Arnold (2004), Woolthuis (2005), Edquist (2007), Rodríguez & Gómez (2013) y Technopolis (2014) identifican un tipo adicional de fallas vinculadas a que el sistema trabaje de manera adecuada y coordinada como un todo, lo que extiende el abordaje anteriormente visto de fallas de mercado y Estado. De acuerdo con estos autores, las **fallas sistémicas** abordan los puntos débiles donde interactúan las políticas de CTI y las debilidades del diseño del sistema. Esto implica diseñar políticas orientadas a identificar las causas de los bloqueos y a eliminar los cuellos de botella, de tal manera que se habilite la innovación y el progreso económico, tanto a nivel de la firma como del sistema. En el Anexo 4 se encuentra un mayor detalle de las tres fallas mencionadas

---

<sup>12</sup> Se detallan en el [Anexo](#).

### 3.1. EL DISEÑO DE LA POLÍTICA DE CTI BASADO EN LOS SISTEMAS NACIONALES (SNI) Y REGIONALES DE INNOVACIÓN (SRI)

El enfoque de los Sistemas de Innovación inicialmente estaba asociado al ámbito nacional. Sin embargo, su evolución conceptual ha derivado en la aparición de variaciones, como los Sistemas Regionales de Innovación, que detallan casos más concretos. De acuerdo con Cook et al. (1997) y Edquist (2007), estos abordajes reflejan el hecho de que los SNI, al ser agregados, no caracterizan adecuadamente lo que sucede en las regiones de manera individual, donde puede haber diferencias significativas.

El **enfoque sistémico** asociado a los **Sistemas Nacionales de Innovación**, surge a partir de la necesidad de generar los incentivos adecuados para favorecer una coordinación más estrecha entre demanda y la generación de conocimiento (oferta). En este enfoque se entiende como componentes: a) *Demandas*: La empresa (en un sentido más amplio, los emprendedores) es la protagonista del proceso de innovación y por ende de los aumentos de productividad; por lo tanto, cualquier factor que impida la acumulación de capital físico y de conocimiento afectará la productividad; b) *Generadores de Conocimiento (oferta)*: Hacen parte las instituciones que facilitan la identificación y la generación de nuevos conocimientos, la formación de una amplia oferta de técnicos/tecnólogos y de capital humano altamente calificado, como pilar fundamental de toda política de CTI; y c) *Entorno*: Son las dinámicas que permiten la acumulación/asignación<sup>13</sup> de capital físico y de conocimiento. Los obstáculos en los procesos dan origen a la intervención pública (Adaptado de OCDE (1997), Kuhlmann S. et al (2012), Maloney & Bitran (2013) y BID (2014))

Por otro lado, los procesos de relacionamiento institucional entre los diversos agentes de la CTI están condicionados por factores ligados al territorio en el cual se desenvuelven. En este sentido, el territorio, entendido como el lugar físico en el que se producen las interacciones entre los diferentes actores y la conexión entre la generación

---

<sup>13</sup> i) Barreras para la Acumulación/Asignación capital físico: Mercado Financiero, Barreras Entrada/Salida, Clima Regulatorio/Negocios, otros. ii) Barreras a la Acumulación de Conocimiento: Fallas de Mercado, Régimen de Propiedad Intelectual, Financiamiento en etapa temprana, Rigididad mercado laboral, otros.

de conocimiento y el aprendizaje (Bellido, 2012), ayudando a explicar las diferencias regionales de innovación y crecimiento económico. Por ello se introduce el concepto de **Sistemas Regionales de Innovación (SRI)**, los cuales consisten en un conjunto de organizaciones, públicas y mixtas, que interactúan dentro de un marco institucional, el cual soporta la generación, explotación y uso del conocimiento y por tanto apoya las actividades de innovación a nivel regional<sup>14</sup> (Kaplan D. *et al* (2013)).

Por consiguiente, este nivel de análisis resulta adecuado para observar las capacidades y sinergias de los agentes de un sistema de innovación (interacciones, instituciones y elaboración de políticas), ocupando un espacio estratégico entre la perspectiva nacional y lo local (Cook *et al.* (1997); Doloreux & Parto (2004); Benjamin *et. al.*, (2013)).

Por tanto, asociando el enfoque sistémico y la noción de territorio a la definición de la presente política de CTI<sup>15</sup>, se establecen dos tipos de énfasis vinculados con (Gráfico 3)

---

<sup>14</sup> La OCDE (2011) señala que al interior de un país pueden coexistir múltiples SRI, que contemplan tanto zonas de producción industrial como las que no son impulsadas por la CyT.

<sup>15</sup> Al abordar los SNI, se debe considerar que: 1) El diseño de políticas para la innovación más que para la CyT es válido cuando existen sólidas estructuras de investigación y éstas se hallan insertas en la dinámica económica y social (caso contrario a América Latina); y 2) Un énfasis exagerado de rediseño institucional puede llevar a generar un organigrama formalmente similar a los de los países desarrollados, pero no acorde a las dinámicas reales de la innovación en la región (CEPAL, 2005).

Gráfico 3: Esquema conceptual de la Política de CTI



Fuente: DNP, adaptado de OCDE (1997), Kuhlmann S. et al (2012), Maloney & Bitran (2013) y BID (2014)

1) **Objetivos (política):** enfrenta las fallas sistémicas y de mercado a través del desarrollo de componentes estratégicos que intervienen el desarrollo integral de la CTI desde el punto de vista de los actores en las regiones. Estos componentes son: a) innovación y emprendimiento, b) investigación y desarrollo, c) talento humano para la CTI y d) transferencia de conocimiento y tecnología.

2) **Condiciones (sistema):** busca intervenir las fallas de Estado a través del desarrollo de las condiciones habilitantes para todo el sistema.

### 3.2. COMPONENTES ESTRATÉGICOS DE LA POLÍTICA DE CTI

**Innovación y Emprendimiento:** Así como en las políticas de desarrollo productivo, existe una fuerte relación entre el crecimiento económico y la productividad (BID, 2014). Estudios realizados por Lederman & Saenz (2005) del Banco Mundial sugieren con evidencia empírica la fuerte relación entre el nivel de desarrollo de una economía y la innovación como factor clave de crecimiento en el largo plazo. De acuerdo con Gómez & Mitchell (2014), la innovación es uno de los principales motores de desarrollo de las economías modernas, siendo la principal característica diferenciadora de los países emergentes que superan las denominadas trampas de pobreza y pasan el umbral hacia el progreso. Por su parte, a través del emprendimiento, las naciones

sientan las bases para desarrollar nuevos sectores, alcanzar tasas de crecimiento sostenidas de largo alcance y generar resiliencia ante fluctuaciones económicas ocasionadas por excesiva dependencia en los bienes de producción primaria.

**Investigación y Desarrollo:** La investigación tiene la indelegable función de expandir y acompañar los avances en la frontera del conocimiento, además de formar capital humano para la generación, absorción y difusión del mismo. En este abordaje, la literatura ha resaltado no solo impactos positivos en el corto plazo, sino también cambios en los paradigmas de desarrollo a través de la inversión en investigación y desarrollo (I+D) (Lundvall & Johnson (1994), Johnson (1994), Pérez (2009) y Ludvall (2010)). Esta premisa ha sido la apuesta no solo para países en vía de desarrollo, sino también para aquellos en un estado de mayor avance, especialmente usada en períodos de crisis o desaceleración económica (OCDE, 2009). Dado que los efectos de estas inversiones no son inmediatos (3-5 años), de acuerdo con Rouvinen (2002), para la generación de una nueva idea y su aplicación en productos y procesos productivos es relevante esfuerzos sostenidos en el tiempo, tanto en lo público como en lo privado. Adicionalmente, los resultados de la inversión en I+D pueden no solo reflejarse en mejores tasas de crecimiento económico, sino también evidenciarse en la mejora de capacidades de diferentes actores que participan en el proceso de innovación: investigadores, centros de investigación, universidades, empresas y en general la aplicación de este conocimiento en nuevos productos y servicios dentro del sector productivo (Rouvinen (2002) y OCDE (2013)).

**Capital Humano para la CTI:** El capital humano se entiende como "el conocimiento, habilidades, competencias y atributos incorporados en individuos que facilitan la creación de personal y bienestar social y económico" (OECD, 2011: 16). Las personas altamente calificadas, con habilidades y dedicadas a desarrollar actividades de CTI, por tanto, juegan un papel crucial en la creación, difusión y uso de nuevo conocimiento y tecnología (Carlino y Hunt, 2009; Vinding, 2006), constituyéndose en uno de los principales elementos para cambiar la tendencia de productividad (principalmente laboral (OECD, 2011) (Romer, 1990) (Romer, 1986) (Lucas, 1988)) y el crecimiento económico de un país (Dae-Bong, 2009).

**Transferencia de conocimiento y tecnología:** En el enfoque sistémico, la transferencia es el conjunto de acciones en distintos niveles (dimensiones, objetos y mecanismos para transferir), realizadas por organizaciones de manera individual y agregadas para el desarrollo y la difusión de nuevas tecnologías e innovaciones, que constituye el marco

en el que los gobiernos aplican políticas para contribuir en los procesos de innovación (Metcalfe, 1995). En este concepto, se abordan dos grandes tipos de transferencia de tecnología y conocimiento: i) Para llevar a las firmas hacia la frontera de posibilidades de producción y lograr un efecto de “alcance” o “catch-up” (Keun, 2013), que tiene que ver con la transferencia de conocimiento y de tecnología ya probados, y con ganancias incrementales en el desempeño de las firmas; y ii) Para expandir la frontera del conocimiento, ligada al mundo de las Instituciones Generadoras de Conocimiento (IGC) y los mecanismos para que éste se cree y se acumule con criterios de calidad y pertinencia.

***Cultura y Apropiación Social de la CTI:*** La cultura de la CTI se entiende en este documento como los comportamientos, prácticas, creencias, actitudes y valores compartidos de los ciudadanos que han sido permeados por la CTI. Su promoción va más allá de la alfabetización o divulgación científica e involucra acciones que permiten establecer relaciones más horizontales y de trabajo conjunto entre actores del SNCCTI y los ciudadanos. Esta aproximación es consistente con la propuesta conceptual de León Olivé (2007), quien afirma que:

“La cultura científica [...] debería entenderse como el grado en que las prácticas sociales de diferente tipo, económicas, sociales, culturales, médicas, comunicativas, recreacionales, deportivas, etc., se ven afectadas por las prácticas propiamente científico-tecnológicas y sus resultados” (Olivé, 2007, p. 160).

En los últimos 10 años, Colombia ha hecho un esfuerzo importante por desarrollar e implementar un modelo que impacte las relaciones entre CTI y sociedad. Este modelo se basa en el concepto de *Apropiación Social*, el cual hace énfasis en la participación de la sociedad y de diversos actores del SNCTI para generar, circular y usar el conocimiento científico y tecnológico, así como las prácticas y resultados de la innovación. El proceso se caracteriza por ser intencionado, por favorecer la conformación

de redes con diversos actores y por propiciar el empoderamiento de la sociedad civil a partir del conocimiento (COLCIENCIAS, 2010)<sup>16</sup>.

Colombia es pionero en este enfoque y ha generado un modelo específico con relación a otros países de Latinoamérica, los cuales se concentran en la promoción de la cultura en CTI a través de estrategias de divulgación y enseñanza de la ciencia. Esta situación en particular impide realizar comparaciones de inversiones económicas u otros indicadores que den cuenta de los resultados de acciones relacionadas con cultura y apropiación entre Colombia y otros países de Latinoamérica.

**Gobernanza:** La política de CTI requiere de un marco institucional que propicie el entorno adecuado para garantizar el éxito de la política tanto en el corto, como en el mediano y largo plazo. De acuerdo con Maloney & Bitran (2013), el diseño de esta institucionalidad debe responder principalmente a dos desafíos: i) la dimensión sistémica de la política, vista en los componentes estratégicos anteriormente abordados; y ii) institucionalidad que facilita el engranaje del sistema para la obtención de unos resultados, a través de la definición de instancias, incentivos y reglas (tales como el financiamiento, los marcos normativos y el enfoque del diseño, evaluación y seguimiento de la política) que promuevan la participación y faciliten la articulación entre los distintos ministerios y agencias del gobierno nacional, entre el sector público y el privado, y entre el nivel nacional y las regiones.

#### 4. DIAGNÓSTICO

El país y sus regiones no han logrado impulsar el desarrollo económico y social a través de la ciencia, tecnología e innovación.

---

<sup>16</sup> En la Apropiación Social se hace conciencia de la complejidad de las interrelaciones entre los actores sociales, los contextos socioculturales y la producción de conocimiento (De Greiff A & Maldonado C., 2011). Además, se amplía la comprensión de las dinámicas de generación y uso del conocimiento más allá de las sinergias entre sectores académicos, productivos y estatales, incluyendo a las comunidades y grupos de interés de la sociedad civil (COLCIENCIAS, 2010).

#### 4.1. INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO

Teniendo en cuenta que la innovación es uno de los principales motores de desarrollo de las economías modernas (Gómez & Mitchell, 2014), que es contundente el vínculo de esta con la productividad y el desarrollo económico (Lederman & Saenz (2005) y BID (2014), y que es el resultado de un sinnúmero de factores de entorno, así como de condiciones sectoriales e incluso, internas a la empresa (CPC, 2015), es fundamental identificar los *drivers* o factores más adecuados para su promoción.

Por lo anterior, el problema del capítulo consiste establecer para Colombia los factores determinantes drivers que generan una **baja actividad innovadora y de emprendimiento en el aparato productivo**. Las causas de esta problemática se describen a continuación:

##### 4.1.1. Debilidades en los agentes y sus relaciones para innovar y realizar emprendimiento.

De acuerdo con la Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico (EDIT) del DANE, se evidencia que el porcentaje de empresas del sector manufacturero (EDIT VI) clasificadas como no innovadoras fue de 60,6% para el periodo 2009–2010, porcentaje que aumentó a 73,6% en el periodo 2011–2012. La misma tendencia se observó en los resultados de la EDIT IV de Servicios, donde el porcentaje de empresas clasificadas como no innovadoras fue de 60% para el periodo 2010–2011 y subió al 71% para el periodo 2012–2013 (OCyT, 2014).

Por otro lado, una economía más compleja y más innovadora, demanda la creación de nuevas empresas (diversificación) de mayor valor agregado (sofisticación). En 2015, el *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM, 2015), evaluó a Colombia entre 2006–2013 e identificó como diagnóstico que: i) más del 50% de las empresas nuevas se crean en sectores de alta competencia y porcentajes cercanos al 10% en sectores donde no hay competencia; ii) el 89,8 % de las empresas establecidas colombianas no usa nueva tecnología en sus procesos productivos, mientras que el 95% de las nuevas empresas están utilizando tecnologías mayores 5 años; iii) el porcentaje de empresas que logran superar las etapas nacientes y convertirse en empresas establecidas viene en tendencia decreciente (2008 = 14%; 2012 = 6%; promedio A.L 2012 = 8%); y iv) la principal razón que argumenta el 31,6% de las empresas para cerrar su operación es

que no son rentables y un 17.6% adicional, afirmó que lo hizo por problemas financieros<sup>17</sup>.

Para entender las razones que causan los anteriores hechos, la Tabla 1 muestra las debilidades de los factores determinantes de la innovación y el emprendimiento, referentes: al capital humano, la propiedad intelectual, el financiamiento, la cooperación y la cultura (OCyT (2015), el GEM (2015) y Kantis H. (2015)).

**Tabla 1: Debilidades en los factores determinantes para innovar y emprender**

Factores determinantes <sup>18</sup>	Innovación - Diagnóstico (EDIT IV - V y VI) OCyT (2015)	Emprendimiento GEM (2015) y Kantis H. (2015)
Capital Humano	Las empresas identifican como limitante la ausencia de personal calificado.	
Apropiabilidad (Propiedad Intelectual)	Bajo uso de mecanismos estratégicos de protección de las innovaciones, teniendo mayor importancia los informales (p.ej el secreto industrial) que los formales (p.ej. patentes).	Expertos consideran que deben desarrollarse mayores capacidades en cuanto al: financiamiento, la transferencia de I+D (cooperación), la propiedad intelectual, y las habilidades para crear empresa (capital humano).
Financiamiento	Bajo acceso a mecanismos de financiación pública y comercial para la innovación y el emprendimiento (los recursos utilizados por las empresas para realizar sus inversiones son en su gran mayoría recursos propios)	
Cooperación	Se evidencia una baja dinámica de cooperación para innovar entre las empresas y las entidades de soporte (p.ej. universidades y centros de I+D), dificultando el flujo de conocimiento. Las empresas optan por vincularse con sus clientes y proveedores.	
Cultura	La valoración que hace la sociedad sobre la innovación y el emprendimiento aun no es decisiva al momento de incidir positivamente en las intenciones de emprender (Kantis, 2015)	

Fuente: DNP a partir de OCyT (2015), (GEM, 2015) y (Kantis, 2015)

Respecto al Capital Humano, es necesario ampliar su alcance no solo al personal vinculado a las actividades de CTI, sino a las capacidades gerenciales. De acuerdo con estudios de Hernandez et. al (2014), *London School of Economics* (2014), Maloney & Iacovone (2014) y *World Manufacturing Production* (2014), la **calidad gerencial de las Pymes en Colombia ocupa el último lugar en Suramérica** y es similar al de Kenia y Nigeria. Además, los empresarios tienen una **percepción muy alta** de sus capacidades.

**Comentario [PATS4]:** Como limitante para qué?

**Comentario [PATS5]:** Los determinantes son del estudio, no se comparan con el GEM. Andrés, te parece buena idea sacar del cuadro el GEM y solo dejarlo en párrafo?

<sup>17</sup> Si se tiene en cuenta que el 49.2% de las empresas descontinuaron su operación debido a problemas económicos, se puede suponer que un alto porcentaje de las empresas en Colombia no tienen recursos para la inversión en innovación y por lo tanto se crea un dilema del “huevo o la gallina” (GEM, 2015).

<sup>18</sup> Cooperación (ver 0)

Estas características de las capacidades gerenciales limitan la absorción de conocimiento existente por parte del sector privado colombiano.

Adicionalmente, de acuerdo con la OCDE (2013a) y Kantis H. (2015), se advierte la existencia de dos factores determinantes adicionales en los cuales el desarrollo de Colombia es incipiente, referentes: i) la disposición de **marcos regulatorios** para la innovación y el emprendimiento, y ii) contar con adecuados **servicios de apoyo** y capacitación empresarial. Estos factores son clave particularmente en el proceso apoyo a las *start-up*<sup>19</sup>, el cual en el caso colombiano, se encuentra en una etapa temprana de desarrollo (Tabla 2).

**Tabla 2: Apoyo directo a las *start-up* en América latina - comparación 2012**

CATEGORÍA	CO	CL	MX	BR	AR
Incubadoras	Yellow	Green	Yellow	Green	Green
Servicios de apoyo y capacitación empresarial <sup>20</sup>	Red, Yellow	Red, Yellow	Red, Green	Red, Yellow	Red, Yellow
Transferencia tecnológica y spin-offs universitarias	Yellow	Green	Yellow	Green	Green
Capacitación empresarial	Red	Yellow	Yellow	Red, Yellow	Red, Green
Marco Regulatorio	Facilidad para crear/empresas <sup>21</sup>	Yellow	Yellow	Red, Yellow	Red
Tributación y legislación especial	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red

Notas: Colores = rojo (no existe), amarillo (bajo desarrollo), verde (implementado)

Fuente: Adaptado y actualizado por DNP, a partir de OCDE (2013a, pág. 13)

La existencia de debilidades en estos factores determinantes, permite explicar en parte la baja inversión empresarial en I+D. En específico, el BID (2014) y Kantis H. (2015), señalan que más del 90% de la brecha en I+D empresarial entre

<sup>19</sup> No se cuenta con una definición única para identificar estas empresas. En general, se definen o con base a su desempeño, o con base a su orientación innovadora y contenido tecnológico. Por otra parte, estos emprendimientos son innovadores y tienden a proveer soluciones a problemas emergentes o a crear nuevas demandas mediante el desarrollo de nuevas formas de negocios (OCDE, 2013a).

<sup>20</sup> Respecto al uso de las TIC como plataforma de competitividad, de acuerdo con el DNP (2015), alrededor del 50% de las personas y el 87% de los micro-establecimientos que no cuentan con conexión a Internet manifiestan no poseerla por no considerarla necesaria. Lo anterior, revela un desconocimiento de las potencialidades de las TIC para el desarrollo humano y para la productividad de los negocios.

<sup>21</sup> Fomentar la apertura de empresas no es el único factor a tener en cuenta en el fortalecimiento del sistema y el fomento del emprendimiento. Crear y fortalecer las regulaciones necesarias que faciliten el proceso de cierre de empresas es indispensable (OCDE, 2013a)

Latinoamérica y la OCDE se explican por factores de entorno, entre los cuales corresponde un 15,3% al desarrollo financiero (crédito del sector financiero), un 23,7% a la acumulación de conocimiento, un 25,8% al capital humano, un 26,0% a la estructura de producción (manufacturas alta tecnología) y el restante 9,2% a otros factores. En Colombia, la I+D representa el 0,2% del PIB de cual el 30% proviene de las empresas, mientras que en Brasil la inversión es del 1,2% (50% empresas), y en la OCDE del 2,4% (65-75% empresas).

Finalmente, a nivel departamental en Colombia, existe una gran heterogeneidad demográfica a nivel territorial y productivo, con una elevada concentración de la actividad económica en cuatro departamentos – principalmente sus capitales – (54,45 %PIB en 2013)<sup>22</sup> de los cuales Bogotá y Antioquia consolidaron el 83,4% de la inversión en I+D a nivel empresarial, seguidos por Valle, Cundinamarca y Caldas (OCYT, 2014). De acuerdo con (Llisterri & Pietrobelli, 2013), estas características en la concentración de esfuerzos y capacidades, son necesarias para el desarrollo de sólidos Sistemas Regionales de Innovación (SRI), y por tanto exigen el desarrollo de estrategias diferenciadas tanto para las regiones con estas capacidades, como para las que no lo poseen. Gráfico 4

**Comentario [PATS6]:** Por favor revisar lo que envió Colciencias relacionado con el índice sintético

**Gráfico 4.** Participación empresarial en I+D (2013) por departamento.



Fuente: Adaptado de (OCYT, 2014)

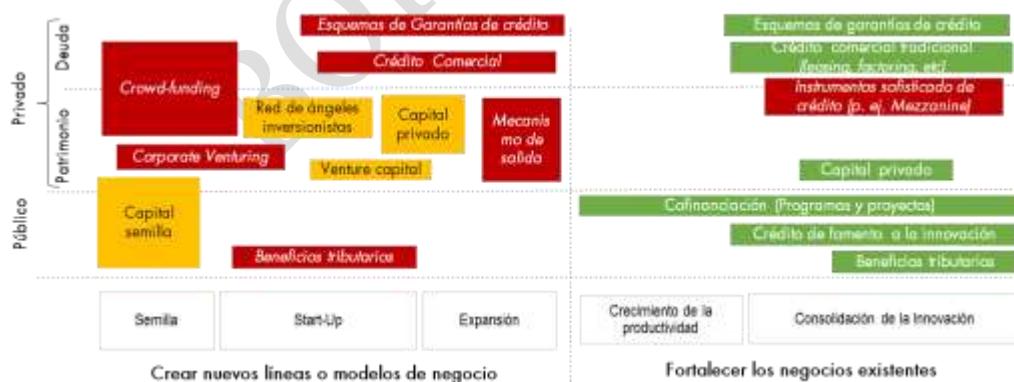
<sup>22</sup> Bogotá (24,7%), Antioquia (13,1%), Valle del Cauca (9,3%) y Santander (7,4%). (OCYT, 2014),

#### 4.1.2. Débiles mecanismos de apoyo a la financiación de la innovación y el emprendimiento.

A nivel internacional, existe un consenso sobre la necesidad y pertinencia de los países por contar con mecanismos de apoyo idóneo a la innovación y el emprendimiento que permitan solventar las barreras de acceso a la financiación público-privadas que poseen agentes, particularmente difíciles en etapas tempranas y en el desarrollo de los negocios. De acuerdo con el CPC (2015), mejorar el acceso a financiamiento incrementa la probabilidad de que las empresas lleven a cabo actividades tales como el mejoramiento de productos y procesos, la inversión en investigación y desarrollo (I+D), la solicitud de patentes o de marcas registradas, y las inversiones para fortalecer los procesos de control de la calidad.

La OCDE (2014a), en su informe *Science, Technology and Industry Outlook*, detalla los principales mecanismos de financiación directa e indirecta de la innovación y el emprendimiento, en los países miembros. De acuerdo al informe, los principales mecanismos son: Créditos Bancarios (*incluye* instrumentos *mezzanine*), Grants y subsidios (cofinanciación), Ángeles inversionistas, Venture Capital, Corporate Venturing, Crowdfunding, Incentivos tributarios, Vouchers de innovación, entre otros. En el caso colombiano, el estado de los mecanismos se detalla a continuación ( ).

**Gráfico 5: Estado actual del financiamiento en Colombia para la apoyo a la innovación y el emprendimiento**



Notas: Colores = rojo (no existe), amarillo (bajo desarrollo), verde (implementado)

Fuente: Adaptado por DNP, a partir de OCDE (2013a), CTM Innovación (2014), OCyT (2015), GEM (2015), COLCAPITAL & EY (2015) y CPC (2015)

#### Mecanismos de apoyo para crear nuevas líneas o modelos de negocio:

De acuerdo con el CPC (2015), las empresas con potencial de crecimiento son clave para la generación de empleo<sup>23</sup>, pero poseen limitadas opciones de financiamiento. En relación al Índice de Condiciones sistémicas para el emprendimiento, Colombia ocupa el noveno (9) entre 15 países de la región en materia del acceso a financiamiento para empresas jóvenes por detrás de Panamá, Chile, Perú, Brasil, Ecuador, Guatemala, México y Uruguay (Kantis, Federico, & Ibarra, 2014).

A nivel público en Colombia (Tabla 3), el principal instrumento de financiamiento de capital semilla es el Fondo Emprender del SENA (\$218 mil millones 2010–2014) contribuyendo a la creación y supervivencia de emprendimientos, sin embargo, su impacto sobre la creación de empleos y crecimiento empresarial es limitado (Econometría, 2014). Por otra parte, INNpulsa Colombia ha sido recientemente un actor clave para ofrecer Capital Semilla en etapa temprana con recursos cercanos a los \$35 mil millones entre 2012 y 2014.

A nivel privado, A 2012, existían dos (2) redes de ángeles inversionistas en el país<sup>24</sup>, que agrupaban alrededor de 125 inversionistas, solamente superado por México (292 ángeles en seis redes) y Argentina (133 ángeles en dos redes). En la actualidad, se estima que existen alrededor de 10 redes de ángeles inversionistas de diversos tamaños (INNpulsa, 2015). Por su parte, en cuanto a Fondos de Capital Privado, entre 2005–2014 en Colombia se registraron compromisos de capital para Capital emprendedor por US\$192 millones (2,4% del total)<sup>25</sup>, de los cuales solamente US\$26 millones fueron efectivamente invertidos (El promedio de América Latina es de US\$39 millones) (COLCAPITAL & EY, 2015), lo que evidencia la necesidad de

---

<sup>23</sup> Las empresas jóvenes (0–4 años), son las que muestran crecimientos de empleo más altos en Colombia, mientras que las firmas más antiguas (+15años) destruyen empleo (independiente de su tamaño)

<sup>24</sup> Redes Bavaria y Colcapital. En el informe del (CPC, 2015), se señala que estas redes han invertido cerca de US\$6,5 millones en 38 empresas

<sup>25</sup> El capital comprometido por los fondos de capital privado en Colombia ha crecido 56% promedio anual entre 2005 y 2014, hasta alcanzar un total acumulado de US\$7.742 millones. Si bien este crecimiento extraordinario de muestra que este tipo de financiamiento es cada vez más relevante en el país, es importante señalar que sólo 2,4% (UD\$192 millones) de este capital comprometido se encuentra en fondos de capital emprendedor.

aumentar las firmas atractivas para estas inversiones a través de incubadoras y aceleradoras.

En cuanto al crédito, las empresas jóvenes colombianas (1-4 años) perciben mayores limitaciones de acceso al crédito (33,9% no lo consideran obstáculo) que el resto de las firmas del país (p.ej 57,1% de las empresas de más de 40 años, no lo consideran obstáculo) (CPC, 2015). Finalmente, lo anterior identifica que el país no cuenta con instrumentos que promuevan el crowd-funding, el capital de riesgo corporativo (*corporate venturing*) y los mecanismos de salida (p.ej mercado de capitales y deuda). Lo anterior, va en línea con el diagnóstico de la OCDE (2013a), el cuál identifica un estado básico de la industria de capital de riesgo en etapa temprana (capital semilla y ángeles inversionistas), en comparación a países como Brasil y Chile.

#### **Mecanismos de apoyo para fortalecer los negocios existentes:**

Generar mecanismos que fortalezcan las empresas existentes, es clave para incrementar la sofisticación del aparato productivo colombiano. En este sentido, a nivel privado se evidencia que en empresas consolidadas el acceso a crédito por parte del sistema financiero, esquemas de garantías<sup>26</sup> y a recursos provenientes de Fondos de Capital Privado<sup>27</sup>.

A nivel público, el financiamiento de los negocios existentes ha constituido el mayor énfasis de recursos del Gobierno. De acuerdo con el mapeo de instrumentos de CTI (2010-Julio 2014), realizado por Comité Técnico Mixto de Innovación (CTM Innovación, 2014), a las entidades del gobierno central asociadas<sup>28</sup>, se identificó que de los 134 instrumentos identificados, 97 (excluyendo el SGR) se dirigían parcial o totalmente a estrategias de sofisticación y diversificación. Estos instrumentos movilizaron recursos

---

<sup>26</sup> La expedición del Decreto 1835 de 2015 el cuál reglamenta la ley 1676 de 2013 de Registro de Garantías Mobiliarias, supone un impulso importante al acceso a crédito.

<sup>27</sup> La edad promedio de empresas que acceden a estos fondos es de 19 años. (COLCAPITAL & EY, 2015)

<sup>28</sup> Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (Bancoldex, INNPulsa y PTP), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (CORPOICA), Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, COLCIENCIAS y SENA.

cercanos a los \$5,4 billones, de los cuales \$3 billones eran del presupuesto de financiamiento del gobierno central<sup>29</sup> y \$2,4 en contrapartida, (Tabla 3).

**Tabla 3: Apoyo público a la innovación y el emprendimiento 2010- Julio de 2014**

De cada \$100 de financiamiento público			
Orientación Estratégica	Fortalecer los negocios existentes	\$57	44% asistencia técnica y el 56% mejoramiento y consolidación de la innovación
	Crear nuevas líneas o modelos de negocio	\$25	63% tradicional y 37% innovadores
	Investigación y Desarrollo como insumo para la innovación	\$18	30% infraestructura CyT y 70% proyectos de investigación
Marco de Acción	Capacidades y Proyectos	\$89	Dirigidos al interior de la empresa
	Insumentos y Servicios de Apoyo	\$11	Dirigidos en fortalecer el SNCCTI

Fuente: Cálculos DNP, a partir del CTM Innovación (2014)

Los principales usuarios objetivos son las instituciones generadoras de conocimiento y de apoyo a la innovación, las empresas y en menor medida las personas. Adicionalmente, la mayoría de instrumentos se enfocaron en la desarrollo de capacidades (80/97) y proyectos (97/97), pero se evidencian falencias en las etapas de sensibilización y cultura (13/97), implementación en el mercado (35/97) e impacto de la intervención (5/97). De los instrumentos que apoyan a las empresas, se denota que: i) los instrumentos están dirigidos en general a todos los tamaños empresariales, ii) no se distingue una preferencia por el grado de innovación en las empresas, y c) Se requieren que las empresas tengan un periodo de conformación (al menos 3 años).

Finalmente, este panorama de débil actividad innovadora tanto de empresarios como emprendedores, permite concluir que: i) Los factores determinantes no poseen aún niveles adecuados para dinamizar la innovación y el emprendimiento, y ii) persisten vacíos en la infraestructura integral de apoyo a la financiación de la innovación y el emprendimiento tanto a nivel público como privado.

<sup>29</sup> i) Instrumentos verticales desarrollados en el marco de sectores administrativos (Ver Tabla 8) (número: 22/97 (27%) y monto: \$1,5 billones (49,7%)), foco en Agricultura (70%), TICs (22%) y Minas y Energía (4%) y otros; ii) Instrumentos transversales con incidencia en más de un sector administrativo (Ver numeral) (número 73/97 (73%) y monto \$1,54 billones (50,3%)) en cabeza del SENA, el sector comercio (MINCIT - BANCOLDEX) y COLCIENCIAS.

## 4.2. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA

En Colombia existen dificultades para consolidar un sistema de innovación, que facilite e incentive el flujo de conocimiento entre los diversos actores. Estas dificultades se relacionan con las bajas capacidades del aparato productivo para integrarse y sacar provecho de las dinámicas de la transferencia de conocimiento y tecnología, las cuales se desarrollaron en el capítulo anterior, y por otra, insuficientes condiciones de entorno para incentivar el flujo de conocimiento.

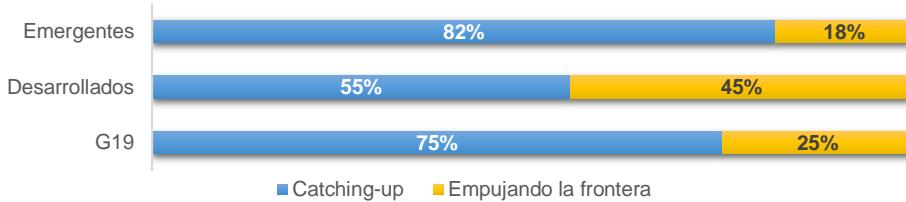
Por lo anterior, el problema identificado consiste en la existencia de condiciones insuficientes para la cooperación entre el sector productivo, público y privado en la identificación, demanda y apropiación del conocimiento y la tecnología. Las causas de esta problemática se describen a continuación.

### 4.2.1. Bajas capacidades del aparato productivo para el uso del conocimiento y la tecnología existente

De acuerdo con el CPC (2015), la gran mayoría de las firmas colombianas tienen niveles de productividad bajos y están alejadas de los líderes nacionales de cada sector. Lo anterior, sumado a los hechos identificados en innovación (ver numeral 4.1.1) plantea como reto inicial del sistema **el uso del conocimiento y la tecnología existente** (vía adopción/adaptación).

Rodrik (2007) y más recientemente el McKinsey Global Institute (2015), establecen que la innovación vía adopción/adaptación de tecnología y conocimiento existente, representa la gran oportunidad para una economía en vía de desarrollo, teniendo en cuenta las limitaciones actuales del entorno productivo para contemplar el desarrollo tecnológico como principal mecanismo de mejoramiento productivo. En cifras (Gráfico 6), aproximadamente cuatro quintas partes (82%) de la productividad potencial identificada en países emergentes vendrá de estrategias de *Catching Up* y el restante de mover la frontera (18%). Lo anterior no implica en ningún momento un agotamiento de las innovaciones como ventana de crecimiento de una economía.

**Gráfico 6: Tasa potencial crecimiento anual de productividad (%)**



Fuente: (McKinsey Global Institute, 2015)

#### ***Catching-up para el mejoramiento de la productividad***

Bajo la estrategia de *Catching Up*, Colombia ha venido trabajando el mejoramiento de la productividad a través del Extensión Tecnológica y la asistencia técnica en el sector agropecuario. A nivel del Extensión Tecnológica, el DNP, el Ministerio de Comercio Industria y Turismo y el SENA, desarrollaron entre 2013-2015 con el apoyo del Banco Mundial y la implementación por parte del Centro Nacional de Productividad (CNP), un piloto de intervención empresarial<sup>30</sup> con el objetivo de alcanzar mayores niveles de productividad, competitividad y rentabilidad. Como resultados preliminares, las 47 empresas que participaron en el programa (modalidad individual), aumentaron en promedio un 10% de ventas y 16% su calificación en calidad de la gerencia<sup>31</sup>. Tanto el (BM, 2014) como el (BID, 2014), señalan estos mecanismos de intervención como ejes clave de las políticas de innovación.

En cuanto a la asistencia técnica, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, ha desarrollado los programas de intervención a empresas y productores agropecuarios, donde se destacan el Programa Desarrollo Rural con Equidad (DRE) y el Proyecto Apoyo a Alianzas Productivas. Entre el 2010 y Julio de 2014, estos programas, para esta actividad en particular, se movilizaron más de \$800 mil millones para más de 300 mil proyectos de asistencia técnica que beneficiaron a 1,3 millones de unidades productivas agroindustriales (CTM Innovación, 2014).

<sup>30</sup> Este programa incluye que incluye el diagnóstico, el plan de mejora e implementación del plan de mejora a través de la adopción de tecnologías de gestión en productos o procesos industriales de las empresas

<sup>31</sup> Impacto (cambios en la valoración): Mercadeo (43,8% a 62,2%), Gestión Humana (41,7% a 59,2%), Producción (46,3% a 62,4%), Logística (43,3% a 58,6%) y Finanzas (48% a 61,8%).

### **Empujando la frontera de la productividad (I+D+i)**

Con miras a integrar la demanda empresarial con la oferta de conocimiento, COLCIENCIAS y el SENA han implementado el mecanismo de cofinanciación, el cual se orienta a fortalecer los vínculos entre empresas consideradas beneficiarias (subsidios entre 50% para empresas grandes a 70% para pymes) y centros de investigación y desarrollo tecnológico, centros de productividad y universidades consideradas ejecutoras, a través del apoyo a programas estratégicos y/o proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que realicen de manera conjunta.

De acuerdo con Crespi et. al (2011), las firmas participantes entre 1995 y el 2007 en las convocatorias de cofinanciación de COLCIENCIAS, obtuvieron aumentos de la productividad de un 15,3% en promedio<sup>32</sup>. Adicionalmente, se establecieron crecimientos en el empleo (12,6%), en el número de productos (9,3%) y en la participación en el mercado (3,5%). Por tanto, las ventajas que supone a las empresas en cuanto a su productividad, una mayor articulación con las instituciones generadoras de conocimiento (IGC), motivan en la presente Política de CTI, la necesidad de incrementar y consolidar el flujo de conocimiento y tecnología.

#### **4.2.2. Las instituciones generadoras de conocimiento (IGC) tienen dificultades para transferirlo al aparato productivo**

En Colombia, los vínculos entre los generadores de conocimiento (universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico) y el sector productivo son débiles (Tabla 1 - Cooperación). Lo anterior se soporta en datos de la EDIT VI, en la cual sólo el 4%<sup>33</sup> de las empresas tienen alguna relación de apoyo para adelantar ACTI con Instituciones de Educación Superior y entidades como Centros de Investigación o Centros de Desarrollo Tecnológico. Adicionalmente, de acuerdo con el (CPC, 2015),

---

<sup>32</sup> En el primer año fue del 4,6% y en el largo plazo del 35%.

<sup>33</sup> A pesar de claros los beneficios que supone la cooperación en términos de mejora de la productividad (p.ej. proyectos en cofinanciación), mejora en los resultados de investigación aplicada, mejora en la colaboración con las universidades, y el incremento de la capacidad de absorción tecnológica (Martínez-Senra, Quintás, & Caballero, 2014).

en 2012 sólo 0,7% de los investigadores colombianos están vinculados al sector productivo, cifra que es menor a la de Chile (25%), Argentina (7%), El Salvador (3%), y Uruguay (2%), lo cual limita los procesos de transferencia de conocimiento y de tecnología. Es importante señalar que Colombia presenta la participación más alta de investigadores en instituciones de educación superior de la muestra (90,5% del total de investigadores). Estos hechos tienen su origen en:

#### **Estructuras para la TCT en las IGC**

En general la infraestructura para la TCT proveniente de la IGC es débil en Colombia en comparación a países de América Latina (Tabla 4), tanto a nivel de oficinas de transferencia tecnológica (OTT), como de incubadoras y Parques científicos-tecnológicos. En el caso particular de las OTT, de acuerdo con (Barro, 2015) el 48% de las universidades cuentan con OTT, con un promedio de sólo 3 empleados (mayoritariamente destinados a actividades administrativas). Así mismo, el 27% de las universidades cuenta con vínculos a incubadoras de empresas y un 5% a parques tecnológicos.

**Tabla 4: Dotación de estructuras de transferencia en países de América Latina**

Dotación de estructura de transferencia en Universidades	CO (2014)	CL (2012)	MX (2012)	BR (2012)
OTT	% universidades con OTR	48	36,7	77,16
	Edad media de las OTT	5	4,7	5,6
	Número medio de trabajadores (OTT)	3	-	17,9
	% Personal Técnico en las OTRIS	28	57	60
INCUBADORAS	% Universidades con incubadoras	27	31,7	57,41
	Edad media de las Incubadoras	3	6,9*	7
PARQUES CyT	% de Universidades con Parques CyT	5	-	3,09
	Tributación y legislación especial	8	-	7,73

\* El dato hace referencia al año 2010

Fuente: (Barro, 2015)

Respecto al recientemente implementado programa de OTRIS (Oficinas de Transferencia de resultados de Investigación) de COLCIENCIAS a nivel regional, (Gómez & Mitchell, 2014) identificaron que estas necesitan crear redes de asociados industriales, establecer directrices para la comercialización del resultado de las investigaciones y administrar los derechos de propiedad intelectual de las universidades, parques científicos y semilleros.

En materia de emprendimientos provenientes de la academia (base tecnológica), de acuerdo con la (OCDE , 2014), Colombia presenta cuellos de botella regulatorios que impiden la creación, al menos en las universidades públicas, de Spin-Off universitarios<sup>34</sup>. Sin embargo, también se requiere de un ambiente propicio para la generación de ingresos a los investigadores y las instituciones, a través de esquemas de licenciamiento de tecnologías, consultorías y asesorías empresariales.

A nivel de regulación de los procesos de la TCT, entendida como la respuesta a la necesidad de “protocolizar” las actividades de las entidades de transferencia. De acuerdo con (Barro, 2015) en América Latina la actividad de propiedad intelectual es la más regulada y presente en más del 50% de las IES analizadas (Tabla 5):

**Tabla 5: IES que cuentan con un reglamento institucional para regular la TCT**

% IES que cuentan con reglamento institucional	CO (2014)	CL (2012)	MX (2012)	BR (2012)
Actividades de TCT	Propiedad Intelectual	52	32	73
	Licenciamiento resultados de investigación	21	-	26
	Creación de Spin-Off	28	-	10

Fuente: ( Barro, 2015 )

Estas debilidades en la estructura de TCT en la IGC tienen su consecuente efecto en el relacionamiento con el mercado. En un sondeo realizado por INNPulsa Colombia (2013) a 17 IGC, identificó que la mayoría de las instituciones (94%) declaran tener la necesidad fortalecerse en diseñar modelos de transferencia ( licenciamiento o spin-off ), así como desarrollar estrategias de comercialización ( 88% ) e identificar y analizar mercados ( 71% ), lo cual implica una insuficiente capacidad para evaluar y tomar decisiones respecto a la forma en la que se espera llevar las tecnologías al mercado. Adicionalmente, en este sondeo se identificaron ( a nivel muestral ) un total de 83 tecnologías en 26 IGC, de las cuales solo tres ( 3 ) han llegado al Estado de Licencia y ocho ( 8 ) a la Venta de Productos o Servicios; es decir, sólo el 13% han logrado algún esquema de transferencia, mientras que las demás continúan en etapas previas del proceso.

<sup>34</sup> Ver numeral 4.6.4 – Tabla 14

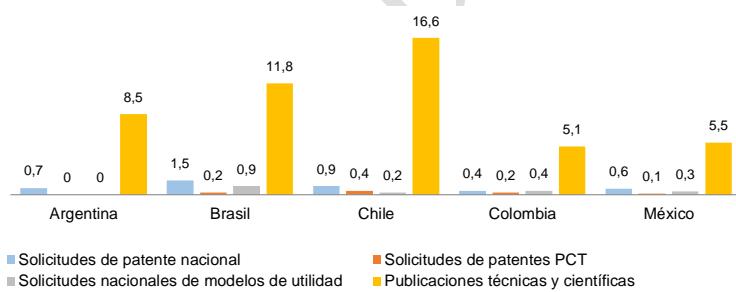
Finalmente, referente al diagnóstico de los Centros de Desarrollo Tecnológico, de Desarrollo Productivo, de Innovación, entre otros, como actores clave para la difusión y transferencia de conocimiento y tecnología al sector productivo se desarrollan en el capítulo de Investigación y Desarrollo (Ver 4.3.1).

#### **El sistema de propiedad Intelectual**

De acuerdo con la EDIT VI, el 42% de las empresas innovadoras y el 49,3% de las empresas potencialmente innovadoras, perciben al sistema de propiedad intelectual como un obstáculo para la innovación, así mismo, esta baja percepción se refleja en el bajo nivel de los productos tradicionalmente asociados a la TCT. De acuerdo, con el GII (Cornell U., 2015), en materia de producción de conocimiento y tecnología, Colombia ocupa el puesto 89 entre 141 países en el pilar “Creación de Conocimiento” (Gráfico 7) por detrás de Brasil (56), Chile (67), Argentina (71) y México (83).

**Gráfico 7. Colombia y su relación con América Latina en el pilar de Creación de**

**Conocimiento del GII (2015)<sup>35</sup>**



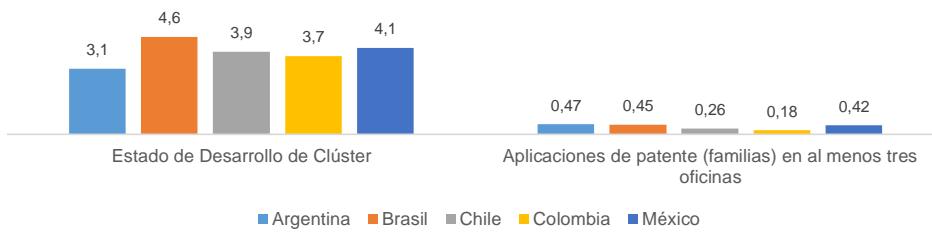
Fuente: (Cornell U., 2015)

En materia de propiedad intelectual, Colombia es un país con una baja producción tecnológica, de acuerdo con la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana – RICYT el coeficiente de invención (Número de patentes por cada 100.000 habitantes) es bajo en comparación (2004 = 0,18; 2009 = 0,29; 2013 = 0,53) con países similares como Argentina (2013 = 1,3) y Chile

<sup>35</sup> Indicadores del GII (6.1.1 – 6.1.2 – 6.1.3 – 6.1.4) unidades: app./billon PPP\$ PIB (Cornell U., 2015)

(2013 = 1,9). Los bajos niveles de patentamiento son un claro indicador de una escasa actividad de los sistemas de innovación, y también son síntoma de poca actividad colaborativa entre el sector productivo y las IGC. Muestra de ello es el bajo impacto de la producción local en materia de solicitudes de patentes ante oficinas internacionales (p. ej. USPTO, EPO y JPO) (Gráfico 8).

**Gráfico 8. Conocimiento aplicado - Patentes**



Fuente: (Cornell U., 2015)

Respecto a los pagos por utilización de propiedad intelectual en Colombia, una variable utilizada para medir la absorción de conocimiento, aumentó 5,7% promedio anual entre 2005 y 2014, al pasar de 0,08% a 0,13% del PIB. En relación con otras regiones América Latina (0,18% a 0,17%) y OCDE (0,33% a 0,45%), y países tales como Chile (0,25% a 0,60%), Brasil (0,16% a 0,25%), México (0,22% a 0,15%) y Corea (0,53% a 0,74%), el nivel de Colombia, aún es bajo.

Finalmente, acorde con (Barro, 2015) de las 288 universidades reportadas para Colombia en 2010, sólo 34 presentaban al menos una solicitud de patente y 19 tienen al menos una patente concedida. Estas universidades reportaron hasta el año 2013 un total de 239 patentes solicitadas en Colombia, 84 concedidas en Colombia y 11 concedidas en el exterior. Siendo consistentes con lo expresado por (Lizarazo, Jaime, Camacho, & Martínez, 2014) las universidades colombianas con estos resultados están haciendo esfuerzos para la creación de conocimiento orientado a la innovación y el emprendimiento.

#### **4.2.3. Débil esquema de servicios de apoyo a la transferencia de conocimiento y tecnología (TCT) y desvinculación de actores**

Existe evidencia empírica de debilidades en el marco de los servicios de desarrollo empresarial (SDE). Acorde con los resultados de un estudio efectuado por (PROPAIS, 2012), de una muestra de 178 empresarios, el 82% afirma haber contratado servicios

de desarrollo empresarial en los últimos 5 años, sin embargo, “gran parte de la actual oferta de SDE se diseña sin conocer en detalle el conjunto de la oferta local y regional, lo cual dificulta la definición de complementariedades, sinergias y la especialización”.

Este estudio, a su vez identifica un bajo nivel de apoyo al sector productivo en aspectos más básicos como lo son: la operación y logística, mercadeo, gerencia y administración. Esta falencia en la oferta ha sido caracterizada por los empresarios de la siguiente manera, (Tabla 6):

**Tabla 6. Principales falencias de la oferta SDE según los empresarios**

Principales falencias de la oferta de SDE según los empresarios	%
Alto costo de servicios (desconocen las posibilidades económicas de la mayoría de los empresarios).	88%
La oferta está altamente concentrada en las grandes ciudades	83%
Los servicios no son bien promocionados	67%
Los servicios están altamente concentrados en áreas tradicionales, especialmente en los programas de capacitación	56%
Falta de consultores empresariales con amplia trayectoria que puedan brindar asesorías específicas a los empresarios	46%
Falta continuidad en los proyectos iniciados por los oferentes	39%
Las organizaciones cuentan con poco personal especializado	31%
Baja especialización de los servicios por tamaño de empresa	30%
Baja especialización de los servicios por actividad económica	28%
Poca articulación entre los oferentes para adelantar proyectos de alto impacto	18%
Rivalidad entre los oferentes	14%

Fuente: (PROPAIS, 2012)

Sin embargo, la escasa evidencia existente sobre el estado en Colombia de los diferentes servicios de apoyo, impide profundizar en diagnósticos más precisos. Por tanto, es necesario caracterizar las entidades asociadas a la TCT a fin de establecer posteriormente, de acuerdo con el (BID, 2014), acciones encaminadas a fortalecer todo el sistema de actores que proveen servicios de extensión y sus actividades relacionadas.

#### **4.3. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

En el marco de un sistema nacional de innovación, la investigación cumple la importante función de expandir y acompañar los avances en la frontera del conocimiento, además de contribuir en la formación de capital humano para la generación, absorción y difusión del mismo. Si bien la investigación permite generar productos y soluciones que pueden ser transferidos al sector productivo, su principal contribución se encuentra en la generación de conocimiento que permitirá consolidar en el futuro la capacidad del sistema de innovación del país y en la generación de un capital humano con habilidades y

competencias adquiridas mediante la práctica de la investigación y que estarán al servicio del sector productivo, la academia y la sociedad.

Con una amplia trayectoria en la realización de investigación y desarrollo (I+D)<sup>36</sup>, las preocupaciones actuales en Colombia se centran en promover más y mejor I+D que contribuya a la transformación del país. Este propósito convoca no solo a las universidades, centros e institutos de investigación que realizan la mayor parte de las actividades de I+D que se desarrollan en el país, sino además al sector productivo.

De acuerdo con la información disponible y desde la perspectiva de los actores del Sistema, el problema identificado para la I+D es la baja generación de conocimiento de alto impacto que dé respuesta a las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo del país. A continuación se presentan evidencias y análisis de las principales causas de esta problemática que buscan ser resueltas a través de las recomendaciones de política del presente documento.

#### **4.3.1. Insuficientes capacidades para realizar I+D**

Las capacidades para llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo se consideran representadas principalmente en: i) cantidad y calidad de investigadores y grupos de investigación y ii) infraestructura de CTI disponible, entendida como el conjunto de instalaciones físicas, recursos y servicios utilizados por los investigadores para llevar a cabo actividades de I+D, tales como los centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico, laboratorios, redes integradas de instalaciones o centros de I+D, entre otros<sup>37</sup>. Adicionalmente, como elemento habilitador y potencializador de esas capacidades se considera la financiación de las actividades de I+D.

En Colombia estas capacidades están concentradas en Instituciones de Educación Superior y centros de investigación y de desarrollo tecnológico. Sobre el sector productivo la información existente es limitada, de acuerdo con las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica para la industria manufacturera y el sector servicios la vinculación

---

<sup>36</sup> La I+D comprende investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.

<sup>37</sup> La definición de infraestructura científica es adaptada de ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures): [http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index\\_en.cfm?pg=what](http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=what).

de personas en la realización de estas actividades y los recursos invertidos en I+D son escasos. Si bien la intensidad de estas actividades está relacionada con el tipo de estructura productiva del país en la cual son predominantes las industrias de baja y media tecnología, es también cierto que su realización contribuye de forma decisiva a la creación de capacidades de absorción y aprendizaje empresarial, las que estimulan la competitividad y pueden, en el largo plazo, transformar el aparato productivo (Cohen & Levinthal, *Innovation and learning: the two faces of R&D*, 1989) (Cohen & Levinthal, *Absptive Capacity: a new perspective on learning and innovation*, 1990).

Por otro lado, restricciones de los sistemas de información existentes impiden integrar en una sola fuente de información todas las capacidades para realizar I+D, tanto de origen público como privado, en los diferentes sectores económicos y de los diversos actores.

#### **Cantidad y calidad de investigadores y grupos de investigación**

De acuerdo con el *Global Innovation Index*, Colombia cuenta con 161,5 investigadores equivalentes en tiempos completos por millón de habitantes para el año 2015, número que lo ubica en el décimo lugar en América Latina y que, comparado con la media de la OCDE de 5.826 investigadores por millón de habitantes, representa un fuerte rezago a nivel internacional.

Paralelamente, a través del proceso de reconocimiento de investigadores institucionalizado en el país, en 2014 fueron reconocidos 8.280 investigadores, equivalentes a 172 por millón de habitantes<sup>38</sup>. De ellos, el 13% resultó clasificado en la categoría senior, 25% en la categoría de asociado y 62% en la categoría junior<sup>39</sup>. De estos investigadores, se estima que el 90,6% se encuentra vinculado a Instituciones de Educación Superior (IES), el 8% a entidades privadas sin ánimo de lucro, el 0,6% al

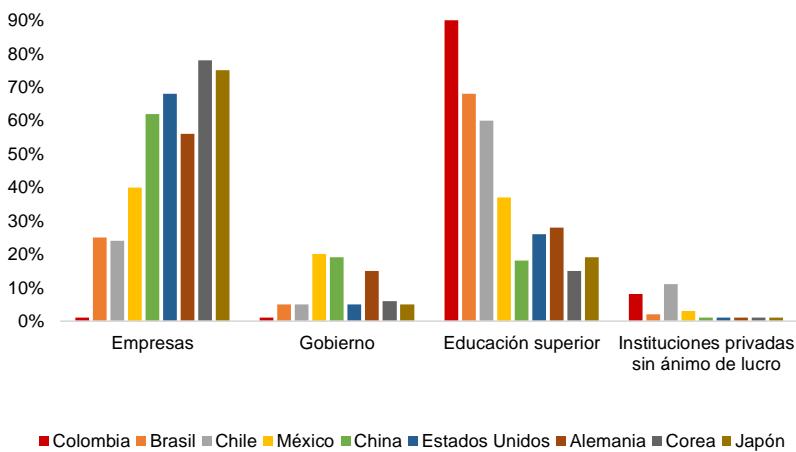
---

<sup>38</sup> Este número no es calculado con equivalencia a tiempos completos.

<sup>39</sup> El reconocimiento y la clasificación de investigadores realizada por Colciencias responde a criterios de tipificación de la actividad investigadora consignados en los términos de las convocatorias abiertas para ese propósito. En función de dichos criterios, los investigadores son agrupados en tres categorías: senior, asociado y junior. Los primeros evidencian una amplia trayectoria, con producción de nuevo conocimiento y alto impacto. El investigador asociado es un investigador con una carrera en vía de consolidación, con un número importante de publicaciones. El investigador junior es quien está iniciado su carrera investigativa.

Gobierno nacional y el 0,7% a la empresa privada, distribución que es contraria a la de países miembros de la OECD, donde los investigadores tienen una mayor participación en las actividades de I+D empresariales y públicas (Gómez-Mejía A. , 2015). El Gráfico 9 ilustra esta distribución y compara a Colombia con otros países.

**Gráfico 9.** Investigadores por sector de vinculación, 2012



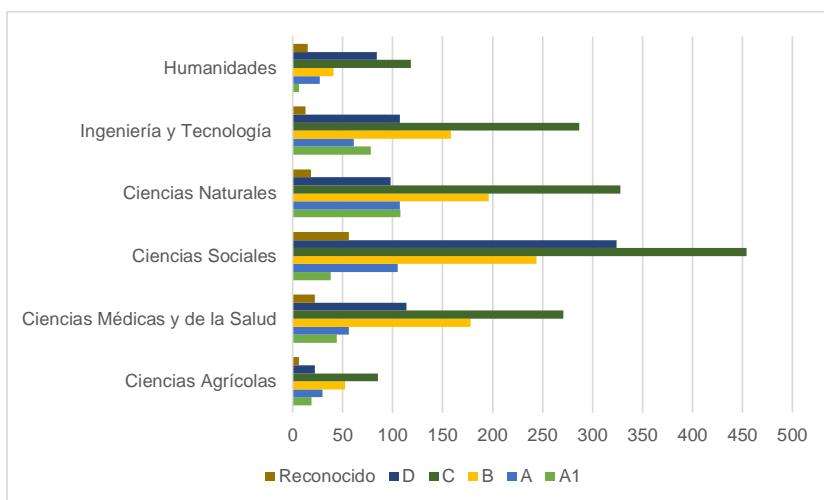
Fuente: Gómez-Mejía (2015) con base en datos del Ocyt y la Ricyt.

Además de investigadores, en 2014 Colciencias reconoció y clasificó 3.970 grupos de investigación, de los cuales apenas el 17% pertenece a las categorías superiores A1 y A, mientras que la mayoría (39%) se concentra en los grupos categoría C<sup>40</sup>. Por grandes áreas del conocimiento, la concentración de los grupos de investigación del país se da en las Ciencias Naturales (5,4%), Ciencias Sociales (30,8%) y Ciencias Médicas y de la Salud (17,3%), a los que les siguen Ingeniería y Tecnología

<sup>40</sup> El proceso de reconocimiento y la clasificación de grupos de investigación realizado por Colciencias, está basado en la observación de su trayectoria y producción científica. Como resultado de tal observación, los grupos son clasificados en 6 categorías en función de su nivel de productividad científica en un período de tiempo determinado. Son éstas: A1, A, B, C, D y reconocidos, siendo los grupos A1 los de mayor producción y dinámica investigativa, y los reconocidos, los que mostraron menor actividad (COLCIENCIAS, 2014a).

(17,7%), Humanidades (7,3%) y Ciencias Agrícolas (5,4%). En proporción al número de grupos de investigación por gran área, las Ciencias Naturales y las Ciencias Agrícolas, incluyen el mayor número de grupos mejor evaluados (categorías A1 y A). El Gráfico 10*Error! No se encuentra el origen de la referencia.* presenta la distribución de los grupos por categoría y gran área de conocimiento a la que están adscritos.

**Gráfico 10.** Grupos de investigación por categoría y gran área del conocimiento



Fuente: Colciencias, Convocatoria 693-2014

La concentración territorial es un tema de gran relevancia que caracteriza la distribución de las capacidades para I+D y que debe ser tomado en cuenta al momento de orientar las acciones e instrumentos de la política. Al respecto, el 57% de los investigadores y el 53% de los grupos de investigación se ubican en el Distrito Capital y Antioquia, a los que les siguen los departamentos de Santander, Valle del Cauca y Atlántico, que agrupan en conjunto el 19% de investigadores y el 18% de grupos de investigación. Esta distribución, representa una concentración de capacidades y de la dinámica científica en las regiones Centro-Oriente (47%) y Eje Cafetero (27%) (COLCIENCIAS, 2015).

#### Infraestructura disponible para CTI

Con respecto a infraestructura científica, existen en el país 50 centros de investigación reconocidos por COLCIENCIAS, los cuales avalan 96 grupos de investigación, es decir, el 2% del total de grupos reconocidos en el país. De estos centros, la mayoría se concentra en el área de Ciencias de la Salud (19), seguida de

las Ciencias Sociales (8) y las Ciencias Agrícolas (7) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). El 56% de ellos se ubica en el Distrito Capital, 12% en Antioquia y 12% en el Valle del Cauca.

Por su parte, los centros de desarrollo tecnológico reconocidos son 26, concentrados en los Programas de CTI en Ingenierías (6), Energía y Minería (5) y Ciencias Agropecuarias (5). Estos centros avalan 17 grupos de investigación reconocidos, es decir, el 0,4% y la mayoría están ubicados en el Distrito Capital (19), Antioquia (5) y Santander (5) (Ver Tabla 7).

**Tabla 7.** Centros de investigación y de desarrollo tecnológico por Programa Nacional

**o Área Estratégica**

Programa Nacional o Área Estratégica	No. de centros de investigación	No. de centros de desarrollo tecnológico
CTI en Salud	19	1
CTI en Áreas Sociales y Humanas	8	1
CTI en Ciencias Agropecuarias	7	5
CTI en Ambiente, Océanos y Biodiversidad	5	0
Biotecnología	4	1
Ciencias Básicas	4	0
CTI en Educación	1	1
CTI en Energía y Minería	1	1
Electrónica, Telecomunicaciones e Informática	0	2
Desarrollo Tecnológico, Industrial o Calidad	0	3
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>25</b>

Fuente: Oficina Asesora de Planeación – Colciencias, 2015

Tanto los centros de investigación como los de desarrollo tecnológico han sido objeto de estudios orientados principalmente a definir su naturaleza, proponer metodologías de caracterización y evaluación e incluso formular recomendaciones de política para su creación y apoyo. Sin embargo, en la mayoría de los casos los resultados de tales estudios o bien fueron implementados parcialmente o su continuidad se vio interrumpida, en parte, por los cambios en las prioridades de la política

nacional<sup>41</sup>. En este sentido, es necesario definir el rol de los centros de investigación y de desarrollo tecnológico en el SNCCTI desde una perspectiva de largo plazo.

La infraestructura física comprende, además del espacio en el cual se ubican los investigadores, los laboratorios, equipos e instrumentos allí situados, su disponibilidad, grado de actualización, aspectos de gestión y uso, los cuales no han sido hasta ahora sujeto de seguimiento y/o evaluación. En este sentido, el único estudio que se conoce al respecto es el realizado en 2006 por la Asociación Colombiana de Facultades de Ciencias para Colciencias, que permitió caracterizar 660 equipos robustos en 46 universidades del país, cuyo valor individual de reposición superaba los USD 20.000<sup>42</sup>. Este estudio estimó una vida útil promedio de 10 años para cada equipo, por lo que teniendo en cuenta que casi 50% de ellos tenían al momento del estudio una antigüedad superior a 5 años, la mayoría se encuentra actualmente obsoleta.

La acreditación y el cumplimiento de normas técnicas y estándares internacionales en laboratorios son también determinantes de la calidad de la infraestructura y de una I+D competitiva a nivel internacional. Según el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC, el número de laboratorios de ensayos y calibración existentes actualmente en el país es de 3.200 y solamente el 10% se encuentra acreditado para realizar ensayos y calibraciones<sup>43</sup>. En este sentido, y de cara al propósito de internacionalización del sistema nacional de CCTI y de alcanzar posiciones de liderazgo innovador en América Latina, es imprescindible mejorar las condiciones de acreditación y cumplimiento de estándares.

#### **Financiación de la I+D**

---

<sup>41</sup> Dentro de los estudios y metodologías mencionados se incluyen: Estudio de Evaluación de Impacto de los CDT y CRP en el SNI colombiano, realizado en 2006 (IKEI, 2006); Diseño y aplicación de una metodología para la caracterización de centros autónomos de investigación y desarrollo tecnológico, realizado por el Ocyt en 2010; Metodología para la evaluación del desempeño de los Centros Tecnológicos, de 2010 (CAF; IDOM, 2010); Creación y Fortalecimiento de Centros Autónomos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (ID+i) para apoyo al desarrollo científico, productivo y social del país (Colciencias, 2011).

<sup>42</sup> ACOFACIEN (2006).

<sup>43</sup> Información suministrada por la ONAC el 16 de julio de 2015 a través de correspondencia institucional.

La creación y consolidación de capacidades para investigar está estrechamente ligada a la inversión realizada en las actividades de I+D, la cual corresponde al 0.19% del PIB del país y refleja un esfuerzo inferior al de Brasil, Argentina y México, que concentran el 90% de esta inversión en América Latina después de crecimientos sostenidos en el período 2003 - 2013 (RICYT, 2014). Tal inversión es realizada principalmente por el sector público que aportó más del 54% de la inversión del país en I+D durante la última década.

La financiación de la I+D realizada por Colciencias se canaliza a través de programas y proyectos enmarcados en los Programas Nacionales de CTI y con períodos de ejecución de máximo 36 meses, aspecto que se revela como limitante para la proyección de mediano y largo plazo de la investigación, en particular de la investigación básica, cuya naturaleza exige plazos mayores.

Desde el punto de vista de la ejecución de los recursos, las IES y los centros de investigación y de desarrollo tecnológico concentraron en el período 2004 -2014 el 65,4% de las inversiones en I+D, mientras que las empresas realizaron el 23,5% y la entidades del Gobierno nacional el 5,2% de estas inversiones.

De acuerdo con cálculos de COLCIENCIAS, el país invierte aproximadamente USD88.000 en I+D por investigador, mientras que otros países latinoamericanos como Chile, Brasil y México, invierten USD190.000, USD165.000 y USD114.000, respectivamente. En consecuencia y de cara a alcanzar posiciones de liderazgo en América Latina, como lo expresan las metas del país a 2025, es necesario que el país aumente considerablemente sus niveles de inversión en I+D, guardando coherencia con la integración de nuevos investigadores al SNCCTI.

#### **4.3.2. Desbalance en el esquema de incentivos a la producción científica**

Las publicaciones son el mecanismo por excelencia para evidenciar la generación de nuevo conocimiento y alrededor de las cuales se concentra la medición de la producción científica a nivel mundial. Al respecto, mientras en Colombia se publican 6,1 artículos por cada mil millones de dólares del PIB, los países miembros de la OCDE publican en promedio 38,8 artículos (GII, 2014). En América Latina, la producción colombiana de publicaciones representa el 6,1%, ubicándose en el quinto lugar por debajo de Brasil, México, Argentina y Chile.

La dinámica de la publicación científica se relaciona con los demás productos obtenidos en los procesos de investigación, los cuales en Colombia se clasifican en

cuatro grandes tipos: i) generación de nuevo conocimiento; ii) desarrollo tecnológico e innovación; iii) apropiación social del conocimiento y iv) formación de recursos humanos para la CTel<sup>44</sup>. La categoría de generación de nuevo conocimiento, que incluye artículos científicos publicados en revistas de alto impacto, libros y capítulos de libros resultado de investigación, patentes, variedades vegetales y animales, representó el 22,8% de la producción científica nacional en el 2014, mientras que los productos de apropiación social del conocimiento<sup>45</sup> y formación de recursos humanos para la CTel<sup>46</sup> concentraron más del 73% de la producción científica y tecnológica nacional. Finalmente, el desarrollo tecnológico e industrial, que comprende diseños industriales, software, secretos empresariales, prototipos, nuevas empresas de base tecnológica y consultorías científico tecnológicas, entre otros, participa con apenas el 3,2% de la producción (COLCIENCIAS, 2014).

En relación con la generación de nuevo conocimiento, durante los últimos 5 años el número de publicaciones nacionales ha mostrado una tasa de crecimiento anual de 13,2%, superando la de países como Brasil (5,3%) y el promedio de la región (6,4%), no obstante, la citación que reciben estas publicaciones es bajo. Por ejemplo, el factor de impacto ponderado por áreas del conocimiento (*Field-Weighted Citation Impact* - FWCI) para Colombia es de 0,79, es decir, que los artículos son citados un 21% menos que el promedio mundial para artículos de la misma edad, tipo y alcance<sup>47</sup>.

Lo anterior indica que los sistemas de medición y los incentivos a la divulgación científica empleados por el Gobierno nacional, universidades y otros centros de

---

<sup>44</sup> El detalle de la tipología de productos de las actividades de investigación puede consultarse en el Anexo 5

<sup>45</sup> Esta categoría incluye, entre otros: participación ciudadana o de comunidades en proyectos de investigación, formación de redes para la apropiación social del conocimiento, eventos científicos y participación en redes de conocimiento, premios o distinciones que reconocen el impacto de la investigación o el desarrollo tecnológico.

<sup>46</sup> Esta categoría incluye, entre otros: dirección o co-dirección de tesis de doctorado, trabajos de grado de maestría y pregrado, participación en proyectos de investigación, apoyo a la creación de cursos de maestría y doctorado.

<sup>47</sup> El FWCI divide el número de citas recibidas por un artículo por el número medio de citas recibidas por los artículos en el mismo campo del conocimiento, con el mismo tipo y publicados en el mismo año. El mundo está indexado en un valor de 1,00, por lo tanto, valores superiores a 1,00 indican impacto superior a la media de citas mundial (Elsevier, 2014, p.28).

generación de conocimiento, han sido efectivos para elevar el número de publicaciones científicas pero no así su impacto, creando de esa forma un desbalance entre la cantidad y la calidad (impacto) de la producción científica nacional (Gráfico 11). Uno de los sistemas de incentivos a la producción científica más importantes del país fue creado por el decreto 1279 de 2002<sup>48</sup>. Este decreto establece puntajes para la asignación salarial de los docentes de las universidades públicas por, entre otros aspectos, su productividad académica, lo cual incluye productos como revistas especializadas, videos y obras cinematográficas y fonográficas, libros, patentes, obras artísticas, entre otros.

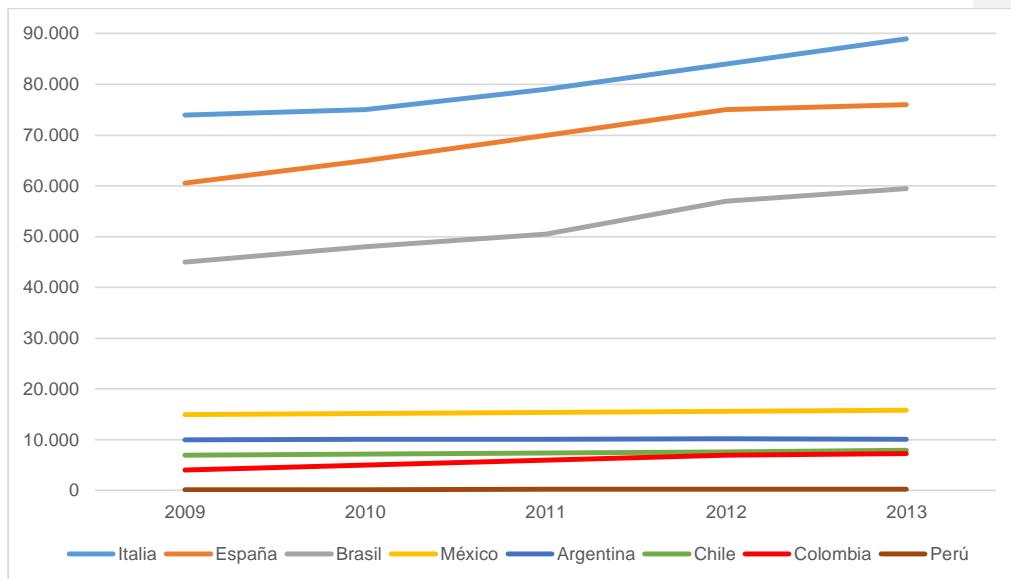
Muestra de lo anterior es la existencia de 542 revistas indexadas en el Sistema Nacional de Indexación y Homologación de Revistas Especializadas de CTel (Publindex)<sup>49</sup>, de las cuales apenas 75, equivalentes al 13,8%, están indexadas en la base internacional Scopus (cuartiles 2, 3 y 4) y 15 en la *Web of Science* (cuartil 4), es decir, el 2,8%. La existencia de este alto número de revistas en el entorno local ha desestimulado esfuerzos de los investigadores para tener sus artículos publicados en revistas con mayor influencia en el mundo científico.

**Gráfico 11. Número de publicaciones en todas las áreas para Colombia y países seleccionados, 2009–2013 por año.**

---

<sup>48</sup> Por el cual se establece el régimen salarial y prestacional de los docentes de las Universidades Estatales.

<sup>49</sup> Datos de 2014, 1<sup>a</sup> actualización de Publindex.



Fuente: Elsevier, 2014, p. 11

En relación con otros productos de la investigación vinculados a la apropiación social del conocimiento y la formación del recurso humano particularmente, es necesario el desarrollo de modelos e indicadores que permitan dimensionar su impacto, más allá de las publicaciones científicas, de acuerdo con su naturaleza y orientación hacia la sociedad.

#### 4.3.3. Baja proyección internacional de la I+D

Las colaboraciones científicas, el trabajo en red y la movilidad de los investigadores son elementos claves en la internacionalización de la I+D, toda vez que amplían el acceso a nuevo conocimiento, a infraestructura científica y tecnológica de alto nivel,

conducen a la adopción de estándares internacionales de calidad y estimulan los flujos de conocimiento, entre otros<sup>50</sup>.

En términos de redes internacionales, según datos de la plataforma Scienti de Colciencias, apenas 699 investigadores, esto es el 8,4%, participan o han participado de alguna red de conocimiento especializado cuyo nodo principal se encuentra fuera de Colombia. En total se trata de 1.261 redes en las que participan 53 países diferentes.

Por su parte, las colaboraciones científicas han evidenciado ser bastante fructíferas, incrementando los productos bibliográficos de los grupos de investigación nacionales y su impacto (Ordóñez-Matamoros et. al 2010; Elsevier, 2014). De acuerdo con Elsevier (2014), el factor de impacto por área del conocimiento del país pasa de 0,79 a 1,41 cuando se publica con pares internacionales, es decir, los artículos reciben un 41% más de citaciones que el promedio en la misma área, edad y alcance<sup>51</sup>. Adicionalmente, los autores colombianos que nunca tuvieron una coautoría internacional entre 1996 y 2013 tienen la tasa de productividad y el FWCI más bajos entre todos los científicos nacionales activos<sup>52</sup>.

Entre 2009 y 2013, el 46.1% de las publicaciones colombianas fue en coautoría con investigadores fuera del país, siendo los países con el mayor número de colaboraciones científicas con Colombia: Estados Unidos, España, Brasil, Reino Unido, Francia y México (Ibíd.).

De acuerdo con información de Colciencias, en el período 2011-2015 1.588 personas se salieron del país con propósitos investigativos, lo que representa el 19% del número actual de investigadores del Sistema Nacional de CTI, una cifra modesta si se considera el impacto esperado de este tipo de acciones sobre los procesos de I+D llevados a cabo en el país.

---

<sup>50</sup> Cabe destacar que la participación del sector productivo en procesos de internacionalización de la I+D es de difícil estimación ya que no se cuenta con datos precisos de esa dinámica de las empresas, tanto nacionales como multinacionales, asentadas en el país.

<sup>51</sup> Esta tasa aplica para publicaciones con los primeros 20 países en la lista de colaboraciones internacionales del país.

<sup>52</sup> Para ser considerado un autor activo, un autor debe tener: a) al menos una publicación en el período más reciente de cinco años (desde 2009 hasta 2013) y más de 10 artículos sobre el marco de tiempo completo de análisis (1996-2013); o b) más de 3 artículos en los últimos cinco años.

Como punto de referencia, cabe señalar que entre 2004 y 2014 apenas el 3,2% de la I+D del país fue financiada con recursos internacionales (OCyT, 2014), lo que insinúa una oportunidad para el Sistema, no solo para la ampliación de fuentes de financiamiento, sino para el aprovechamiento de flujos internacionales de I+D.

#### **4.3.4. Bajo direccionamiento estratégico de la I+D**

Los ejercicios de planeación estratégica pueden considerarse una práctica relativamente común en el marco de los Programas Nacionales de CTel, abarcando normalmente períodos entre 5 y 10 años<sup>53</sup>. No obstante, esta práctica no ha sido implementada por todos los Programas Nacionales y no ha seguido lineamientos metodológicos comunes que faciliten la articulación de la investigación con las necesidades del país y se conviertan en fuente de crecimiento y renovación de los diferentes sectores de la economía. De manera general, los planes definen líneas de acción, estrategias, metas y formas de seguimiento, no obstante el nivel de especificidad y focalización temática varía notablemente entre documentos, así como su horizonte de tiempo.

Otro ejercicio importante de planeación han sido los Planes Estratégicos Departamentales de CTI (PECTI), diseñados para cada uno de los 32 departamentos del país, los cuales establecen escenarios y estrategias en los que se vincula la investigación como factor de desarrollo regional, con horizontes de tiempo cercanos a 10 años. Los planes, sin embargo, no comparten una misma metodología y tienen un alcance estrictamente departamental. Su seguimiento y evaluación es competencia de cada departamento y no es de carácter vinculante.

Si bien estos ejercicios constituyen un avance en el propósito de orientar de forma más ordenada la actividad investigadora, es importante dar el siguiente paso y consolidar este tipo de reflexiones en torno a objetivos nacionales. De modo general, los actores

---

<sup>53</sup> Algunos ejemplos incluyen el Plan Estratégico del Programa Nacional de Ciencias Básicas 1999-2004, Plan Estratégico del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria 2005-2015 y el Plan Estratégico Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería 2005-2015 y 2016-2022. Otras entidades como el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, también han promovido la definición de planes estratégicos, como el de Investigación Ambiental, PENIA (Institutos de investigación adscritos y vinculados al MAVDT -2007).

del SNCCTI han presentado una persistente dificultad para establecer focos, definir prioridades y propósitos para la actividad científica y tecnológica. Para tener una idea, los 12 Programas Nacionales tienen más de 80 líneas de acción, con entre 3 y 18 líneas por Programa; adicionalmente, los PECTI y los Planes y Acuerdos Estratégicos en CTI definen también líneas temáticas. De esta forma, la ausencia de un marco nacional e integrador de la investigación ha impedido la consolidación de liderazgos científicos con reconocimiento a nivel internacional.

Por lo anterior, es posible señalar que los esfuerzos nacionales de planeación de CTel y particularmente de la investigación, no ha estado suficientemente articulados y no responden aún a una visión clara y compartida por todos los actores del Sistema Nacional de CTI que favorezca la articulación, disminuya la duplicación de esfuerzos, aumente la eficiencia en el uso de los recursos y haga explícita la vinculación de la I+D con objetivos nacionales

#### **4.4. CAPITAL HUMANO PARA LA CTI**

El capital humano para desarrollar ACTI concentra personas altamente calificadas que pueden incrementar la productividad laboral (OECD, 2011) (Romer, 1990) (Romer, 1986) (Lucas, 1988), así como generar mayor producción de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico (Carlino y Hunt, 2009) (Vinding, 2006). Por otra parte, el capital humano para desarrollar ACTI comprende habilidades especializadas en diferentes sectores. En el país, se ha identificado un bajo nivel de capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación. A continuación se presentan las causas de esta problemática.

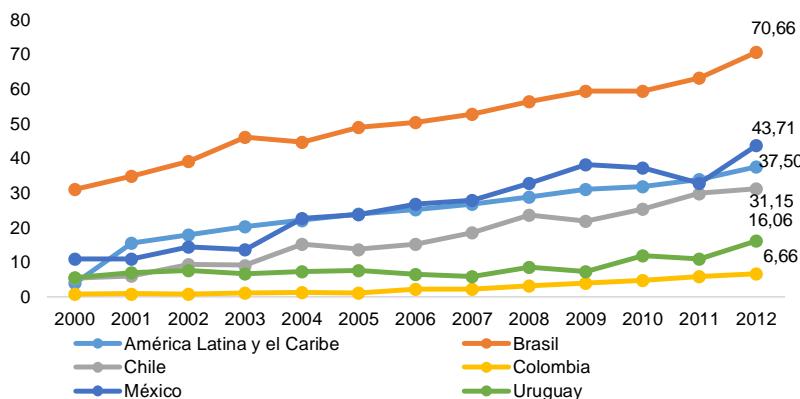
##### **4.4.1. Insuficiente capital humano para la realización de actividades de ciencia, tecnología e innovación con criterios de calidad y pertinencia**

El capital humano altamente calificado en Colombia es bajo en comparación con el promedio de América Latina. Contrastando este tipo de personal con Brasil o México se encuentran rezagos. En 2012 se graduaron 6,6 doctores por millón de habitantes, mientras que en estos dos países se registraron 70,6 y 43,7 doctores graduados por millón de habitantes, es decir que Brasil presentó 10 veces el número de personas con doctorado frente Colombia y México 8 veces. Gráfico 12.

En comparación a los países de la OCDE, se graduaron en 2003 en promedio 137 doctores por millón de habitantes. Suiza y Finlandia presentaban las mayores tasas

de graduación respecto a la población, 380 y 367 doctores por millón de habitantes respectivamente, lo cual representa cerca de 63 veces los graduados de Colombia (OECD, 2003).

**Gráfico 12. Doctores graduados por cada millón de habitantes en América Latina, 2000–2012**



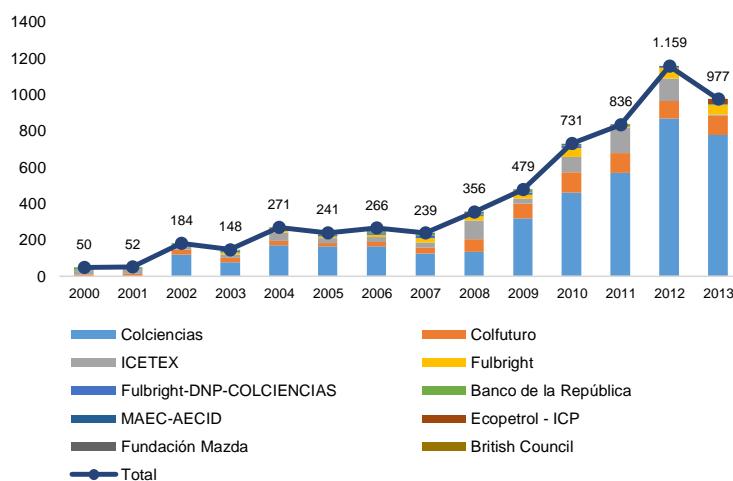
Fuente: Ricyt (2015)

Sin embargo, a pesar de reportar bajos niveles de formación de alto nivel en América Latina, Colombia ha presentado una tendencia positiva durante los últimos diez años en el apoyo a la formación doctoral. El mayor esfuerzo se realizó en el marco de la Visión 2019 de CTI, donde se estableció la necesidad de incrementar el recurso humano para mejorar las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación del país con la meta de tener 3.600 doctores graduados en 2019 (CONPES 3582 de 2009). A partir de estos lineamientos, en 2009 fue lanzado el programa “La Generación del Bicentenario”.

El Gráfico 13 muestra el apoyo a la formación doctoral en el país, destacándose incrementos significativos en el otorgamiento de becas a partir de 2009, alcanzando el nivel más alto en 2012. COLCIENCIAS, Colfuturo y el ICETEX han sido las principales entidades de apoyo. Sin embargo, este esfuerzo es insuficiente incluso para las metas previstas en el CONPES 3582 de 2009. Para graduar 3.600 doctores en 2019, el Gobierno nacional debería haber otorgado en 2015 por lo menos 3.000 becas doctorales, y en promedio entre 2010 a 2014 se han otorgado a través de COLCIENCIAS, 684 becas para la formación de doctorado en programas nacionales e internacionales, reflejando el mayor esfuerzo en 2015 con un total de 1.150 becas (COLCIENCIAS, 2015). Por otra parte, es importante señalar que este esfuerzo, en

materia de apoyo a la formación doctoral, ha representado el mayor nivel de compromiso del presupuesto de inversión de COLCIENCIAS; desde el 2009 la entidad ha dedicado en promedio el 43% de su presupuesto, y en la medida en que se han venido comprometiendo mayores recursos para las diferentes cohortes de beneficiarios, se han generado inflexibilidades para apoyar otro tipo de ACTI. De hecho, en 2014 el apoyo doctoral representó el 60% del presupuesto de COLCIENCIAS (Ocyt, 2014).

**Gráfico 13. Becas, créditos y créditos-beca para doctorado según institución oferente, 2000-2013**



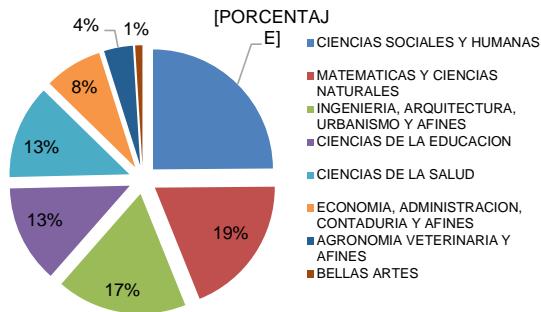
Notas: En 2010 incluye beneficiarios del programa Becas para las Regiones ofrecido en convenio por Fulbright, Ministerio de Educación, DNP y COLCIENCIAS. Para 2008, 2010, 2011 y 2012 ICETEX reportó información de becas y créditos condonables, en los años restantes solamente becas. El total se refiere al número de apoyos, no al número de personas; puede haber personas con más de un apoyo.

Fuente: Ocyt (2014) Ocyt (2013)

Otro esfuerzo importante para el apoyo a la formación doctoral se da a través de las apuestas regionales de Formación de Alto Nivel, usando como fuente de financiación los recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (FCTI-SGR). Entre 2012 y 2014, a 18 departamentos y al Distrito Capital les fueron aprobados proyectos de formación de alto nivel por un monto de \$313.391 millones provenientes del FCTel-SGR (Colciencias, 2014).

La oferta de capital humano de alto nivel también refleja la capacidad de las Instituciones de Educación Superior (IES) para formar este tipo de personal. A la fecha, el país cuenta con 205 programas de doctorado, de los cuales el 25% son del área de ciencias sociales y humanas, el 19% de matemáticas y ciencias naturales y el 17% de ingeniería y arquitectura (Ocyt, 2014) (MEN, 2015) (Gráfico 14).

**Gráfico 14.** Programas de doctorado nacional por área de conocimiento, 2015



Fuente: SNIES-MEN

Con respecto al número de graduados de programas nacionales de doctorado, entre 2004 y 2013 se graduaron 1.749 doctores, de los cuales la mayor parte lo hizo en las áreas de ciencias naturales (32%), ciencias sociales y humanas (31,3%) e ingeniería y tecnología (23%) (Ocyt, 2014). En 2013 particularmente, la mayor proporción de graduados respecto al total se registró en Bogotá D.C. (41%), Antioquia (29%) y Valle del Cauca (13%) (OCyT, 2014) (MEN-OLE, 2014).

Al analizar la calidad de los programas de doctorado nacional, se observa que solo cinco (equivalente al 2,4%), cuentan con registro de alta calidad en las áreas de Educación, Física y Medicina ofrecidos por la Universidad de Antioquia, en Agronomía de la Universidad Nacional y en Ingeniería de la Universidad de los Andes (SNIES-MEN, 2015)<sup>54</sup>.

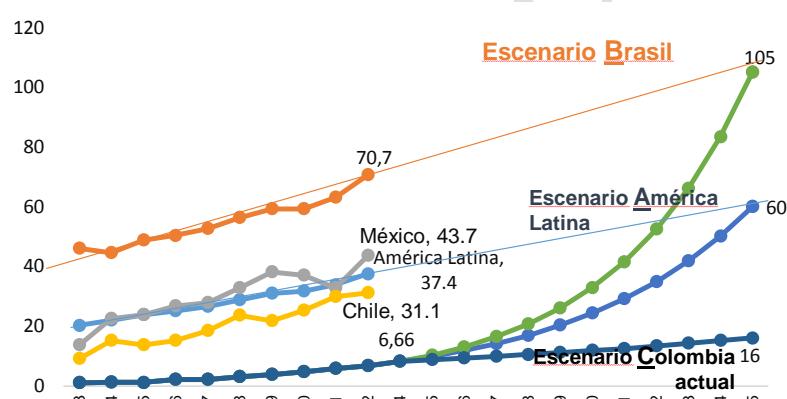
La necesidad de incrementar los esfuerzos para la formación de capital humano de alto nivel es un objetivo prioritario y estratégico si el país busca posicionarse como el tercer país más innovador de América Latina. Esto implica adquirir compromisos de

54 Los registros de alta calidad garantizan la generación de capacidades de investigación mediante la medición de criterios como la formación de los profesores vinculados, organización de los profesores y estudiantes en grupos de investigación, eventos de investigación, mecanismos para la publicación de artículos científicos, infraestructura, redes, movilidad de profesores y estudiantes de doctorado (investigadores), entre otros (MEN-CNA, 2010:6).

financiación de mediano y largo plazo para formar y especializar el capital humano con capacidades para desarrollar actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

Bajo este contexto, si Colombia quiere potenciar las actividades de CTI mediante la formación doctoral, sería necesario que el país graduara en el año 2025 60 doctores por millón de habitantes, sólo para alcanzar el promedio latinoamericano. Esto significaría graduar anualmente 3.218 doctores, otorgando desde el 2015 por lo menos 596 becas anuales adicionales (trabajo elaborado para COLCIENCIAS, Gómez-Mejía, 2015). Si el país quisiera dar un salto más significativo, alcanzando el promedio de Brasil, actual líder en este tipo de indicador, Colombia debería graduar 105 doctores por millón de habitantes anuales, lo cual significa graduar anualmente 5.631 doctores a 2025, apoyando anualmente en promedio para los próximos diez años la formación de 1.750 doctorandos adicionales<sup>55</sup>. Gráfico 15

Gráfico 15. Estimación de doctores graduados por millón de habitantes a 2025



Fuente: Trabajo elaborado para Colciencias, Gómez-Mejía (2015)

El apoyo al capital humano altamente calificado se relaciona no solo en términos de la cantidad de personas beneficiadas, sino también respecto a su contribución para

<sup>55</sup> El apoyo a la formación doctoral se estima teniendo en cuenta el número de doctores graduados a 2018 con la senda de doctores graduados de 2025 de cada escenario, por el 70.8% que es la tasa de doctores becados por COLCIENCIAS (trabajo elaborado para COLCIENCIAS, Gómez-Mejía, 2015). S

realizar CTI. En este sentido, COLCIENCIAS identificó una alta tasa de producción de nuevo conocimiento por parte de investigadores con doctorado<sup>56</sup>. En promedio los investigadores con esta formación presentaron una tasa promedio de 6,6 productos de nuevo conocimiento por investigador, frente a investigadores con maestría quienes presentaron una tasa de 3.1. Al revisar la producción total de nuevo conocimiento, los doctores contribuyeron con el 61% (COLCIENCIAS, 2015). Adicionalmente, se logró identificar que los doctores formados y becados por los recursos de COLCIENCIAS publican en promedio 39% más artículos frente a otro tipo de investigadores (COLCIENCIAS, 2014, trabajo realizado por Fedesarrollo)<sup>57</sup>.

Respecto a los productos de desarrollo tecnológico, se identificó que a pesar de que el número de investigadores con maestría registrando estos productos casi triplican el número de doctores (3.393 con maestría, 1.376 con doctorado), su producción es bastante cercana (en promedio los doctores registran 3.1 productos por investigador; frente a 4.1 de los investigadores con maestría) (COLCIENCIAS, 2015).

#### **4.4.2. Desbalance sectorial en la vinculación del capital humano para realizar actividades de CTI**

La demanda por personal altamente calificado y las habilidades para el desarrollo de CTI están directamente relacionadas con los niveles de inversión en ACTI y en I+D. En este sentido, el desbalance de vincular capital humano para CTI guarda relación con la estructura productiva nacional, en la que sectores de baja tecnología son dominantes (OECD, 2011) (Dae-Bong, 2009).

Al analizar la demanda y ubicación del capital humano de CTel por grandes sectores a nivel internacional, como se observaba en el diagnóstico de *Investigar*, la mayoría del personal se encuentra ubicado en el sector de educación superior, seguido

---

<sup>56</sup> Los productos de nuevo conocimiento hacen referencia a artículos de investigación, libros, productos tecnológicos patentados o en proceso de solicitud y modelos de utilidad, variedades vegetales y nuevas razas de animales (COLCIENCIAS, 2014)

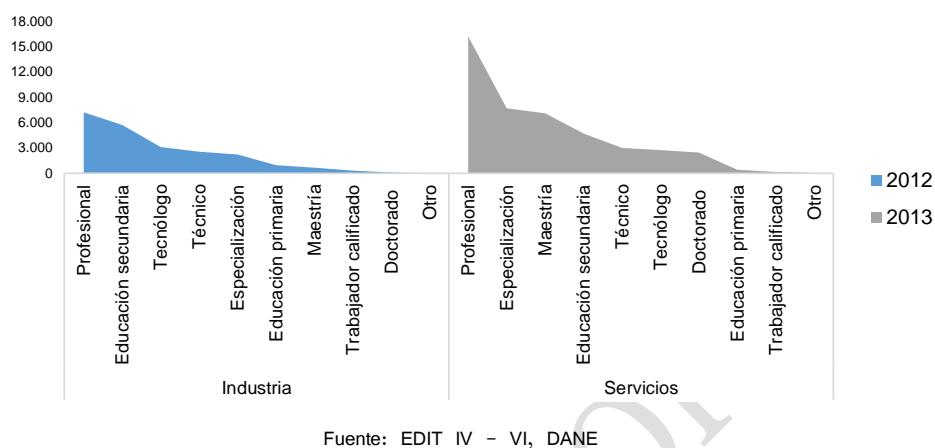
<sup>57</sup> Otros impactos identificados para la formación de doctores a través del Programa de Colciencias giran en torno a que este tipo de personal registra mayores tasas de ingresos en su cotización (30% más frente al grupo control). Por otra parte, se identificaron mayores posibilidades de desarrollo económico y social en estos beneficiarios, especialmente porque lograron acceder a mayor número de créditos (44%) y mayor capital de adeudamiento (5.760 millones) (COLCIENCIAS, 2014, trabajo realizado por Fedesarrollo).

del sector empresarial, y el gobierno. De hecho, Colombia se encuentra liderando la ubicación de este capital humano en el sector de educación superior frente a América Latina, cerca del 90% del personal que realiza I+D en el país se ubica en este sector. En países como Japón, Corea o Estados Unidos es posible identificar una tendencia totalmente opuesta a la de Colombia, dado que la mayor participación del personal de I+D se encuentra vinculado en las empresas (70%).

Esta baja vinculación de capital humano altamente calificado también se refleja en el nivel de empleo por sector y por nivel de educativo del personal de las empresas. En la encuesta de Productividad y Formación de Capital Humano del DANE se observó que la vinculación laboral de personas se concentra en niveles de educación secundaria (47% promedio), universitaria (16% promedio) y técnica (13% promedio); esto ocurre para los sectores de comercio, industria y servicios. Sin embargo, al analizar, la demanda de personal con mayor nivel de educación, se observa que los empresarios tienden a aumentar la vinculación laboral de personas con niveles de maestría y doctorado cuando son de origen internacional (DANE, 2012).

Al profundizar en el tipo de vinculación de capital humano para realizar ACTI en las empresas, se observa una tendencia a especializar el personal vinculado en el sector servicios, con una alta participación de profesionales (36.4%), personal con especialización (17.3%) y maestría (15.9%). Igualmente, se registra una mayor participación de doctores (5.5%) (EDIT IV-DANE, 2013). Esto no ocurre con el sector manufacturero, de hecho éste tiene una relación opuesta, allí se evidencia una mayor participación de profesionales (31.5%), personas con educación secundaria (25.3%), tecnólogos (13.5%) y técnicos (11.1%) y con menos participación del personal con maestría (2.9%) y doctorado (0.41%) (EDIT VI-DANE, 2012) (Gráfico 16). Al indagar en las áreas de formación del personal que participa en ACTI en las empresas, se identifica que el 33% son personas con formación en Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y Afines, 27% son de áreas sociales, y el 19% de las áreas de Salud, estos resultados también plantean retos importantes en cuanto a las áreas de conocimiento que se requieren para mejorar la productividad de las empresas, especialmente sobre la oferta de capital humano en áreas que puede ayudar a la resolución de problemas con mayor asertividad, que de acuerdo con el Banco Mundial (BM, 2009) se puede acelerar mediante la formación en áreas como ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (*STEM* por sus siglas en inglés).

**Gráfico 16. Personal por nivel de educación que participó en la realización de ACTI en el sector manufacturero y servicios, 2012-2013**



Fuente: EDIT IV - VI, DANE

Estos resultados reflejan las dificultades del sector productivo para aprovechar y absorber capital humano con conocimiento y habilidades para desarrollar CTI. Por un lado, se observa que vincular este capital implica incrementos en los costos del personal; en promedio el salario de un magíster y un doctor se encuentra entre los 4 y 7 millones de pesos mensuales (MEN-OLE, 2015), mientras que el salario de técnicos y tecnólogos oscila entre el 1.2 y 2.1 millones de pesos (MEN-OLE, 2015)<sup>58</sup> La vinculación de técnicos y tecnólogos en las empresas, por otra parte, puede aportar al desarrollo de ACTI, siempre y cuando este personal tenga las habilidades para hacerlo; sin embargo, al revisar la oferta de los programas técnicos y tecnológicos se encuentra que la mayoría se han concentrado en generar habilidades que no necesariamente contribuyen a realizar ACTI, y menos I+D. Las principales áreas de formación técnica y tecnológica con mayor certificación han sido en temas como Ventas y Servicios

<sup>58</sup> Es importante mencionar que si bien, los empresarios pueden disminuir costos vía vinculación de personal menos calificado, éstos pueden incrementar al identificar los niveles de eficiencia para generar nuevos productos. Como se mencionaba previamente la producción de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico se encuentra asociado a mayores niveles de formación del capital humano (Carlino y Hunt, 2009) (Vinding, 2006).

(22.2%), Finanzas y Administración (17.8%), y Salud (17.5%) (MEN, 2015).

Por otra parte, aunado a la baja absorción de las empresas de capital altamente calificado para desarrollar actividades de CTI, especialmente doctores, los empresarios no presentan interés por vincularlo, el 68% de las empresas de los sectores de industria, comercio y servicios afirmaron no tener interés en vincular doctores en las empresas. El único sector que presentó mayor interés por vincular este tipo de capital fue el sector servicios (45% de las empresas manifestaron este interés) (DANE, 2012).

En un ejercicio piloto, COLCIENCIAS financió la vinculación de doctores en empresas durante dos años. Los resultados arrojaron productos importantes en términos de nuevos procesos (29.2%), mejoramiento en la productividad (20.8%), nuevos métodos de comercialización (12.5%) y reducción de costos (12.5%), especialmente para las empresas que ya contaban con unidades de I+D (COLCIENCIAS, 2014). Para aquellas que no contaban con experiencia en ACTI, se produjo la creación de unidades de I+D, así como acceso a redes del conocimiento (COLCIENCIAS, 2014). A pesar de estos resultados, la mayoría de las empresas decidieron no continuar con el apoyo de doctores al no querer asumir estos costos, de 24 empresas que fueron apoyadas, solo 2 emplearon a los doctores una vez finalizó el apoyo de COLCIENCIAS (COLCIENCIAS, 2014).

La baja propensión del sector productivo a vincular personal altamente calificado para CTI, se extiende también al sector público. La ausencia de incentivos gubernamentales para vincular y mantener personal de alto nivel, especialmente los procesos de convalidación de títulos, se identifican como obstáculos. De acuerdo al MEN, el capital humano vinculado del sector público son funcionarios con especialización, pero solo cerca del 2% formación a nivel de maestría y doctorado, siendo sólo el 0,005% funcionarios con doctorado (MEN-OLE, 2015) (Anexo 6).

Finalmente, a pesar de que la mayor parte del personal de I+D es vinculado en el sector educación (78% de los doctores formados son docentes (MEN, 2015)), el capital humano altamente calificado aún no es suficiente para incrementar la calidad de las universidades del país y se encuentra lejos del promedio de América Latina. De hecho, el MEN identificó la necesidad de vincular por lo menos 3.000 nuevos docentes con doctorado por año si el país busca alcanzar en 2025 los promedios latinoamericanos en términos de calidad universitaria, esto es pasar de 7.300 a 10.000 docentes. Si se quisiera realizar un salto con mayor ambición y alcanzar el líder en

este indicador (Chile) sería necesario vincular 4.700 nuevos docentes con doctorado pasando a 11.700 (MEN, 2015).

#### **4.5. CULTURA Y APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CTI**

Existen esfuerzos importantes para el desarrollo de la cultura de la CTI a través de Apropiación Social, como lo son la formulación de una política (2005), el diseño de una estrategia nacional (2010), la cual ha fomentado el desarrollo de proyectos en el marco de cuatro líneas de acción: participación ciudadana, comunicación con enfoque en la relación entre ciencia, tecnología y sociedad, transferencia e intercambio de conocimiento y gestión del conocimiento para la apropiación social. Estos proyectos y actividades han contado con una inversión de recursos públicos de COLCIENCIAS, cercana a los doce mil millones de pesos en los últimos cuatro los años. Esta inversión resulta baja en la medida en que, por un lado, no logra dar respuesta a la demanda de los actores, y por otro, no permite generar instrumentos estables; en los últimos cuatro años solo se ofertaron 11 convocatorias para acceso a recursos públicos, de forma intermitente.

Lo anterior implica la presencia de bajos niveles de apropiación social de la CTI en las prácticas de la vida cotidiana, que limitan la promoción y fomento de una cultura de la CTI<sup>59</sup>. A continuación se profundiza en los tres problemas específicos identificados.

##### **4.5.1. Desarticulación de actores que promueven, gestionan y desarrollan procesos de apropiación social de CTI**

En el proceso de promoción, gestión y desarrollo de acciones para la Apropiación Social de la CTI, se presenta una desarticulación de los actores del SNCCTI<sup>60</sup>, en la

---

<sup>59</sup> Esto corresponde con lo expresado por los participantes de los talleres regionales para la estructuración del presente CONPES, quienes plantearon que el bajo nivel de apropiación social se presenta tanto por la desarticulación de actores que la promueven, gestionan y desarrollan, como también por la baja participación de los ciudadanos en actividades y prácticas de CTI.

<sup>60</sup> Los actores identificados son: entidades gubernamentales de orden nacional, regional y departamental, la sociedad civil, asociaciones de usuarios y consumidores, organizaciones sociales, museos y centros interactivos de ciencia, empresarios y sectores productivos, universidades y sector académico, centros de desarrollo científico y tecnológico, entre otros (COLCIENCIAS, 2010, p.25) (García Solarte, Medina Vásquez, & González, 2013).

medida en que los ciudadanos no reconocen quiénes desarrollan actividades de CTI, y por ende, qué entidades posibilitan estas acciones. Del 100% de los consultados en la III Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, solo el 26,3% mencionó (en el caso de la ciencia) y el 22,9% (en el caso de la tecnología) el nombre de una entidad encargada de esta labor, evidenciando que en promedio el 75,4% de los encuestados no reconocen a otros actores del Sistema (Daza-Caicedo y otros, 2014). Su reconocimiento se concentra en Universidades y algunas entidades del gobierno nacional, dejando por fuera a actores como la sociedad civil, ministerios como TIC, Industria y Comercio, centros interactivos de ciencia, centros de desarrollo tecnológico, empresarios, organizaciones sociales y comunitarias, por mencionar algunas.

En la dinámica del SNCCTI, existe poco reconocimiento a varios actores claves en los procesos de apropiación social como lo son la sociedad civil, las asociaciones de usuarios y consumidores, las organizaciones comunitarias, los empresarios, entre otros. En la II Consulta a la Comunidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2013), se identificó como actores actuales a COLCIENCIAS (68%), Instituciones de Educación Superior Nacionales (63,7%) y Centros de Investigación Nacionales (48,2%); solo son visibles los actores de organizaciones ciudadanas y/o comunitarias (entes territoriales especiales) en un 16,7% y solo se reconoce a entidades de apropiación social de la CTI en 11,4%, mayoritariamente en las regiones de Centro Oriente y Cafetera. Sin embargo, para el reconocimiento de actores de SNCTI en el escenario futuro entre el 2013 y 2019 las mismas entidades aumentan en un 28,3% las entidades de apropiación, con un incremento en las respuesta de actores de la región pacífica (García Solarte, Medina Vásquez, & González, 2013).

A partir de la necesidad de identificar quiénes desarrollaban actividades de apropiación social de CTI, COLCIENCIAS apoyó, entre 2009 y 2010, el financiamiento y acompañamiento del Centro de Recursos para la Apropiación Social del Conocimiento, liderado por el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología Maloka, en el que se adelantó un estudio para la identificación de 200 iniciativas de apropiación social del conocimiento y en el que se evidenció la participación de nuevos actores que en su momento no habían sido reconocidos, tales como la sociedad civil organizada, los empresarios y los

organismos del Estado. Por otra parte, se mostró la poca participación de los investigadores para realizar acciones para la apropiación social (Pérez-Bustos, Franco Avellaneda, Lozano Borda, Falla, & Papagayo, 2012)<sup>61</sup>.

Ligado a la identificación de actores, se evidenció también su desarticulación, asociada a los escasos mecanismos e incentivos para el trabajo colaborativo. A partir de ello y siguiendo con las líneas de acción de la Estrategia de Apropiación Social de CTI, desde COLCIENCIAS se desarrollaron dos programas experimentales: *Ideas para el Cambio*, iniciativa que ha apoyado la comunidad científica y comunidades organizadas en 24 proyectos (2013) para el desarrollo de soluciones tecnológicas a problemas sociales y ambientales, y *A Ciencia Cierta*, el cual ha reconocido la gestión del conocimiento científico-tecnológico en interacción con el saber tradicional y popular de comunidades organizadas, para el fortalecimiento de proyectos de desarrollo local mediante la CTI.

COLCIENCIAS sumó a lo anterior el desarrollo de convocatorias desde el año 2011 en la línea de comunicación de la ciencia y en metodologías para la apropiación social de CTI, que aunque han contribuido a dar dinámica al sistema en esta línea, son insuficientes en cuanto al problema identificado.

#### **4.5.2. Baja participación de la ciudadanía en actividades de CTI**

La participación ciudadana en CTI se entiende como “un proceso organizado que posibilita el intercambio de opiniones, visiones e informaciones entre diferentes grupos sociales, y asimismo propicia diálogos sobre problemáticas en las cuales el conocimiento científico-tecnológico desempeña un papel preponderante” (COLCIENCIAS, 2010: 26).

En la II Consulta a la comunidad del SNCTI se evidencia que los perfiles de producción con relación en temas de CTI existe una proporción en artículos científicos mayoritariamente (82,53%) muy alta a diferencia de las innovaciones sociales (10.24%), métodos y prácticas organizacionales innovadoras (6,21%) y productos con base en conocimiento ancestral y/o comunitario (5,18%) (García Solarte, Medina Vásquez, & González, 2013: p. 151); sin embargo, en esta misma consulta al

---

<sup>61</sup> Se suman a estos esfuerzos la caracterización hecha por la Fundación Universitaria del Área Andina en el departamento de Risaralda, quienes identificaron y caracterizaron los actores regionales de CTI, con el fin de consolidar un “Modelo de Gestión para la promoción de la cultura científica en Risaralda” (Duque, 2014).

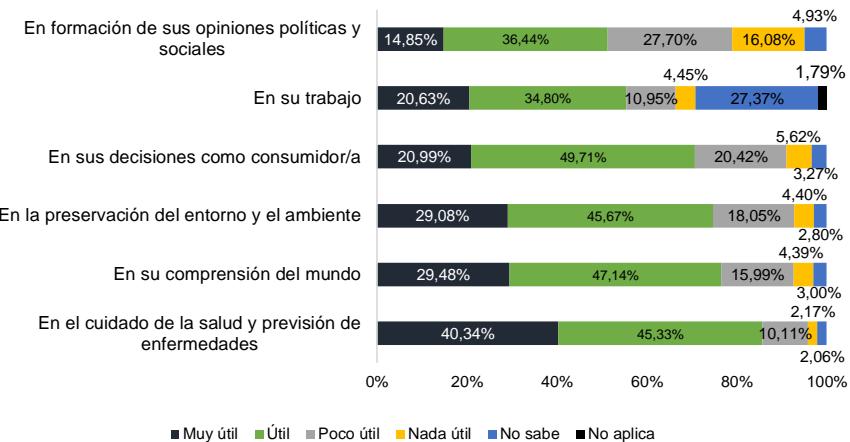
preguntar sobre el perfil de la producción futura, los provenientes de innovaciones sociales aumentaron a un 25,95%, y los productos con base en conocimiento ancestral y/o comunitario a un 12,7%. Esto evidencia que la comunidad del SNCTI reconoce en un futuro aquella producción que favorece la participación activa de la sociedad civil (p.167 ).

A propósito de las acciones cotidianas de los ciudadanos en relación con el conocimiento científico y tecnológico, en la III Encuesta de Percepción se midió el interés de los ciudadanos sobre la utilidad de este conocimiento para una variedad de prácticas cotidianas. Las categorías “útil” y “muy útil” fueron dadas en mayor medida a aquellos desarrollos en CTI que permiten el “cuidado de la salud, previsión de enfermedades y la comprensión del mundo, y con un menor porcentaje de utilidad la formación de opiniones políticas y sociales” (Daza- Caicedo, y otros, 2014: 90-91) (Gráfico 17).

Adicionalmente, en los hallazgos preliminares del estudio “¿Qué cuentas?” (CE&OTB, 2015)<sup>62</sup> financiado por la Unidad de Desarrollo e iNNovación de Bancóldex, iNNpulsa, señala que aunque los participantes quieren tener ideas con potencial de generar cambios en la sociedad, sus iniciativas de cambio se limitan por falta de motivación y de recursos (incluyendo conocimiento) dados en el momento oportuno.

**Gráfico 17. Utilidad percibida del conocimiento científico y tecnológico**

<sup>62</sup> “¿Qué cuentas?” (2015), estudio realizado por el Consorcio CE-OTB (CE = Cognitive Edge; OTB = Out of the blu) para iNNpulsa Colombia, actualmente en fase de hallazgos preliminares. El estudio involucró 5.040 participantes de 5 ciudades con una metodología que hace uso de la tecnología SenseMaker® para analizar historias contadas libremente a partir de un texto o imagen. El estudio ¿Qué cuentas? (2015) es diseñado para indagar por los valores, creencias, actitudes y comportamientos alrededor de la innovación en Colombia.

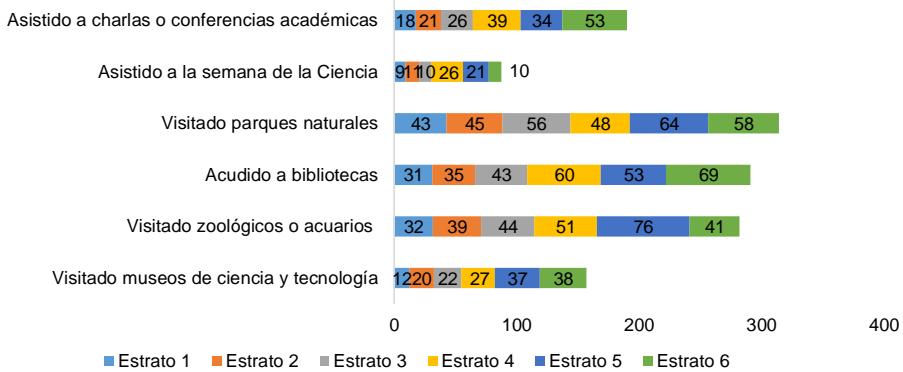


Fuente: (Daza- Caicedo, y otros, 2014: p. 91)

Frente a los espacios como museos de ciencia, centros interactivos, jardines botánicos, y zoológicos que favorecen el intercambio de conocimientos entre expertos y ciudadanos, el país cuenta con 38 instituciones respecto a los 272 que posee Brasil y 58 de México (Massarani, y otros, 2015)<sup>63</sup>. Estos espacios de encuentro con la CTI, junto con las semanas nacionales de la CTI, las conferencias o charlas académicas, contribuyen a consolidar condiciones para la apropiación social. Sin embargo, se identificó en la III Encuesta Nacional Percepción que son los colombianos de estratos altos, que trabajan o estudian y con poca o nada afinidad religiosa, quienes tienden a hacer mayor uso de estas actividades (Daza- Caicedo, y otros, 2014: P. 135) Gráfico 18

**Gráfico 18. Pregunta: En los dos últimos años usted ha asistido a... según estrato socioeconómico**

<sup>63</sup> Fuentes \*Sistema de Información de Museos Colombianos (SIMCO) y \*COLCIENCIAS



Fuente: (Daza- Caicedo, y otros, 2014: p. 134)

Nota: Cifras en porcentaje. Los datos no suman 100 porque cada opción es independiente, además, se construyeron sobre las personas que respondieron sí a cada opción sobre estrato económico.

Adicionalmente, y de forma consistente con esos resultados, los hallazgos preliminares del estudio “¿Qué cuentas?”<sup>64</sup> financiado por la Unidad de Desarrollo e Innovación de Bancóldex, iNNpulsa Colombia, con el cual se pretendía explorar los valores, creencias y comportamientos de los colombianos alrededor del emprendimiento y la innovación, señalan que si bien los participantes tienen iniciativas de cambio, la falta de motivación, de talento personal y de recursos en el momento apropiado (incluyendo conocimiento) son constantes limitaciones. Los resultados parciales del estudio también revelaron que aun cuando la colaboración y la negociación se perciban como elementos valiosos, el talento y las herramientas individuales son las que mayor preponderancia tienen en la realización de proyectos. Los participantes tienen una visión centrada en el hoy pero con una fuerte atención al futuro que aún no se materializa en una visión de futuro concreta o colectiva.

Frente a las limitadas estrategias de comunicación pública de la CTI, se observa que si bien el consumo de medios de los colombianos tiende a los productos

<sup>64</sup> “¿Qué cuentas?” (2015), estudio realizado por el Consorcio CE-OTB (CE = Cognitive Edge; OTB = Out of the blue) para iNNpulsa Colombia, actualmente en fase de hallazgos preliminares. El estudio involucró 5.040 participantes de 5 ciudades con una metodología que hace uso de la tecnología SenseMaker® para analizar historias contadas libremente a partir de un texto o imagen.

audiovisuales, los medios virtuales y la radio, cuando de acceder a información científica tecnológica se trata, las personas tienden a consultar e informarse en canales de televisión por suscripción, lo que refleja poca oferta de productos televisivos en los medios nacionales. El uso de Internet para consultar información de ciencia representa el 29,8% y en tecnología el 40,04%; al preguntarles dónde obtienen información se menciona a Google y la enciclopedia libre Wikipedia (Daza- Caicedo y otros, 2014: p. 50).

Respecto a los modelos educativos que fomenten la cultura científica, los valores y las dinámicas de producción de conocimiento, así como la oferta educativa no formal e informal, se ha podido identificar que los valores con mayor recordación en la infancia han sido obediencia (97,44), disciplina (96,9) y generosidad (94,4%); mientras que valores como la curiosidad o la mentalidad abierta se evidenciaron en el 72% y el 60% de los casos encuestados (Daza- Caicedo, y otros, 2014: p. 95). Estos resultados reflejan la relativa debilidad de valores asociados con la producción y uso de conocimiento científico-tecnológico desde la infancia, la cual termina reflejándose en la baja capacidad del país para formar semilleros de investigación e iniciar con una vocación temprana para las actividades de CTI, tanto así que a la pregunta. “¿Quién despertó su interés por la ciencia y la tecnología?”, el interés que generan modelos formales de educación como colegio y universidad, no supera el 31.93% (Daza- Caicedo, y otros, 2014: P. 89).

Fortalecer el espíritu científico y los valores para la investigación es una labor a realizar desde las primeras edades. En este sentido, durante los últimos 20 años COLCIENCIAS ha venido apoyando la generación de habilidades para la CTI a través del Programa ONDAS, logrando llegar a más de 3 millones de niños y jóvenes en 32 departamentos del país (61% de municipios) (COLCIENCIAS, 2013) (Anexo 7). También se ha identificado avance en la implementación de este programa a través de recursos provenientes de las regiones en el marco del FCTI-SGR (6 proyectos, \$80.472 millones) (COLCIENCIAS, 2013). Sin embargo, aún siguen evidenciándose dificultades en la implementación del programa en términos de cobertura para algunos departamentos, así como fallas en el seguimiento y la evaluación de los resultados

obtenidos por el mismo en niños, jóvenes, maestros e instituciones (Fedesarrollo, 2015).

En los últimos cuatro años se ha apoyado a 4128 jóvenes investigadores y 404 semilleros de investigación<sup>65</sup>. Estas acciones han logrado establecer vínculos con grupos y centros de investigación y desarrollo tecnológico con el objeto de promover la apropiación de métodos y conocimientos del quehacer científico y tecnológico; el Programa de Jóvenes Investigadores tiene una estimación representa el 60% de la demanda de jóvenes que se acercan al gobierno nacional para recibir los beneficios del programa, por esta razón es necesario realizar acciones para generar una mayor cobertura, y seguir fortaleciendo las actividades de ciencia y tecnología en el país.

Asimismo, durante los últimos cuatro años, iNNpulsa Colombia ha desarrollado diversos instrumentos con el objetivo de transformar las barreras mentales y culturales que frenan la promoción de una cultura favorable a la CTI y la apropiación social de la CTI. Es el caso de Héroes Fest, una iniciativa que ha sido diseñada desde la aproximación de sistemas complejos con el marco teórico Cynefin, habiendo identificado las principales barreras para promover un entorno más emprendedor e innovador en Colombia con un método basado en ciencia cognitiva. Este instrumento está orientado a consolidar un movimiento de creadores basado en la colaboración para diseñar el futuro y desatar el cambio que transforma a Colombia a través de la educación, la ciencia, la tecnología, la innovación y el emprendimiento apalancados en visión, pasión, determinación y colaboración.

De igual forma, a través de la Gira de Empresarios Extraordinarios se han creado espacios que buscan fomentar la interacción entre empresarios exitosos y emprendedores para inspirar y transmitir experiencias y buenas prácticas, conectar y disponer el diálogo, la identificación de oportunidades y las relaciones colaborativas, e instruir y poner en práctica la transferencia de conocimientos y la generación de capacidades.

Por último, vale la pena destacar la creación de la agencia de noticias ColombiAINN como estrategia para posicionar el tema de la innovación empresarial y el

---

<sup>65</sup> Datos consolidados por el Programa Nacional de Jóvenes Investigadores de COLCIENCIAS, durante los años de 2011 al 2014.

emprendimiento en las agendas nacional y regional, visibilizando testimonios de vida de empresarios que lideran de manera exitosa un emprendimiento.

#### **4.5.3. Débiles sistemas de seguimiento e indicadores de impacto a los procesos de Apropiación Social de la CTI**

Por otra parte, han sido limitados los instrumentos de medición y seguimiento para los procesos de apropiación social, lo cual dificulta el rediseño o creación de estas actividades sobre la base de evidencia acerca de su impacto en la promoción y fomento de una cultura favorable a la CTI.

El estudio “Diseño de un sistema de información y monitoreo para la evaluación del programa Ondas” indica que utilizar instrumentos de evaluación de los programas, es fundamental en tanto que su utilización genera capacidad de reacción frente a los problemas de carácter operativo que se presentan y permite conocer el punto de vista de los usuarios y los resultados del programa (Fedesarrollo, 2015).

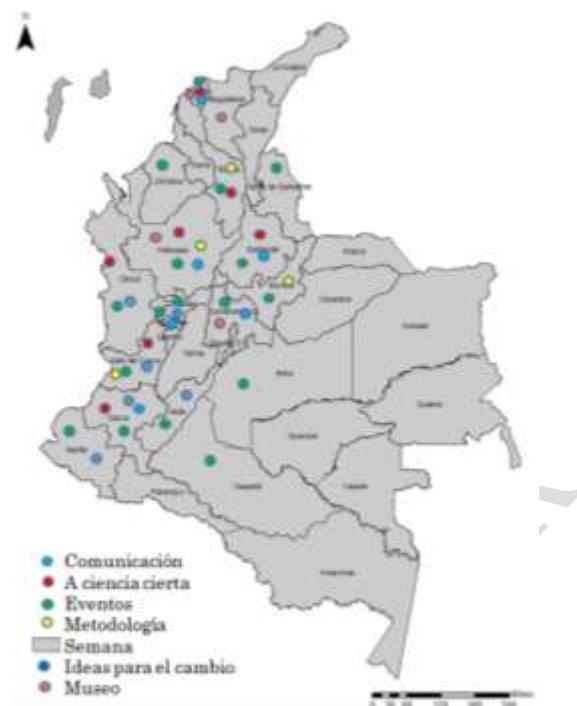
COLCIENCIAS realizó a través de consultoría externa la evaluación del proceso de convocatorias de apropiación social que se desarrollaron entre el 2011 y 2013 con recursos de la Banca Mundial. Con el Instituto CINARA<sup>66</sup> se realizó la sistematización, evaluación metodológica y levantamiento de la línea base del proyecto *Ideas para el Cambio* (Cinara, 2014). Con el Centro de Investigación Económica y Social - Fedesarrollo se realizó la evaluación de impacto y análisis costo-beneficio de los programas de formación de capital intelectual de COLCIENCIAS: jóvenes investigadores y el diseño de un sistema de información y monitoreo para el Programa Ondas.

A pesar de contar con estas evaluaciones, se evidencia la necesidad de identificar una batería de indicadores que permita a los actores del SNCCTI medir las representaciones y valores alrededor de la CTI (Daza- Caicedo, y otros, 2014), Gráfico 19

**Gráfico 19. Cobertura Estrategias de Apropiación Social, 2012**

---

66 Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico – Cinara); análisis Costo Beneficio de los programas de formación de capital intelectual ofertados por Colciencias, Jóvenes Investigadores y Becas de Doctorados (Fedesarrollo, 2015) y diseño de un sistema de información y monitoreo para la evaluación del programa Ondas



Fuente. Colciencias

En total en el periodo de 2011 al 2014, COLCIENCIAS realizó 229 actividades relacionadas con acciones para apoyar la construcción de una cultura de CTI, a través de iniciativas de apropiación social; en promedio se cuenta con 57,25 actividades por año. Esto se contrasta con la información que se encontró en el mapeo de experiencias en ASCTI durante los años 2009 y 2010 (Maloka 2010), las cuales se distribuyeron de acuerdo a los sectores así: sector productivo (24%), sociedad civil (23%), investigadores expertos (20%), estado (17%) y mediadores (16%) de un total de 164 iniciativas identificadas. Igualmente antes del 2010 se visibiliza que la tendencia en Colombia es generar acciones de ASCTI a través de la producción de materiales divulgativos (37%) (Tafur, 2010: 162).

#### 4.6. GOBERNANZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

La gobernanza facilita el engranaje del sistema para la obtención de unos objetivos estratégicos, a través de la definición de instancias, incentivos y reglas. En este sentido, el Estado tiene la responsabilidad de generar una institucional pública que permita mantener una visión de corto y largo plazo, así como diseñar implementar

políticas coherentes entre sus objetivos estratégicos, con criterios de efectividad y eficacia en la ejecución. La visión de un sistema que evoluciona debe adaptar sus políticas y la institucionalidad vigente, en el marco de un consistente esfuerzo de evaluar el impacto de sus intervenciones.

Los cambios significativos más recientes a nivel de la institucionalidad en Colombia, se enmarcan en el artículo 16 de la Ley 1286 de 2009 que dio origen al el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, con lo cual la se buscaba a partir de las actividades de CTI y sus actores, “*darle valor agregado a los productos y servicios de nuestra economía y propiciar el desarrollo productivo y una nueva industria nacional*”.

Posteriormente, las modificaciones Sistema General de Regalías (10% de los recursos a la financiación de proyectos que promuevan la CTI en las regiones<sup>67</sup>), la creación del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCel) configurado a través del Decreto 1500 de 2012, y la creación de INNpulsa en 2012, han venido transformando la institucionalidad vigente del sistema desde el 2009.

Sin embargo, para la (OCDE, 2014) en el *Innovation Review for Colombia*, a pesar de estos cambios en la institucionalidad, Colombia aún contaba con dos sistema de gobierno vinculados al tema de innovación, uno desde la perspectiva de la investigación y otro desde la competitividad, lo que conlleva a que las estrategias se mantengan independientes no solo a nivel nacional, sino regional<sup>68</sup>. Para abordar esta

---

<sup>67</sup> De acuerdo con el OCyT (2014, pág. 757) el cambio más significativo en la institucionalidad, reglas de juego, formulación de política, mecanismos de asignación de recursos y toma de decisiones.

<sup>68</sup> A nivel: i) Nacional: No hay una clara diferenciación ni complementariedad de funciones entre la institucionalidad de competitividad y la de innovación, lo que implica una duplicidad en el nivel estratégico, un traslape de agendas y mayores costos de coordinación entre actores. El proceso de coordinación entre el sector de CTI y otros sectores administrativos para abordar grandes desafíos (p.ej. cambio climático), está en una fase temprana; ii) Regional: Las instancias sub-nacionales amplifican esta dispersión, con espacios redundantes de concertación público-privada, y débil vínculo hacia las capacidades operativas. En el caso de los CODECTI, estos operan de manera desigual entre regiones (en su composición, son disímiles los grados de participación de los diferentes actores). Existe un traslape de funciones y composición entre estos Consejos, las Comisiones Regionales de Competitividad (CRCs) y los Comités Universidad-Empresa-Estado (CUEEs), en los departamentos en los que estas tres instancias de articulación estratégicas coexisten (Maloney & Bitran, 2013) y (OCDE, 2014).

problemática, recientemente el PND 2014–2018 (DNP, 2015) y la Ley 1753 de 2015 en su Artículo 186°, determinó “*Intégrese el Sistema de Competitividad e Innovación con el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación para consolidar un único Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación*”, cuyo marco institucional se define en el Anexo 8.

Esta integración, demanda por parte del gobierno nacional un gran esfuerzo por consolidar la CTI como base del desarrollo económico y social, para lo cual (OCDE, 2014, págs. 16–17) señala cuatro retos principales: i) Mantener y, en la medida de lo posible, institucionalizar el compromiso político con la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación como motores de desarrollo; ii) Reforzar las estructuras de gobernanza y los procesos de planificación y formulación de políticas para reducir las inconsistencias creadas por la tensión entre el ciclo político de corto plazo y la naturaleza de largo plazo en el sistema; iii) Utilizar el rol de gobernanza del Estado para aumentar la coordinación en un conjunto más amplio de ministerios con un interés en asuntos relacionados con CTI, con el fin de minimizar la fragmentación del esfuerzo de desarrollo; y iv) Ampliar a mediano plazo las fuentes principales de financiación de CTI.

En consecuencia, el problema identificado de la gobernanza es la **debilidad en el actual marco institucional público para un adecuado desarrollo de la política CTI 2015–2025**, con el fin de lograr una mayor efectividad de la inversión pública. Tratándose el presente documento CONPES de una política de largo plazo en la cual se define un marco de acción para la CTI, se identifican las siguientes causas:

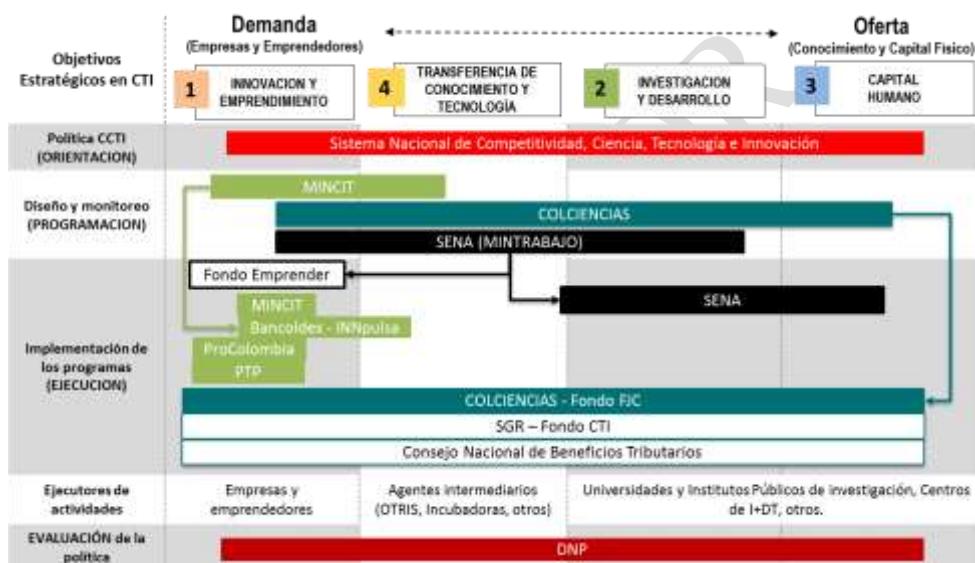
#### **4.6.1. Debilidades en la arquitectura institucional de la CTI**

De acuerdo con (Maloney & Bitran, 2013) y (OCDE, 2014), es adecuado contar con una arquitectura institucional que diferencie en su diseño las instancias de coordinación estratégicas y las instituciones responsables de la ejecución de las políticas e instrumentos de apoyo a los actores del sistema (universidades, centros de investigación y desarrollo tecnológico, empresas y emprendedores). En Colombia, la orientación general de la política de CTI, es liderada por la Presidencia de la República de Colombia y se enmarca en el recientemente creado Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (Anexo 8).

##### **A nivel nacional**

En cuanto a la instrumentalización de la política de CTI, el (Gráfico 20)<sup>69</sup> evidencia la coexistencia en CTI de los procesos de programación (diseño y monitoreo de las políticas) e implementación (ejecución de los programas) en las mismas instituciones, tanto en el caso de MINCIT, SENA y COLCIENCIAS (donde la Ley 1286 de 2009 le otorgó ambas funciones). Lo anterior dificulta el adecuado *check and balance* de las políticas, y debilita el monitoreo de las mismas por parte de las instancias encargadas de su formulación (BM, 2014a).

**Gráfico 20 Relación entre el diseño, implementación y evaluación de políticas en CTI en sectores transversales en 2015.**



Fuente: Elaborado por DNP

Por otro lado, en el marco de un análisis por objetivos estratégicos de la Política de CTI, actualmente se identifica la fragmentación en la implementación, superposición y vacíos principalmente en la innovación y el emprendimiento. En este particular, aunque la

<sup>69</sup> Elaborado a partir del marco conceptual (Gráfico 3), los análisis instrumentales de apoyo a la CTI (2010-Julio 2014) por Comité Técnico Mixto de Innovación (CTM Innovación, 2014) y los documentos de tanto de (Maloney & Bitran, 2013) como de (OCDE, 2014).

COLCIENCIAS posee estrategias de apoyo a la innovación proveniente de la generación del conocimiento, la creación de INNpulsa desde en un enfoque orientado a la empresa, y el rol del SENA como promotor de la investigación, desarrollo e innovación de Colombia, generó que estas tres instituciones implementaran, simultáneamente y no necesariamente complementarios, programas para el apoyo a proyectos de innovación. De acuerdo con (Maloney & Bitran, 2013) es fundamental resolver estos traslapes con un criterio de especialización de entidades ejecutoras.

En sectores verticales (TIC, Salud, Educación, Agricultura, entre otros), se identifica una tendencia a separar los roles en temas de CTI entre programación e implementación (Tabla 8). En este apartado es clave resaltar el rol que COLCIENCIAS<sup>70</sup> ha jugado como implementador de la política de CTI a través del Fondo Francisco José de Caldas, al ser ejecutor de la mayoría de los recursos de financiamiento provenientes de TICs, Salud, Minas y Energía, Defensa y otros.

**Tabla 8: Relación entre el diseño, implementación y evaluación de políticas en CTI en sectores administrativos verticales actualmente**

S. Vertical	Programación CTI	Implementación CTI	Evaluación
Comercio	Ministerio de Comercio Industria y Turismo	SIC, FNG	
TICs	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	FONTIC (COLCIENCIAS e INNPulsa)*	
Salud	Ministerio de Salud y Protección Social	FIS (COLCIENCIAS) *, INVIMA, otros	DNP en articulación con
Educación	Ministerio de Educación Nacional	ICETEX	el sector
Agricultura	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	CORPOIGA, FINAGRO, otros	
Minas y Energía	Ministerio de Minas y Energía	ANH – UPME (COLCIENCIAS)*	
Defensa	Ministerio de la Defensa	FFMM (COLCIENCIAS)*	

Nota: (\*) parte de los recursos son ejecutados por otras entidades o agencias.

Fuente: Elaborado por DNP

#### A nivel regional

Tomando como base el marco conceptual, los Sistemas Regionales de Innovación (SRI), para entender las características, capacidades y dinámicas regionales en CTI, en

<sup>70</sup> 40 de los 88 instrumentos ejecutados por COLCIENCIAS entre 2010 – Julio 2014 son financiados por estos sectores (CTM Innovación, 2014)

América Latina en general, estos sistemas poseen debilidades en las instituciones y en la gobernanza de los SRI, lo cual repercute en la todavía insuficiente estabilidad y capacidad de gestión de las entidades gubernamentales responsables de implementar las políticas regionales de ciencia y tecnología (Llisterri & Pietrobelli, 2013).

En el caso de Colombia, estos autores analizaron los SRI de Antioquia y el Valle del Cauca y encontraron que aunque tienen similitudes (regiones con niveles de desarrollo similares), también tienen diferencias en cuanto al dinamismo empresarial de cada departamento o área metropolitana, como al considerar el perfil de las instituciones académicas y su apertura o sus vinculaciones con el entorno (Tabla 9)<sup>71</sup>.

**Tabla 9: Caracterización esquemática de los SRI en Colombia. Casos: Antioquia y Valle del Cauca**

	Historia, evolución y contexto	Instituciones y Gobernanza		Vínculos de colaboración	
		Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
ANTIOQUIA	<p>En ambos departamentos se ha impulsado el desarrollo de los SRI: en Antioquia, desde una aproximación bottom up; en Valle del Cauca, desde una aproximación más de tipo top down.</p>	<p>Importante participación municipal y del sector privado en la configuración de la institucionalidad.</p> <p>Configuración de infraestructuras de I+D+i con potencial</p>	<p>Se promueve el desarrollo de la institucionalidad desde un planteamiento fundamentalmente metropolitano</p>	<p>Destacan las relaciones interempresariales y la presencia de estructuras de interfaz.</p> <p>Papel destacado del CUEE.</p>	<p>Escasa colaboración entre instituciones de educación superior y empresas.</p>
VALLE DEL CAUCA	<p>La escasez de recursos para actividades de I+D ha ralentizado el proceso de consolidación de los SRI.</p> <p>Se aprecian nuevos desarrollos legislativos que potencian las actividades de I+D+i.</p>	<p>Presencia de un entramado institucional para la formulación de políticas y la promoción financiera de las actividades de CTI.</p>	<p>La relevancia de las instituciones regionales contrasta con el escaso liderazgo del gobierno regional.</p>	<p>Existencia de diversas instituciones para la vinculación.</p> <p>Destaca el clúster estatal a las de software Parquesoft.</p>	<p>Bajo nivel de apoyo financiero público departamental y estatal a las instituciones de interfaz.</p>

Fuente: (Llisterri & Pietrobelli, 2013)

<sup>71</sup> De acuerdo con (Maloney & Bitran, 2013), a nivel regional no existen capacidades de ejecución a nivel de agencias especializadas, lo cual debilita proceso de descentralización de la CTI. En el caso de regalías, las regiones con capacidad limitada para CTI experimentan dificultades en la formulación de proyectos.

Así mismo consideran que estos departamentos poseen dinámicas relevantes en sus SRI dado que “presentan una estructura territorial en que las capitales departamentales cuentan con condiciones de aglomeración diferentes a las del resto del departamento, lo cual da lugar a una elevada concentración productiva, así como de las capacidades en generación de conocimiento, las instituciones políticas, las agencias promotoras de la investigación y la innovación, y los organismos de apoyo a las interrelaciones entre los actores que tienen por objetivo impulsar el desarrollo del SRI”

#### **4.6.2. Debilidades en el diseño, seguimiento y evaluación en CTI**

Un adecuado diseño de políticas tiene a la evidencia como insumo central para lograr un mejor uso de los recursos públicos. Aunque existen dificultades para medir los resultados e impactos de las políticas de CTI, el seguimiento y la evaluación son cruciales para establecer si las iniciativas de gobierno son exitosas en contrarrestar fallas de mercado, Estado y de sistema, e introducir procesos de mejora y aprendizaje (NESTA, 2009) y (FTEVAL, 2013).

Tratándose de una política de largo plazo en la cual se define un marco de acción para los diferentes actores del Sistema Nacional de Competitividad Ciencia, Tecnología e Innovación, el diseño, seguimiento y evaluación (DSE) de la CTI se ha dividido en dos ejes: DSE de la política y DSE de los instrumentos. Con esta configuración se busca monitorear y evaluar tanto la política en general, como sus instrumentos, y el seguimiento y evaluación de estos últimos generará información que alimentará nuevamente al sistema.

#### **Diseño, Seguimiento y Evaluación de la política de CTI**

En el diseño de una política pública se establece la visión, fines, propósitos, alcances, instrumentos, actores y restricciones (Ortegón, 2008, pág. 50). En el caso de CTI, estos elementos se desarrollan a través de dos procesos: 1) El Plan Nacional de Desarrollo<sup>72</sup>, el cuál es elaborado por el DNP en coordinación con las demás

---

<sup>72</sup> El cual los propósitos y objetivos nacionales de largo plazo, las metas y prioridades de la acción estatal a mediano plazo y las estrategias y orientaciones generales de la política económica, social y ambiental que serán adoptadas por el gobierno. Adicionalmente presenta un plan de inversiones por el periodo de gobierno.

entidades del Gobierno nacional y establece para la vigencia 2014–2018 las principales metas a alcanzar en CTI (ver Anexo 9; 2) El CONPES Política de CTI<sup>73</sup> define el marco a largo plazo de la estratégica nacional de CTI en un horizonte de tiempo determinado. En este aspecto (Maloney & Bitran, 2013) y la (OCDE, 2014) identifican que a nivel de diseño de políticas es necesario superar tanto las dificultades en la planeación a corto plazo y su vínculo en el largo plazo, como la coordinación entre los actores<sup>74</sup>.

Para realizar el Seguimiento al Plan Nacional de Desarrollo (Inversión Pública), el DNP, a través de sus diferentes sistemas<sup>75</sup>, hace el seguimiento a las metas de gobierno, la gestión de la inversión pública, la ejecución de los proyectos de inversión a nivel de todos los sectores administrativos incluyendo CTI (Ver Anexo 9– Metas de CTI). En el caso del cumplimiento a las metas del sector Ciencia, Tecnología e Innovación para el periodo 2010–2014 se alcanzó un cumplimiento del 75,14%.

Respecto a contar con una mejor información para el DSE de las políticas de CTI, Colombia ha realizado avances importantes en cuanto a la producción de información<sup>75</sup>, tal y como se evidencia en la recopilación sistemática de indicadores realizadas por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) y las encuestas periódicas de innovación realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Adicionalmente, COLCIENCIAS, en articulación con el DANE y otras entidades del SNCCTI, está desarrollando el Plan Estadístico Sectorial, el cuál define los objetivos, estrategias y acciones para la producción de las estadísticas que se requieren en el país.

Para la (OCDE, 2014), los retos en información se encuentran en i) contar con una mayor cantidad de datos comparables a nivel internacional; ii) contar una mejor gestión de la información en CTI por parte de las entidades ejecutoras y ii) subsanar la

<sup>73</sup> A nivel regional, a partir del CONPES 3582 de 2009., las regiones diseñaron su Planes departamentales de CTI. Así mismo, varios sectores administrativos – como Defensa y seguridad, Agro y TICs – diseñaron sus políticas sectoriales en esta materia. En el Anexo 11 se describen las políticas estos sectores.

<sup>74</sup> En el marco de la Ley 1286 de 2009, no se han desarrollado elementos clave tales como: i) Art. 6 – Plan Nacional de Ciencia, tecnología e Innovación y ii) Art. 21 – El Marco de Inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación.

<sup>75</sup> Ver Anexo 6 – Tabla 25

ausencia de estudios complementarios que mejoren el valor de los datos relacionados con políticas en CTI, derivados de las encuestas de desarrollo e innovación tecnológica (EDIT).

Respecto a las evaluaciones, aunque Colombia ha incrementado el número de evaluaciones de resultado e impacto<sup>76</sup> en CTI, estas aún son esporádicas y responden más a iniciativas institucionales que procesos planificados. Así mismo, la adquisición de información para estas evaluaciones se apoya fundamentalmente en la información interna de las instituciones y en menor medida en información extra-institucional, lo que revela un grado de inmadurez en los procesos de monitoreo y evaluación de programas e instrumentos de CTI (BID, 2010).

Estas dificultades se amplifican en orden regional, donde la dificultad contar con información e indicadores comparables nación – región, la ausencia de estudios de evaluación de impacto de los programas nacionales y regionales, la falta de comparación entre los resultados alcanzados por los diferentes programas, y la falta de indicadores actúan en detrimento de la capacidad de aprendizaje en el nivel local, constituyendo un fuerte obstáculo para el desarrollo de los SRI. (Llisterri & Pietrobelli, 2013)

#### **Diseño, Seguimiento y evaluación de instrumentos de CTI**

De acuerdo con el (BID, 2010) y (BM, 2014a), el DES no solo debe hacerse a nivel de los proyectos de inversión, sino a un nivel más destallado como instrumentos y actividades, donde es relevante la información interna de las instituciones. En Colombia es relevante resaltar el mapa de instrumentos de realizado por el Comité Técnico Mixto de Innovación (CTM Innovación, 2014) analizó el marco instrumental de apoyo a la CTI (2010–Julio 2014), mapeando un total de 134 instrumentos<sup>77</sup> en CTI provenientes de instituciones del gobierno central (Colciencias, MINCIT – Bancoldex, INNpulsa y PTP –, MINTIC, MADR y SENA), los cuales movilizaron recursos cercanos

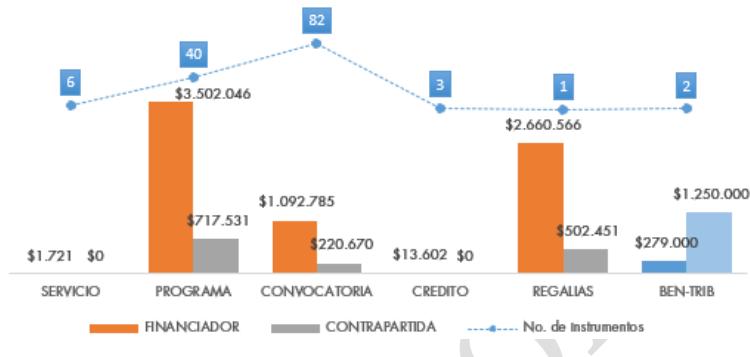
---

<sup>76</sup> Esfuerzos orientados en esa dirección incluyen el Sistema Nacional de Evaluación de Gestión y Resultados a cargo del DNP (plataforma SINERGIA), en articulación con entidades como COLCIENCIAS, MINCIT y organismos multilaterales (Anexo 10)

<sup>77</sup> Principales resultados: **Proyectos:** Total = 8.672, de los cuales 1.493 Proyectos de Desarrollo Tecnológico e Innovación, 2.310 vinculados a investigación, 3.215 proyectos asociados al emprendimiento y Capital semilla, 1472 proyectos de Fortalecimiento empresarial, entre otros.

a los \$10,4 billones, de los cuales \$7,5 billones corresponden al presupuesto de financiamiento del gobierno central y \$2,7 en contrapartida. (Gráfico 21)

**Gráfico 21. Número y monto de los instrumentos identificados en el mapeo del CTM de Innovación (2010 - Julio 2014)<sup>78</sup>.**



Fuente: (CTM Innovación, 2014)

Este mapeo se identificó a nivel agregado (Tabla 10), el énfasis estratégico que han tenido los instrumentos de CTI, en el cual se evidencia la investigación (investigación básica y aplicada, infraestructura de CyT o formación de capital humano) como el principal énfasis en la asignación de recursos, y en menor medida la innovación y el emprendimiento (sofisticación y diversificación) o la investigación).

Similar al análisis en innovación (Ver 4.1.2), los principales usuarios objetivos son las instituciones generadoras de conocimiento y de apoyo a la innovación (99/134), las empresas (66/134) y en menor medida las personas (28/134). Adicionalmente, la mayoría de instrumentos se enfocaron en la desarrollo de capacidades (115/134) y proyectos (120/134), pero se evidencian falencias en las etapas de sensibilización y cultura (14/97), implementación en el mercado (35/97) e impacto de la intervención (5/97).

<sup>78</sup> Originalmente el estudio del (CTM Innovación, 2014) identificaba recursos cercanos a los \$10,7 billones, de los cuales \$7,5 billones corresponden al presupuesto de financiamiento del gobierno central y \$3,2 en contrapartida, incluyendo los beneficios tributarios por (\$221 mil millones de costo fiscal y \$1,756 billones de contrapartida). El dato de estos beneficios fue ajustados por el CONPES 3834 de 2015 y se vincula en el gráfico.

**Tabla 10: Orientación estratégica de los instrumentos identificados en el mapeo 2010- Julio de 2014<sup>79</sup>**

De cada \$100 de financiamiento público			
Orientación Estratégica	Fortalecer los negocios existentes ( 77 instrumentos)	\$26,67	38% asistencia técnica y el 62% mejoramiento y consolidación de la innovación
	Crear nuevas líneas o modelos de negocio ( 89 instrumentos)	\$64,07	63% tradicional y 37% innovadores
	Investigación y Desarrollo como insumo para la innovación ( 31 instrumentos )	\$9,26	33% infraestructura CyT ,36% proyectos de investigación, 31% formación de capital humano
Marco de Acción	Capacidades y Proyectos	\$64 ,5	Dirigidos a los actores del SNCCTI
	Insumos y Servicios de Apoyo	\$35,5	Dirigidos en fortalecer el SNCCTI

Fuente: Cálculos DNP, a partir del CTM Innovación (2014)

En 2015, y tomando como base el mapeo de instrumentos por parte del CTM de Innovación, el DNP y el BM trabajan en el Análisis de Gasto Público (AGP) en CTI 2010-2014<sup>80</sup>. El objetivo de análisis tiene dos objetivos básicos: i) Mejorar progresivamente la composición, eficiencia y efectividad del gasto público a medida que los programas existentes se vayan modificando y se crean nuevos programas; y ii) Capturar los cambios en la economía Colombiana, para entender como la evolución productiva y comercial, impacta la demanda de apoyo público en CTI, así como la naturaleza dinámica de la acumulación de capacidades en CTI, por la cual se requiere una evolución en el sistema y programas de apoyo y fomento de la innovación.

<sup>79</sup> Beneficiarios: Con estos proyectos, más de 11mil empresas y 57 mil unidades productivas y más de 2,100 proyectos dirigidos a universidades, centros de investigación y desarrollo tecnológico, incubadoras, entre otros. Así mismo, se han apoyado a entidades del Gobierno (proyectos) tales como Alcaldías (48), Gobernaciones (262) y entidades (22). Adicionalmente se fortalecieron los Ángeles Inversionistas (4), Aglomeraciones- Cadenas Productivas (849), Cámaras de Comercio (142), las CRC (20), los CUEE (6) y los Gremios y Asociaciones (57), Doctores Vinculados a Empresas (26), Consultores-Gestores-formados (249), entre otros. Finalmente, se apoyaron en sus estudios a 4.175 Doctores Nacionales y en el extranjero, 4,589 Magister y 4,909 Jóvenes Investigadores e ingenieros. Adicionalmente se han capacitados más de 8000 Consultores en temáticas de Ciencia, Tecnología e Innovación, y más de 600 mil personas formadas en competencias por el SENA

<sup>80</sup> El Análisis del Gasto Público en Ciencia, Tecnología e innovación tiene dos objetivos básicos: i) Mejorar progresivamente la composición, eficiencia y efectividad del gasto público a medida que los programas existentes se vayan modificando y se crean nuevos programas; y ii) Capturar los cambios en la economía Colombiana, para entender como la evolución productiva y comercial, impacta la demanda de apoyo público en CTI, así como la naturaleza dinámica de la acumulación de capacidades en CTI, por la cual se requiere una evolución en el sistema y programas de apoyo y fomento de la innovación

Como resultados preliminares, se ha identificado que en los instrumentos de apoyo a la CTI: i) el origen y la justificación de los instrumentos (programas y convocatorias) no siempre se encuentran formalmente escritos; ii) el diseño de los instrumentos responde implícitamente a las distintas etapas del marco lógico, aunque no es una práctica explícita; iii) la mayoría de instrumentos no incorporan en su diseño procesos de evaluación posteriores a la fase de monitoreo de la intervención; iv) aunque se identifica una gran capacidad para adaptar los instrumentos una vez son abiertos al público objetivo, se evidencian dificultades en el diseño; v) restricciones presupuestales y cambios de prioridades en las entidades, dificulta la continuidad de los instrumentos en el tiempo; y vi) los instrumentos no se diseñan para ser insumo o salida de otros, lo que limita la complementariedad de esfuerzos en CTI.

#### **4.6.3. Baja inversión pública y privada en actividades de CTI**

La inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación tiene una relación significativa con la productividad de los países (Nadiri, 1993). En 2014 la inversión de Colombia en I+D fue de 0.19% del PIB y en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI)<sup>81</sup> de 0.46%, (OCYT, 2014), valores que continúan siendo bajos comparados con estándares internacionales. De acuerdo con las últimas cifras disponibles, para el año 2012, el promedio de inversión en I+D de América Latina fue del 0.74% y en ACTI del 1.15% (RICYT, 2014). Para los países de la OCDE, la inversión en 2013 en I+D fue de 2.3%, donde el máximo lo registra Corea con 4.1% y el menor Chile con 0.39%. (OCDE, 2015).

Colombia muestra un rezago en los niveles de inversión en ACTI que recomendó el documento Visión Colombia II Centenario (DNP, 2006)<sup>82</sup>. Al revisar los dos últimos planes de desarrollo, para el periodo 2006 –2010 se fijó una meta del 1 % y para 2010–2014, 0.7%. Al contrastar estas cifras con el último reporte del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCYT, 2014), se evidencia que en ningún caso

---

<sup>81</sup> La categoría ACTI incluye las siguientes actividades específicas: actividades de innovación, investigación y desarrollo, servicios científicos y tecnológicos, formación de recursos humanos, administración y otros relacionados a CTI

<sup>82</sup> Este documento fijó una meta de 1% Del PIB en I+D para 2010

las metas se alcanzaron. Por su parte, el actual Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, Todos por un Nuevo País, traza una meta del 1% para 2018. De acuerdo con el Sistema Unificado de Inversión y Finanzas Públicas (SUIFP) del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2015), el presupuesto programado para este mismo año, una vez descontado el aplazamiento presupuestal, es de 1.1 billones.

Por lo anterior, el problema central identificado es el bajo esfuerzo del sector público y privado para financiar la CTI como mecanismo de promoción del desarrollo económico y social. A continuación se presentan las causas de esta problemática.

Primero, se evidencia una reducción de la participación de la inversión en ACTI dentro del presupuesto del Gobierno Nacional,<sup>83</sup> (Tabla 11). En términos porcentuales, en 2011 fue del 4.9% y en 2015 el 2.5%<sup>84</sup>.

**Tabla 11. Participación de ACTI en el presupuesto de inversión pública**

**Entidades del Gobierno nacional**

Año	Total inversión en ACTI del Gobierno nacional (a)	Total de Inversión del Gobierno nacional (b)	% a / b
2011	1.605	32.860	4,9%
2012	1.674	38.080	4,4%
2013	1.604	43.640	3,7%
2014	1.920	44.485	4,3%
2015*	1.120	45.500	2,5%

Fuente: DNP, 2015. Miles de millones corrientes. \* Incluye aplazamiento

La reducción de la participación de ACTI entre 2011 y 2014 obedeció a: a) Reducción real del presupuesto de inversión de COLCIENCIAS, dado que en 2011 fue de 369 mil millones y en 2015 de 315 mil millones; b) Reducción de la clasificación ACTI del SENA, lo cual se ve reflejado en la disminución de recursos de las

<sup>83</sup> El presupuesto Nacional para ACTI corresponde a la suma entre el presupuesto de COLCIENCIAS y los recursos que otros sectores administrativos destinan a ciencia, tecnología e innovación.

<sup>84</sup> El promedio de la distribución ACTI para el periodo 2011 - 2015 es: 19% en investigación y desarrollo (I+D), 34% en servicios científicos y tecnológicos, 16% en formación de recursos humanos, 26% en actividades de innovación y 5% en administración y otros relacionados de CTI.

convocatorias de apoyo a proyectos empresariales de desarrollo tecnológico<sup>85</sup>. Esta reducción se presentó porque se reorientaron los recursos a proyectos que no están asociados a CTI, no obstante los resultados positivos de la evaluación adelantada por (Corral, 2010), para el periodo 2003-2008, en cuanto a productividad científica y apalancamiento con el sector empresarial<sup>86</sup>, (Tabla 12).

**Tabla 12. Marcación ACTI de COLCIENCIAS y SENA 2011-2014**

Entidad	Concepto	2011	2012	2013	2014
Colciencias	Marcación ACTI	366.163	408.254	411.115	336.297
	Presupuesto de inversión	399.808	426.328	420.525	353.983
	Porcentaje	91,6%	95,8%	97,8%	95,0%
SENA	Marcación ACTI	199.261	229.102	60.668	72.661
	Presupuesto de inversión	2.263.709	2.339.994	2.372.668	2.718.338
	Porcentaje	8,8%	9,8%	2,6%	2,7%

Fuente: DNP, 2015. SUIFP. Cálculos DDE.

<sup>85</sup> La Ley 344 de 1996, Por la cual se dictan normas tendientes a la racionalización del gasto público y se conceden facultades extraordinarias, destina el 20% de los parafiscales del SENA a proyectos de competitividad y desarrollo tecnológico productivo. Los recursos se ejecutaron a través de un convenio de cooperación entre COLCIENCIAS, y el SENA, por tanto la reducción en el monto de las convocatorias afectó el volumen de ejecución de ambas entidades. Por su parte, la Ley 1607 de 2012 (Por la cual se expiden normas en materia tributaria y se dictan otras disposiciones ) eliminó los parafiscales para ingresos superiores a 10 salarios mínimos, lo cual provocó una disminución en los ingresos del SENA con fuente de parafiscales. Para sustituir los recursos, igualmente la Ley 1607 estableció el impuesto sobre la renta para la equidad CREE, destinando 1.4 puntos de 8 para el SENA. Si bien estos recursos tienen una destinación específica para la entidad, se expresó taxativamente que el nuevo impuesto CREE no podrá financiar los programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo (artículo 32, párrafo 2).

<sup>86</sup> De 81 proyectos analizados, se registraron 94 productos, servicios o procesos nuevos o mejorados, 38 publicaciones y 16 patentes. Esto muestra un desempeño destacable en términos de productividad científica y de relevancia para el sector empresarial de los proyectos financiados. También se identificó que una vez finalizados los proyectos, las empresas tendían a fortalecer la infraestructura y la calificación del recurso humano.

c) Omisión en la clasificación ACTI en los proyectos, lo cual implica una pérdida de participación año a año con respecto a su presupuesto total, como es el caso del Ministerio de Educación y del Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Para el periodo 2012–2015, de un total 20 sectores administrativos, 9 invierten en promedio menos del 3% de sus recursos en ACTI. (Tabla 13)<sup>87</sup>.

**Tabla 13. Programación ACTI sobre presupuesto de inversión (%) 2015–2012**

SECTOR	2015	2014	2013	2012	Promedio
Ciencia y tecnología	94,60%	95,00%	99,54%	99,60%	97,19%
Información estadística	68,87%	96,97%	66,74%	38,05%	67,66%
Comercio, industria y turismo	18,73%	16,11%	36,82%	12,48%	21,03%
Minas y energía	7,23%	12,45%	10,26%	20,14%	12,52%
Agropecuario	1,96%	10,30%	10,17%	9,97%	8,10%
Ambiente y desarrollo sostenible	4,46%	7,77%	7,45%	11,54%	7,80%
Rama judicial	4,28%	9,23%	5,92%	3,17%	5,65%
Trabajo	3,74%	1,85%	1,47%	8,07%	3,78%
Planeación	2,88%	7,90%	1,12%	2,93%	3,71%
Comunicaciones	0,65%	5,02%	0,64%	2,87%	2,29%
Defensa	3,26%	4,50%	0,27%	0,10%	2,03%
Educación	0,04%	1,89%	3,56%	2,04%	1,88%
Cultura	1,37%	3,08%	1,14%	1,50%	1,77%
Justicia y del derecho	0,79%	3,86%	0,09%	0,87%	1,40%
Salud y protección social	0,66%	0,43%	0,60%	2,56%	1,06%
Fiscalía	1,84%	0,44%	0,18%	1,29%	0,94%
Empleo público	1,21%	1,01%	0,00%	0,00%	0,56%
Transporte	0,36%	0,18%	0,09%	0,11%	0,19%
Inclusión social y reconciliación	0,02%	0,02%	0,24%	0,02%	0,08%

<sup>87</sup> Adicionalmente, el decreto de aplazamiento presupuestal 377 tuvo un efecto sobre la marcación ACTI en 2015 como se muestra en el anexo.

Hacienda	0,03%	0,06%	0,00%	0,00%	0,02%
----------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: DNP, 2015. Miles de millones. \* Incluye aplazamiento

Segundo, existe un desarrollo insuficiente de fuentes alternativas para la inversión en ACTI. Esta causa se ve reflejada, primero, en el bajo número de fondos para la CTI con una fuente de ingresos estable en el tiempo. Existen dos tipos de fondos para apoyar la CTI con problemáticas específicas: el primer tipo es de carácter horizontal porque financia proyectos de diversas áreas. Un ejemplo en Colombia es el Fondo Francisco José de Caldas (FFJC) que fue creado a través de la Ley 1286 de 2009, sin una fuente estable de recursos en el tiempo, porque no se creó un impuesto con destinación específica que redujera la dependencia al ciclo fiscal. El segundo tipo es de carácter sectorial, que focaliza esfuerzos en áreas específicas de interés, como es el caso del Fondo de Investigación en salud (FIS), creado por la Ley 643 de 2001<sup>88</sup>, el cual a diferencia del FFJC, EL FIS sí tiene asegurada la fuente de financiación proveniente los juegos de azar<sup>89</sup>.En particular, se evidencia un limitado número de fondos sectoriales, teniendo en cuenta que el presente documento declara 5 áreas estratégicas: Salud, TIC, biodiversidad, alimentos, nanotecnología y las tres últimas carecen de un fondo asociado.

Tercero, se han presentado dificultades en la ejecución presupuestal del Fondo de ciencia, tecnología e innovación del Sistema General de Regalías (FCTI). No obstante los logros alcanzados en relación con artículos para publicación en revistas indexadas, proyectos de investigación en áreas como salud, biodiversidad, recursos hidrobiológicos, energías alternativas y minería, becas a estudiantes de maestría y doctorado, proyectos de innovación empresarial y apoyo a la iniciación científica y tecnológica a niñas y jóvenes, aún se requiere implementar acciones para optimizar la ejecución de estos recursos, dado que para el periodo 2012–2015 solo se comprometieron el 66,4% de los recursos disponibles como consecuencia de las siguientes causas:

88 Por la cual se fija el régimen propio del monopolio rentístico de juegos de suerte y azar

89 México cuenta con 19 fondos sectoriales en diversas áreas como energía, hidrocarburos, agua, forestal entre otros, a partir de la Ley de Ciencia y tecnología de junio de 2002.

- Dificultades para la priorización de proyectos de inversión en CTI en áreas estratégicas, por falta o múltiples ejercicios de focalización, lo cual dificultó la toma de decisiones.
- Insuficiente articulación entre el Gobierno Nacional y los gobiernos territoriales respecto a la concurrencia de fuentes de recursos públicos para CTI alrededor de proyectos de inversión con objetivos comunes a los diferentes niveles de gobierno.
- Bajo nivel de participación del sector empresarial, especialmente pequeñas y medianas empresas, en el desarrollo de los proyectos de CTI financiados con regalías, lo cual limita las posibilidades de agregación de valor a partir de innovación.
- Diversos niveles de capacidades a nivel territorial para la formulación y estructuración de proyectos en CTI, así como para la gestión de políticas públicas en la materia, especialmente en los gobiernos a nivel subnacional.
- Diferentes esquemas territoriales para la articulación y coordinación de actores relacionados con CTI, que pueden ser objeto de mejora y ganancia en eficiencia.
- Falta de capacidades de gestión por resultados en CTI dentro de los gobiernos sub-nacionales por la novedad de estas políticas públicas en varios departamentos.

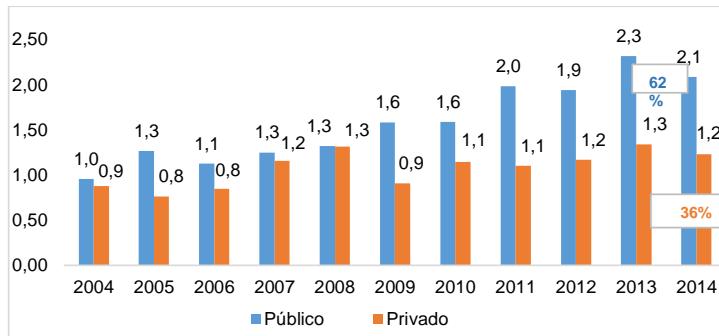
Cuarto, la baja participación del sector privado en el financiamiento de ACTI. De acuerdo con (OCYT, 2014), en el año 2004, la participación del público fue del 51% y 47% del privado<sup>90</sup>, mientras que en 2014 fue 62% y 36%, respectivamente. Esto muestra una disminución en la participación del sector privado dentro del financiamiento, como se puede detallar en el (Gráfico 22). Lo anterior contrasta con algunos países

---

<sup>90</sup> Los recursos de cooperación internacional completan el 100% de las fuentes.

de la OCDE en donde la participación del sector privado en la financiación de I+D<sup>91</sup>, por ejemplo en Estados Unidos es el 74% y en Alemania el 68%, (OCDE, 2012)

**Gráfico 22. Financiación de las ACTI por tipo de recurso**



Fuente: OCYT (2014). Billones de pesos.

#### 4.6.4. Debilidades en marco normativo vigente de CTI

Teniendo en cuenta la importancia de un marco jurídico que oriente a la administración pública en CTI, desde inicios de la década de los años 90 el país optó por la creación de una legislación específica en esta materia. En la (Tabla 14) se detalla en particular las Leyes y Decretos que en caso dado requieren ajustes, de acuerdo al diagnóstico del presente CONPES:

**Tabla 14: Marco normativo vigente para la CTI susceptible de ajustes normativos**

Norma	Descripción	Motivo de ajuste
<b>INNOVACION y EMPRENDIMIENTO</b>		

<sup>91</sup> Durante el presente documento se hace referencia a ACTI, sin embargo, la mayoría de países de la OCDE no utilizan esta categoría y solamente registran la investigación y desarrollo (I+D), por tanto, solo es posible hacer las comparaciones de Colombia con los miembros de esta organización en los términos de I+D. En este sentido, un aspecto relevante en las comparaciones internacionales es la composición del financiamiento, en particular, en Colombia durante 2012 la mayor parte de la inversión en I+D fue realizada por el sector público, con un 51%.

Ley 1014 de 2006	Por el cual se reglamenta la Ley 1014 de 2006 sobre el fomento a la cultura del emprendimiento y se dictan otras disposiciones.	Se requiere vincular el emprendimiento bajo la gobernanza del SNCCTI. INNPulsa está a cargo de los recursos de Fomipyme y actualmente hay cambios en la operación de las Redes de Emprendimiento
Decreto 1835 de 2015	Reglamenta la ley 1676 de 2013 de Registro de Garantías Mobiliarias	Se requieren de análisis normativos para dinamizar su uso, particularmente en innovación
Decreto 2175 de 2007	Sobre la administración y gestión de carteras colectivas, en el cual se precisaron algunos aspectos relativos a los Fondos de Capital Privado (FCP). Vincula la Resolución 470 de 2005	
Decreto 934 DE 2003	Por el cual se reglamenta el funcionamiento del Fondo Emprender (fe). El artículo 40 de la Ley 789 de 2002 creó el Fondo Emprender FE como una cuenta independiente y especial adscrita al SENA, el cual será administrado por esa entidad y cuyo objeto exclusivo será financiar iniciativas empresariales	Se requiere la reorientación Estratégica del Fondo Emprender

#### INVESTIGACION y DESARROLLO

Decreto 1279 de 2002	Por el cual se establece el régimen salarial y prestacional de los docentes de las Universidades Estatales.	Se requieren modificar los incentivos a las publicaciones para los docentes, y permitir la participación en spin-off universitario.
----------------------	---	---

#### FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO

Ley 119 de 1994 y el Decreto Reglamentario 249 de 2004	Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico	Se requiere identificar las necesidades de formación del talento humano de las empresas.
--	--	--

#### GOBERNANZA

Ley 29 de 1990	Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico	
Ley 1286 de 2009	Por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia	Se requiere ajustar la institucional actual en materia de CTI de acuerdo a lo expresado en la Ley 1753 de 2015.
Decreto 1500 de 2012	Por medio del cual se dictan medidas para la organización, articulación y funcionamiento del Sistema Administrativo Nacional de Competitividad e Innovación	Artículo 186 “ <i>Intégrese el Sistema de Competitividad e Innovación con el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación para consolidar un único Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación</i> ”
Decreto Ley 393 de 1991	Regular las formas asociativas para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías	
El Decreto 591 de 1991	Relacionado con las modalidades específicas de contratos de fomento de actividades científicas y tecnológicas que celebren la Nación y sus entidades descentralizadas, debe entenderse armonizado con el ya mencionado Decreto 393 y con el Estatuto General de la Contratación Pública (Ley 80 de 1993)	

Fuente: Elaborado por DNP

## 5. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA

El objetivo principal de la política es **IMPULSAR EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL A TRAVÉS DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**, que se desagrega a través de 4 objetivos específicos.

### 5.1. AUMENTAR LA ACTIVIDAD INNOVADORA Y DE EMPRENDIMIENTO EN EL APARATO PRODUCTIVO.

Para alcanzar este objetivo específico se plantea desarrollar e implementar el **PLAN NACIONAL DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO al 2025**. El objetivo de este plan se enfocará en incrementar la actividad innovadora de las empresas para una mayor productividad, así como una mayor sofisticación y diversificación del aparato productivo. Así mismo, este Plan dará alcance a lo expresado en el PND 2014–2018, en torno a contribuir decididamente a que el país incremente sus exportaciones no minero-energéticas de manera importante. Para lo cual se plantean las siguientes estrategias y acciones:

#### 5.1.1 Fortalecer las capacidades de los agentes y sus relaciones de acuerdo a su nivel de desarrollo.

De acuerdo a los abordajes del diagnóstico a nivel de productividad (ver 4.1 y 4.2.1), y teniendo en cuenta los distintos abordajes que demandan las estrategias para incrementar la productividad *Catching-Up* y de mover la frontera productiva, es necesario desarrollar estrategias diferenciadas de intervención en innovación y emprendimiento; el Plan de Innovación y Emprendimiento adoptará el siguiente marco de intervención (Gráfico 23):

**Gráfico 23 Énfasis del Plan de Innovación y Emprendimiento al 2025**



Fuente: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y DNP, adaptado de (BM, 2014a) y (BID, 2014)

De acuerdo con lo anterior, para adoptar y adaptar el conocimiento y tecnología existente *Catching-Up*, se establece la siguiente acción:

1) Desarrollar capacidades empresariales (incluyendo a los productores agropecuarios) y gerenciales de **adopción y adaptación del conocimiento y tecnología existente**, para lo cual se establecerá en el Viceministerio de Desarrollo Empresarial del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, **la coordinación del Programa Nacional de Escalamiento de la Productividad** a partir de los resultados de la evaluación de operaciones del programa piloto de extensión tecnológica. Este programa estará articulado con la implementación regional de la PDP y tendrá como énfasis sectores no minero-energéticos.

Referente al mejoramiento y consolidación de **capacidades en innovación y emprendimiento**, se establecen las siguientes acciones:

2) **Desarrollar una estrategia integral de formación y entrenamiento orientados al fortalecimiento y desarrollo de capacidades en emprendimiento**, a través de programas que abordan las distintas etapas de creación de nuevas líneas o modelos de negocio, a través de la identificación de necesidades, resolución creativa de problemas, experimentación y validación temprana, diseño de modelos de negocio, herramientas de innovación y definición de estrategias de expansión, entre otros. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo a través de INNPULSA Colombia (UGCE).

3) **Desarrollar el Programa de fortalecimiento de capacidades a las entidades de apoyo para la incubación y aceleración de empresas**, bajo criterios de desempeño asociados a la calidad del acompañamiento y el éxito de los proyectos. Para

dinamizar esta acción, se promoverá que las entidades de apoyo inviertan (capital de riesgo) en los proyectos que acompañan. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo a través de INNpulsa Colombia (UGCE).

- 4) **Desarrollar una estrategia integral de formación y entrenamiento para el fortalecimiento de capacidades para consolidar la innovación a nivel empresarial**, a través de programas que aborden: i) el Mejoramiento (productos, procesos y servicios): gestión de la innovación, el conocimiento y la tecnología; ii) consolidar la I+D: gestionar la cooperación en I+D, la vinculación de capital humano calificado y el uso de la propiedad intelectual; y iii) Innovación colaborativa: gestión de la innovación abierta, y el emprendimiento corporativo (Spin-Off Corporativos, intra-emprendimiento). Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en articulación con a través de INNpulsa Colombia (UGCE), COLCIENCIAS y el SENA.

Para fortalecer el desarrollo de proyectos de innovación, todas las entidades adscritas al Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, tecnología e Innovación, promuevan el uso de los beneficios tributarios, de acuerdo a las recomendaciones del CONPES 3834 de 2015. Así mismo, es necesario que estas entidades, promuevan y escale el mecanismo de cofinanciación, como un instrumento relevante para el incremento de la productividad empresarial (Crespi, Maffioli, & Melendez, 2011). En este último aspecto, se fortalecerán a partir del 2016, los procesos de cofinanciación a través del **uso de bienes de capital en proyectos de innovación para introducción al mercado y comercialización**.

Para incrementar la actividad innovadora en las empresas, es necesario desarrollar intervenciones que eliminan fallas de mercado que limitan la innovación y el emprendimiento. A continuación se establecen las siguientes acciones a nivel de:

**A. Talento humano (Cap. Capital Humano)**

- Desarrollar una propuesta técnica para **agilizar los procesos formales de capacitación y desarrollo de competencias** enfocadas a la innovación de acuerdo a las necesidades del sector productivo y flexibilizar los criterios de registro calificado. Esta acción será liderada por el ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en articulación con el Ministerio de Educación Nacional y el SENA.

- Desarrollar una propuesta técnica para **tipificar como proyecto al CNBT la vinculación laboral por parte del sector productivo de personal vinculado a actividades en I+D+i**, en un horizonte acotado. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en articulación con COLCIENCIAS para ser implementada a partir del 1º de Enero del 2017.

**B. Propiedad Intelectual** (Cap. Transferencia)

**C. Financiamiento** (Cap. Innovación – Estrategias)

**D. Cooperación** (Cap. Transferencia)

**E. Cultura** (Cap. Cultura)

- Realizar intervenciones culturales que promuevan e incentiven valores y conductas que favorezcan procesos de innovación y emprendimiento, y aporten a la construcción de una comunidad, a través de i) Fomentar la mentalidad y la cultura nivel nacional y regional, mediante el desarrollo de **iniciativas y programas para la construcción de una comunidad alrededor de la innovación y el emprendimiento** con el mayor número de aliados regionales; y ii) **Diseñar e implementar herramientas** en torno a los beneficios y experiencias de la innovación y el emprendimiento **dirigidas a las empresas para favorecer éste tipo de procesos**, tales como: alianzas en organizaciones empresariales que promuevan un cambio organizacional, favorable a la innovación y al emprendimiento; programas para el fomento de proyectos de intra-emprendimiento y emprendimiento corporativo. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo a través de INNpulsa Colombia (UGCE) y en articulación con el SENA y COLCIENCIAS.

Es relevante para el apoyo a los procesos culturales: i) implementar programas de pensamiento crítico, resolución creativa de problemas, experimentación y validación temprana en educación básica, media y secundaria; y ii) promover la inclusión en programas académicos de componentes de innovación y emprendimiento, en todos los niveles y disciplinas.

**F. Servicios de apoyo** (Cap. Transferencia / Innovación)

**G. Marco Normativo** (Cap. Gobernanza)

A nivel regional, el desarrollo de SRI, requieren una estructura territorial en que las capitales departamentales cuentan con condiciones adecuadas a nivel productivo, político y de generación de conocimiento, por lo tanto se establece la siguiente acción:

5 ) Desarrollar la estrategia **de dinamización de los Sistemas Regionales de Innovación Colombianos**, el cual será liderado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en coordinación con el DNP. Esta acción vinculará: i) en regiones con condiciones para dinamizar los SRI, el **desarrollo de mecanismos de gobernanza que faciliten la interacción de los actores locales** en innovación y emprendimiento; y ii) en todas las regiones, se **desarrollarán iniciativas de fortalecimiento de las capacidades y competencias técnicas en innovación y emprendimiento**, para las entidades que prestan servicio de apoyo empresarial a nivel nacional y regional.

#### **5.1.2 Fortalecer y crear mecanismos de apoyo financieros a la innovación y el emprendimiento.**

Esta estrategia contiene acciones para fortalecer la industria de financiación a la innovación y el emprendimiento. Específicamente, se proponen las siguientes acciones:

6) **Desarrollar la industria de capital de riesgo para financiar la creación, crecimiento y expansión de empresas innovadoras.** Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en articulación con BANCODEX e INNPULSA Colombia (UGCE). Esta acción incluirá para el periodo 2016-2018:

- a. Fomentar la **coinversión de capital de riesgo (capital emprendedor)** de entidades del sector público y privado en el fondo de fondos, que será estructurado por BANCOLDEX en seguimiento en lo establecido en el Art 14 de la Ley 1753 de 2015. Así mismo, se revisará la regulación de multifondos para permitir la participación de fondos de pensiones en fondos de fondos y fondos de capital de riesgo.
- b. Realizar procesos de **análisis de impacto normativo para superar las barreras en cuanto a: i) la creación de nuevos instrumentos de financiamiento en etapa temprana; ii) la llegada al país de inversionistas** (capital de riesgo y constitución de empresas) que participen en el desarrollo de la innovación y el emprendimiento; y iii) el cierre de empresas provenientes de instrumentos de emprendimiento.

- c. Desarrollar programas de acompañamiento para empresas con potencial de crecimiento para su ingreso al mercado de valores y deuda, superando las barreras regulatorias existentes.
  - d. Desarrollar una propuesta técnica para tipificar como proyecto al CNBT, deducciones en impuesto de renta, para inversionistas de capital de riesgo y ángeles inversionistas, sobre la inversión en fondos cuya naturaleza sea la creación y crecimiento de empresas.
  - e. Desarrollar líneas permanentes de crédito dirigidas a promover la innovación, incluyendo esquemas de redescuento, así como desarrollar nuevos esquemas de garantía para empresas en etapa temprana y escalamiento de proyectos de I+D e innovación empresarial.
- 7) **Modernizar el Fondo Emprender del SENA**, de forma fortalezcan el apoyo a proyectos productivos de empresas de alto valor agregado que estén enmarcados en los sectores priorizados por la PDP. Esta acción será liderada por el SENA en conjunto con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y el DNP.
- Con el fin de dinamizar la inversión privada en actividades que impliquen la generación de nuevo conocimiento y tecnologías, es de gran relevancia que el país cuente con un programa robusto y amplio de compra pública innovadora. De acuerdo con la OCDE (OCDE, 2015a), la evidencia señala que este tipo de programas, que están jugando un papel cada vez más importante en el fomento a la innovación en algunos países, producen externalidades de generación de conocimiento importantes en materia de inversión en investigación y desarrollo, así como de aplicación de patentes por parte del sector privado. La acción establecida para esta necesidad es:
- 8) **Desarrollar en las entidades del gobierno central vinculadas a ejecución de la Política de CTI, esquemas de intervención que hagan uso de las compras públicas innovadoras**, a partir del aprendizaje de los pilotos implementados por Colombia Compra Eficiente. Esta acción será liderada por el DNP en articulación con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y COLCIENCIAS.

## **5.2. GENERAR CONDICIONES PARA LA COOPERACIÓN DE LOS SECTORES PRODUCTIVO, PÚBLICO Y PRIVADO POR MEDIO DE LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA (TCT)**

Este objetivo toma como referencia es el enfoque sistémico en el cual la transferencia de conocimiento y tecnología se constituye en elemento fundamental por las siguientes razones: primero, se constituye en el eje articulador de los demás objetivos abordados por la política de ciencia, tecnología e innovación; segunda, es el determinante en la interacción de los distintos actores tanto a nivel individual como grupal.

### **5.2.1. Preparar al aparato productivo para el aprovechamiento de la transferencia de conocimiento y tecnología (TCT)**

Las siguientes acciones se dirigen a fortalecer el PLAN NACIONAL DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO al 2025. En la estrategia de innovación asociada a la adopción y adaptación el conocimiento y tecnología existente Catching-Up, se establece la siguiente acción:

- 9) Desarrollar capacidades empresariales (incluyendo a los productores agropecuarios) y gerenciales de **adopción y adaptación del conocimiento y tecnología existente**, mediante la **implementación del Programa Nacional de Escalamiento de la Productividad** que brinde asistencia técnica en capacidades gerenciales a las empresas (incluyendo a los productores agropecuarios). Esta acción será implementada **por el SENA, en conjunto con INNpulsa Colombia (UGCE) y el Programa de Transformación Productiva (PTP)**.

Entre los elementos que cofinanciará este programa se encuentra: i) diagnósticos de capacidades gerenciales e implementación de plan de mejora; ii) diagnóstico del estado actual de la tecnología de la empresa; iii) acompañamiento para la adaptación y absorción de conocimiento y tecnología

Con el fin de complementar las acciones definidas en la sección 5.1.1, asociadas al mejoramiento y consolidación de **capacidades en innovación y emprendimiento**, se debe vincular capacidades empresariales específicas para la negociación de conocimiento y tecnología. Adicionalmente, respecto al mecanismo de cofinanciación, es necesario incentivar su uso en el marco de proyectos asociados a la gestión del conocimiento y la

tecnología. En específico para este nivel de intervención se establecen las siguientes acciones:

10) **Promover la articulación entre las empresas y la infraestructura robusta especializada a través del desarrollo de mecanismos tipo “Voucher” de innovación.**

Los vouchers serán destinados a cofinanciar procesos de innovación como: desarrollo de prototipos y pilotaje, pruebas de concepto, validación comercial y propiedad intelectual. Los emprendedores y empresarios que reciban los “vouchers” podrán redimirlos en entidades identificadas en la política de reconocimiento de actores de COLCIENCIAS como: centros de investigación y desarrollo tecnológico, productividad e innovación, laboratorios, tecnoparques, entre otros. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en articulación con de INNPULSA Colombia (UGCE), COLCIENCIAS y el SENA, con plazo del diseño y pilotaje del mecanismo hasta 31 de diciembre de 2016.

11) **Desarrollar programas para el uso de la propiedad intelectual en las empresas.** Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y COLCIENCIAS, la cual deberá contener para el periodo 2016-2018:

- a. Brigadas de patentes (DNP, 2015).
- b. Aprender a usar herramientas de propiedad intelectual y su potencial para generar monopolios de explotación alrededor de productos o procesos protegidos que redunden en ingresos para las empresas.

12) **Desarrollar programas de fomento a la apropiación y uso productivo de herramientas TIC** a través del cierre de brechas digitales, desarrollo de la demanda, especialización de la oferta de acuerdo a los sectores estratégicos en las regiones, entre otros. Esta acción será liderada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en coordinación con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

**5.2.2. Fortalecer a las instituciones generadoras de conocimiento (IGC) para la transferencia de conocimiento y tecnología (TCT)**

En cuanto a la generación capacidades en las IGC, para la generación de conocimiento aprovechable por el aparato productivo, es necesario

**13) Desarrollar** programas entrenamiento para gestores de las IGC, los cuales promuevan: i) el entendimiento de las demandas del sector productivo; ii) la negociación de conocimiento y tecnología con el sector productivo; iii) el entrenamiento in situ y pasantías en empresas para las OTTS, OTRIS y Centros de Investigación; iv) la valoración, gestión y negociación de activos intangibles en las IGC; v) la homologación los programas de formación afines a la TCT, acorde con estándares internacionales de calidad. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el SENA y COLCIENCIAS

Adicionalmente, con el fin de generar Spin-off universitarios, se desarrollará la siguiente acción:

**14) Generar incentivos a los investigadores con interés en crear empresas de base tecnológica**, para que adquieran habilidades gerenciales, comerciales y de TCT. Esta acción será liderada por el Ministerio de Educación Nacional y COLCIENCIAS. Esta acción incluirá para el periodo 2016-2018 la realización de un **análisis de impacto normativo para superar las barreras en cuanto a la conformación de Spin-off universitarios en IES públicas**.

#### **5.2.3. Fortalecer los servicios de apoyo a la transferencia de conocimiento y tecnología (TCT) y vinculación de actores**

En cuanto a los servicios de apoyo, estos se fundamentan en las relaciones entre las personas, como agentes que interactúan en representación de instituciones y los facilitadores para la transferencia de conocimiento y tecnología como universidades y centros de I+D+i, y a su vez que aquellos se vinculen con redes internacionales de investigación. Para esta estrategia se establecen las siguientes acciones:

**15) Desarrollar el Programa de fortalecimiento de capacidades a las entidades de apoyo para entidades de TCT**, bajo esquemas de desempeño asociados a la calidad de las intervenciones y el éxito de los proyectos. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo a través de INNpulsa Colombia (UGCE).

**16) Desarrollar un programa nacional para la consolidación los servicios de apoyo a la TCT** Este programa tendrá como lineamientos para el 2016-2018:

- a. Insertar las IGC en las redes globales de valor, cofinanciando las alianzas estratégicas entre IGC nacionales y entidades internacionales afines que faciliten la gestión, estructuración y financiamiento de proyectos de cooperación relacionados con TCT.
- b. Establecer un marco para adelantar acciones de cooperación internacional que permita: i) el entrenamiento de talento humano en centros de excelencia mundialmente reconocidos para desarrollar capacidades en todas las actividades requeridas para una gestión efectiva de la TCT, a través de mecanismos de cofinanciación; ii) la acreditación de los profesionales que desempeñen labores y prestan servicios de TCT en Colombia, a través de entidades internacionales reconocidas, para que obtengan el Registro de Profesionales en Transferencia de Tecnología (RTTP por sus siglas en inglés); iii) el diseño de la estrategia para atraer Brokers tecnológicos internacionales; y iv) el desarrollo de un mercado de agentes intermediarios para la transferencia hacia el exterior de desarrollos tecnológicos locales.
- c. Promover el diseño e implementación de programas de mentoría a nivel de doctorado, en el que, apoyados por el sector productivo, los investigadores trabajen en la solución de problemas específicos de las empresas
- d. Desarrollar una masa crítica de profesionales que puedan aprovechar toda la información disponible en el estado de la técnica y adicionalmente de poder establecer relaciones productivas con sus pares en los países desarrollado (SIC, ICA, DNDA).
- e. Promover la movilidad de estudiantes y profesionales para que adquieran habilidades en idioma inglés especializado en TCT.
- f. Consolidar espacios de interacción entre IGC y el sector productivo que soporten la TCT, promoviendo el aprovechamiento de economías de escala y uso de bienes comunes, por parte de empresas, investigadores, etc. a través de parques científicos, tecnológicos y de innovación, guardando coherencia con lo establecido en el artículo 12 del PND 2014-2018.

Con el objetivo actualizar y tener disponible los servicios de apoyo al aparato productivo, se establecen como acciones:

17) **Implementar un programa de Descubrimiento y Aprovechamiento de Tecnologías Aplicables (DATA)** que permita la conexión entre expertos de diversos campos para coordinar esfuerzos con el sector productivo, en la búsqueda de soluciones técnicas y su implementación y puesta en producción eficiente. Este programa para el periodo 2016–2018, realizará el levantamiento de la información respecto a:

- a. Tecnologías, capacidades y servicios tecnológicos, que sean ofertados por las IGC y las entidades de apoyo a la TCT, que sean útiles al aparato productivo, a través de una plataforma que facilite la conexión entre oferta y demanda tecnológica. Ej. SIEMBRA del MADR.
- b. Necesidades, demandas y brechas tecnológicas de sectores estratégicos definidos en las regiones, que evidencien la necesidad de adelantar procesos de reconversión tecnológica y de TCT.

Finalmente, a nivel nacional es necesario fomentar la asociatividad regional de las instituciones para incrementar la cooperación y transferencia de capacidades. Para lo anterior, se promoverá la participación de investigadores e inventores, tanto de las IGC como del sector productivo, a través de la cofinanciación, en eventos, ferias, ruedas de negocios, misiones y otros espacios que les permitan consolidar redes de trabajo y de contacto para la TCT, sujetos al desarrollo de planes concretos de trabajo posterior.

### **5.3. AUMENTAR LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO DE ALTO VALOR QUE DÉ RESPUESTA A LAS NECESIDADES Y OPORTUNIDADES SOCIALES Y DE DESARROLLO PRODUCTIVO DEL PAÍS.**

Para este objetivo se han definido cuatro conjuntos de acciones orientadas a desatar el potencial de la I+D en lo que será el nuevo Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación.

#### **5.3.1. Ampliar las capacidades existentes en el sistema nacional para llevar a cabo investigación y desarrollo de alta calidad**

El primer grupo de acciones está orientado a cumplir con este objetivo, lo que implicará adelantar las siguientes acciones:

18) Establecer fuentes de financiación estables para I+D, de alta calidad y con propósito, en cada uno los focos temáticos en alimentos, biotecnología y nanotecnología con la participación de los Ministerios y demás entidades

sectoriales relacionadas con estos focos. Esta acción podrá llevarse a cabo mediante la utilización de fondos sectoriales existentes, la creación de estos fondos en donde sea necesario o la utilización del Fondo Francisco José de Caldas para la ejecución de recursos sectoriales, de acuerdo al análisis que realizará COLCIENCIAS en conjunto con el DNP. Una vez surtido este análisis, la ejecución de esta acción será liderada por COLCIENCIAS, el DNP y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, en coordinación con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- c. Establecer 5 Iniciativas Nacionales de Investigación como mecanismo para alcanzar posiciones de liderazgo internacional en I+D en los focos de energías renovables, salud, alimentos y las áreas transversales de biotecnología, nanotecnología y tecnologías de la información y las comunicaciones<sup>92</sup>. Estas Iniciativas serán los lugares donde confluirán las capacidades científicas y tecnológicas existentes actualmente y en los que se generará un ambiente propicio para su ampliación y consolidación. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y el DNP.
- d. Fomentar la creación de nuevos espacios para la realización de actividades de I+D+i tales como las unidades empresariales de I+D+i, empresas altamente innovadoras (EAI) y parques tecnológicos, para estimular la vinculación de investigadores en el sector productivo, las cuales serán objeto de beneficios tributarios por inversión en I+D+i y los demás instrumentos de fomento creados por entidades del Gobierno nacional orientadas al estímulo de la I+D+i. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

---

<sup>92</sup> En el Anexo 12 es posible consultar la justificación de estos focos y áreas estratégicas.

- e. Implementar programas de fomento a la I+D con propósito orientados a la solución de problemas específicos del sector productivo y articulados con los programas diseñados en el marco de la Política de Desarrollo Productivo. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS.
- f. Caracterizar la infraestructura disponible en el país para la realización de I+D en los diferentes departamentos del territorio nacional y por áreas del conocimiento, a través de un sistema de información apropiado que sea actualizado periódicamente y que sirva como herramienta de seguimiento de su estado y gestión. Ello permitirá una mejor planeación de las inversiones públicas y privadas, así como un aprovechamiento óptimo de los recursos existentes. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS.
- g. Diseñar un plan de modernización y ampliación de la infraestructura nacional para I+D a partir de la caracterización resultante de la acción anterior, con el propósito de ofrecer condiciones adecuadas para la realización de I+D de calidad, con resultados precisos y competitivos a nivel internacional. El plan deberá considerar mecanismos para la articulación de fuentes de financiación internacionales, nacionales y regionales, tanto públicas como privadas. Este plan también incluirá lineamientos generales para el uso compartido de infraestructura de alto desempeño para I+D financiada con recursos públicos, ampliando el acceso a diversos actores y logrando economías de escala. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS.
- h. Diseñar incentivos e instrumentos para la certificación y aplicación de buenas prácticas internacionales en todos los laboratorios y centros que provean servicios para actividades de I+D+i en el país, elevando de esta forma los niveles de precisión, validación y comparabilidad internacional de los resultados obtenidos.

### **5.3.2. Ajustar el sistema de incentivos para la producción científica nacional desarrollo de alta calidad.**

El segundo grupo de acciones se orientará a alcanzar este objetivo, estimulando la calidad y el reconocimiento internacional de la I+D realizada en Colombia, y promoviendo los tipos de producción científica con mayor impacto sobre las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo del país:

- 19) Rediseñar el Índice Nacional Bibliográfico – Publindex, con el propósito de aumentar su factor de impacto y visibilidad, permitiendo así posicionar internacionalmente la I+D realizada en el país. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS.
- 20) Revisar y ajustar el actual modelo de medición de grupos de investigación y reconocimiento de investigadores siguiendo las siguientes orientaciones las cuales serán implementadas por COLCIENCIAS:
- Aumentar la relevancia de los productos de “nuevo conocimiento” y de “desarrollo tecnológico e innovación” en el modelo de medición y reconocimiento de grupos e investigadores, en las áreas del conocimiento orientadas a ese tipo de resultados académicos.
  - Redefinir los productos de “apropiación social del conocimiento” y “formación de capital humano” y su valoración dentro del modelo a partir de su impacto sobre los objetivos de la política, esto es, respuesta a las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo del país.
  - Implementar la perspectiva departamental en el modelo, considerando la aplicación de criterios de medición y valoración en función del nivel de capacidades de CTI de los diferentes departamentos.
  - Desarrollar un módulo de indicadores de eficiencia, que posibilite la comparación de los resultados del modelo de medición y reconocimiento de grupos e investigadores en condiciones normalizadas, donde factores tales como el tamaño del grupo, su ubicación geográfica o área del conocimiento no distorsionen la interpretación de la medición realizada.
- 21) Realizar un análisis de impacto normativo del decreto 1279 de 2002, en cuanto al esquema de incentivos para la producción científica de establecido por éste, con el objetivo de identificar opciones de mejora que permitan mejorar el impacto de este esquema en la calidad de la producción científica. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS y el DNP.

#### **5.3.3. Incrementar la proyección internacional de la I+D**

Para el cumplimiento de este objetivo, se estimularán los flujos de investigadores y recursos a través de las siguientes acciones:

22) Diseñar e implementar una Estrategia de Internacionalización de la Investigación que incluya:

- a. Acuerdos de cooperación científica con países e instituciones líderes, a nivel mundial y regional, en los focos y áreas estratégicos definidos en esta política, a partir de objetivos comunes de investigación y con un seguimiento detallado al desarrollo de estos acuerdos.
- b. Financiamiento de proyectos conjuntos de investigación con instituciones académicas líderes a nivel mundial y regional en los focos y áreas estratégicos definidas en esta política.
- c. Un programa de pasantías posdoctorales bajo estándares internacionales que permita atraer investigadores de alto nivel para su trabajo en centros y grupos de investigación de alta calidad, así como el desplazamiento de investigadores nacionales para la realización de estudios posdoctorales en instituciones académicas de reconocimiento mundial.
- d. Organización y apoyo a eventos académicos internacionales de alto nivel en los focos y áreas estratégicos definidos en esta política.
- e. Diseño un plan para identificar y canalizar recursos internacionales para la realización de I+D en Colombia, particularmente de empresas multinacionales, centros de pensamiento e investigación y organismos multilaterales. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS en coordinación con los Ministerios relacionados con los focos y áreas estratégicas.
- f. Identificación e implementación de acciones para superar las barreras normativas que obstaculizan la vinculación de investigadores extranjeros a actividades de I+D en el país.

Esta acción será liderada por COLCIENCIAS y el Ministerio de Relaciones Exteriores.

#### **5.3.4. Establecer un direccionamiento estratégico de la I+D**

Para alcanzar este objetivo, se plantean las acciones:

23) Definir una agenda nacional de investigación con visión de mediano y largo plazo, que responda a criterios de especialización regional para la solución de los grandes problemas del país y el posicionamiento internacional en las áreas de mayor proyección. Dicho plan incluirá: a) una agenda para la investigación básica, orientada a la generación de conocimiento de frontera en las áreas de salud, alimentos, energías renovables, biotecnología, nanotecnología y TICs, y b)

una agenda para la investigación aplicada, orientada a la solución de problemas del sector productivo y de problemas sociales nacionales y regionales, en articulación con los diferentes Ministerios. Esta acción será liderada por Colciencias en coordinación con los demás Ministerios.

24) Crear e implementar un único sistema de información eficiente que reúna datos normalizados y comparables a nivel nacional e internacional de todos los actores del SNCCTI y la infraestructura existente, como base fundamental para la toma de decisiones sobre asignación de recursos y orientación de políticas. Esta acción será implementada por Colciencias.

#### **5.4. INCREMENTAR EL CAPITAL HUMANO ALTAMENTE CALIFICADO Y DEDICADO A LA INVESTIGACIÓN, EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y LA INNOVACIÓN.**

En este capítulo se presentan estrategias destinadas a incrementar el capital humano altamente calificado, en particular a nivel de doctorado. Sin embargo, es importante señalar que el capital humano que requiere el país para potenciar su sistema nacional de innovación no se limita a este tipo de formación. En este sentido, es importante señalar que el Gobierno nacional ha venido impulsando iniciativas para incrementar la formación de capital humano en otros niveles. En primer lugar, mediante el documento Conpes 3835<sup>93</sup>, el Gobierno nacional destinó recursos adicionales para ampliar el Programa Crédito-Beca de COLFUTURO durante el período 2017–2025, lo que permitirá otorgar 13.200 becas, en su gran mayoría de maestría.

De igual manera, el Gobierno nacional en su Política de Desarrollo Productivo ha establecido una Estrategia de Capital Humano centrada en la formación técnica y tecnológica y orientada al cierre de brechas identificadas por departamento, de acuerdo a sus apuestas productivas. En conclusión, las estrategias aquí presentadas hacen parte de un conjunto amplio de iniciativas del Gobierno nacional dirigidas a incrementar el capital humano para el desarrollo productivo y la innovación. Para dar respuesta al objetivo general de este capítulo se plantean dos estrategias, que se presentan a continuación.

---

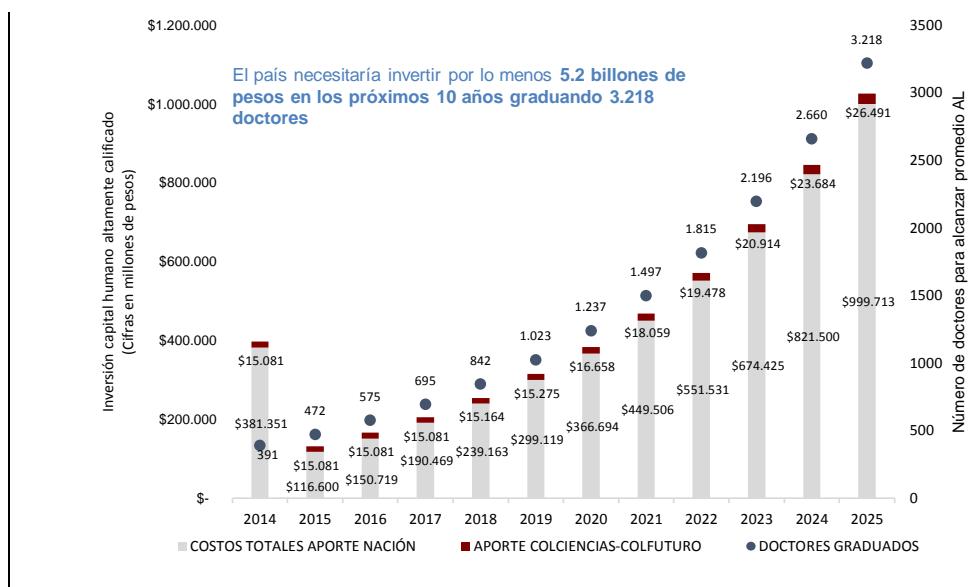
<sup>93</sup> Declaración de importancia estratégica del proyecto de apoyo a la formación de capital humano altamente calificado en el exterior.

#### **5.4.1. Incrementar el capital humano altamente calificado para la realización de actividades de ciencia, tecnología e Innovación con criterios de calidad y pertinencia.**

La formación de capital humano altamente calificado genera impactos significativos en el desarrollo económico y social del país. De hecho, la financiación de este tipo de capital humano ha representado para el país durante los últimos años una tasa interna de retorno positiva del 6.78% (COLCIENCIAS, 2014, trabajo realizado por Fedesarrollo). Actualmente, diversos actores del SNCCTI realizan esfuerzos considerables en la financiación de formación de capital humano para la CTI. Sin embargo, la financiación ha dependido de los recursos de la Nación, especialmente a través del presupuesto de inversión de COLCIENCIAS, entidad que ha dedicado la mayor parte de su presupuesto en esta labor (COLCIENCIAS, 2014), y cuyo monto asignado es insuficiente para alcanzar las metas esperadas, especialmente si se espera ser el tercer país más innovador de América Latina y otorgar 10.000 becas para la formación de magísteres y doctores a 2018 (DNP, 2014).

Frente a este reto, COLCIENCIAS identificó que el país necesitaría invertir por lo menos 5.2 billones de pesos durante los próximos diez años para graduar 3.218 doctores y alcanzar el promedio latinoamericano, para lo cual el Gobierno nacional aportaría el 60% (3,12 billones), una inversión que permitirá incrementar los niveles de producción de nuevo conocimiento y dinamizar los resultados en la competitividad del país (Gráfico 24).

**Gráfico 24 Formación de capital humano altamente calificado y su costo para alcanzar los niveles de América Latina**



Fuente: Estimaciones COLCIENCIAS con base en COLCIENCIAS (2015) bajo el estudio realizado por Gómez, A. (2015)

Esto implica **generar fuentes alternativas de financiación** que permitan cumplir la meta de formar este tipo de capital humano necesario para el país. Teniendo en cuenta lo anterior. Las acciones contempladas son:

- 25) Diseñar e implementar un mecanismo de financiación no menor a 10 años para reconocer a la formación de capital humano altamente calificado, especialmente la formación doctoral, como una inversión social y de importancia estratégica para el país. Esta acción podrá evaluar diferentes tipos de ingresos del Estado para garantizar los recursos de formación, estableciendo mecanismos de retorno de las personas formadas, buscando, entre otros incentivos, fomentar la movilidad de este personal en las regiones del país. Esta iniciativa estará a cargo de COLCIENCIAS, DNP y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
- 26) Identificar otros mecanismos de financiación que permitan complementar esta apuesta del Gobierno nacional, y por ello los esquemas de cofinanciación con diferentes actores del SNCCTI, en particular con el sector privado, se consideran otro pilar fundamental. En este sentido se implementarán esquemas de formación de capital humano altamente calificado orientado y alineado a las necesidades productivas o empresariales del país, implementando pilotos de formación doctoral para que el personal de las empresas pueda ser beneficiario

de estas iniciativas y asegurando que los productos de investigación respondan a sus necesidades. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS, el DNP y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Las empresas beneficiarias a tener en cuenta en este piloto pueden ser parte de programas como el Programa de Transformación Productiva o el mapa de la complejidad adelantado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. De igual forma, y teniendo en cuenta la experiencia de COLCIENCIAS, se podrá vincular a las empresas beneficiarias de programas como Gestión de la Innovación o Vinculación de Doctores en empresas. Otro potencial actor a participar en estos pilotos son Empresas Altamente Innovadoras, o empresas que por sus actividades hayan utilizado el esquema de Beneficios Tributarios por inversión en ACTI. Los pilotos también podrán implementarse en la formación de capital humano altamente calificado en Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico, y en Parques Científicos y Tecnológicos del país.

27) Diseñar e implementar una estrategia para el fortalecimiento de los programas nacionales de maestría y doctorado que permita elevar la calidad de los programas del país, y con ello incrementar el porcentaje de programas acreditados en alta calidad. Se tendrán en cuenta dentro de esta estrategia esquemas de acompañamiento de programas nacionales consolidados y acreditados en alta calidad junto con programas en consolidación. Esta acción será implementada por el Ministerio de Educación Nacional y COLCIENCIAS.

28) Identificar los grandes desafíos sociales (reconciliación, desminado, mortalidad, movilidad, etc.) como orientadores de la investigación a realizar en los procesos de formación doctoral, así como su alineación con los 3 focos estratégicos y los 2 tres sectores de tecnologías multipropósito definidos en esta política.

#### **5.4.2. Mejorar el balance de la vinculación sectorial de capital humano altamente calificado**

Uno de los objetivos de mayor importancia de esta política es elevar las capacidades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en los actores del SNCCTI. En este sentido, la formación de doctores tiene el potencial de incrementar la calidad de la investigación y de la educación superior en general, aportando de manera significativa a la generación de un capital humano calificado en todos los niveles de la educación superior. Bajo este contexto, se hace evidente la necesidad de garantizar

mecanismos que permitan vincular el capital humano formado y con habilidades para realizar actividades de CTI, con especial énfasis en la educación superior en el caso del personal con doctorado, aunque sin desconocer la importancia de su vinculación en los sectores público y productivo privado.

Frente a la necesidad de incrementar el número de docentes con formación doctoral, y su vinculación efectiva en la academia, se establece como acción:

29) Fortalecer los criterios de calidad de las universidades del país, en esta medida el MEN, el ACN y COLCIENCIAS elaborarán una propuesta que permita valorar la vinculación de doctores en los modelos de acreditación de las universidades del país.

Por otra parte, y buscando generar incentivos para incrementar la vinculación de doctores formados en este sector académico se plantea la necesidad de

30) Garantizar mecanismos de condonación para los doctores formados y apoyados con recursos de la nación, la participación y vinculación en la academia, Para ello, COLCIENCIAS presentará un esquema de condonación en este sentido.

Con el propósito de incrementar los incentivos para vincular capital humano altamente calificado en el sector público se plantea:

31) Simplificar los trámites de convalidación de títulos extranjeros de forma eficiente y oportuna para vincular este capital humano en las entidades del Estado. Esta acción será implementada por el Ministerio de Educación Nacional.

32) Diseñar una estrategia de incorporación de la investigación a la gestión pública con miras a aumentar la vinculación de capital humano altamente calificado dedicado a la investigación en entidades del Estado. Como parte de esta estrategia se fomentarán esquemas de cofinanciación conjuntos en las entidades del Estado para formar a los funcionarios públicos, asegurando espacios de investigación y uso de los estudios doctorales en problemas del sector público colombiano. Esta acción será implementada por Colciencias, el DNP y el Departamento Administrativo de la Función Pública.

En cuanto a la vinculación de doctores en el sector productivo se implementarán las siguientes acciones:

33) El CNBT elaborará una propuesta para que las empresas que vinculen capital humano altamente calificado en sus empresas puedan acceder a beneficios tributarios. Algunos aspectos a tener en cuenta en esta propuesta es la experiencia de las empresas en desarrollar ACTI, tamaño de la empresa y uso de beneficios tributarios en ACTI diferente a la vinculación de capital humano. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS y el DNP, los cuales estimarán el impacto y el costo fiscal de esta ampliación de los beneficios tributarios.

34) Implementar programas piloto que repliquen el programa de vinculación de doctores en empresas que fue implementado por COLCIENCIAS y evaluar las condiciones en las que podría ser escalado exitosamente. En este sentido, entidades cercanas al sector empresarial tales como SENA, MinCIT y COLCIENCIAS trabajarán en la implementación de estos pilotos teniendo en cuenta actores como Unidades de I+D reconocidas, Empresas Altamente Innovadoras, PYMES, Parques y Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

La formación técnica y tecnológica también juega un papel importante en la producción y aplicación del conocimiento. Por tanto se plantean las siguientes acciones:

35) Identificar las demandas de técnicas y tecnológicas en materia de CTI de las empresas. Por lo cual, el MinCIT, SENA y DNP realizarán un estudio de brechas de capital humano para la CTI, con énfasis en la formación técnica y tecnológica, que den respuesta a las demandas de CTI, especialmente a la demandas de I+D y con ello apoyar a las empresas altamente innovadoras en sus procesos de innovación.

36) Facilitar la conexión entre la oferta y la demanda de capital humano para la CTI, el MinTIC, MCIT y COLCIENCIAS desarrollarán una plataforma de información que permita conectar la oferta y demanda de capital humano altamente calificado para desarrollar actividades de CTI.

#### **5.5. CONSOLIDAR UNA CULTURA FAVORABLE A LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA LOS ACTORES DEL SNCCTI Y LOS CIUDADANOS, A PARTIR DE PROCESOS DE APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CTI.**

Para dar respuesta a ese objetivo general se plantean dos estrategias, que se presentan a continuación.

**Comentario [J7]:** Es importante hacer un contexto del objetivo.

### **5.5.1. Articular y fortalecer los actores del SNCTI que promuevan una cultura favorable a la CTI.**

Las acciones a desarrollar son:

- 37) Diseñar y poner en marcha una estrategia de caracterización y reconocimiento de los actores públicos y privados que trabajan a nivel internacional, nacional, regional y local en el desarrollo de iniciativas para el fomento de la cultura favorable a la CTI en Colombia, que incluye, entre otras, procesos de apropiación social de la CTI e iniciativas específicas de promoción de cultura y de mentalidad relacionada con CTI. COLCIENCIAS trabajará en esta estrategia en la que se contemplará el levantamiento de información de actores, mapeo de beneficiarios, actividades desarrolladas y productos generados, para lo cual MinTIC, MinCIT-INNpulsa, MinCultura, MinTrabajo, MinAmbiente, MinMinas, MinSalud, MinAgricultura, MinEducación, la SIC y los ciudadanos serán estratégicos.
  - 38) Establecer una estrategia nacional para la conformación de alianzas y creación de redes entre los actores que realizan actividades que favorecen la cultura y la apropiación social de la CTI en el país y respondan a un escenario de posconflicto. En este sentido COLCIENCIAS creará y pondrá en marcha el Consejo Nacional de Cultura y Apropiación Social de la CTI que tendrá como función orientar las estrategias y programas que fomenten este tipo de redes y alianzas en donde la participación de Presidencia, los ciudadanos, MinCultura, MinTIC-INNpulsa, MinCIT, MinEducación, empresarios, y organismos internacionales serán fundamentales.
- Por otra parte, se hace necesario consolidar incentivos y generar recursos para apoyar una cultura favorable a la CTI a nivel nacional, regional y local. En esta dirección se plantea:
- 39) Armonizar la oferta pública existente para la promoción de este tipo de instrumentos, para lo cual COLCIENCIAS trabajará en el diseño de un programa nacional de inversión pública que contemple entre otras líneas, comunicación de la ciencia, participación ciudadana, vocaciones científicas, tecnológicas y de emprendimiento que promueven la cultura favorable de CTI. Un ejercicio inicial de coordinación en este sentido, es diseñar e implementar entre COLCIENCIAS, MinTIC y MinCultura un programa piloto de apropiación de la CTI en las regiones.

40) Escalar, a partir de la experiencia de COLCIENCIAS e INNPULSA, los programas de Apropiación Social que contemplen la solución de problemas sociales a partir del conocimiento científico tecnológico y experiencias locales. En este sentido, COLCIENCIAS trabajará en un programa de incentivos para empresas y organizaciones sin ánimo de lucro nacionales e internacionales, cámaras de comercio, y organismos de cooperación internacional que apoyen entre otras acciones, la promoción de convocatorias y concursos de apropiación social y la promoción de una cultura favorable a la CTI en ciudadanos, empresarios, emprendedores y otros actores del sistema.

41) Promover y consolidar una red de conocimiento entorno a iniciativas que fomentan la cultura y la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación en la que se identifiquen lecciones aprendidas, casos de referencia y buenas prácticas como mecanismo para la gestión de recursos en esta materia. MinTIC, MinEducación, MinCultura y MinCIT-INNpulsa, empresarios, sociedad civil, organismos internacionales y el Sena, participarán en la generación de casos exitosos, el diseño y puesta en marcha de la estrategia de visualización de estos resultados y su promoción.

También, y en búsqueda de generar capacidades nacionales y regionales que permitan desarrollar actividades favorables a la cultura y los procesos de apropiación se plantean las siguientes acciones:

42) Promover la creación de una red *gestores regionales por la Cultura y la Apropiación Social - Ciudadanos del Conocimiento*, que impulsen y gestionen este tipo de procesos en el país usando para ello estrategias de educación formal y no formal, así como la generación de nuevo conocimiento sobre estos procesos a nivel nacional y regional. En este sentido, COLCIENCIAS establecerá las líneas que deberán tenerse en cuenta para este tipo de formación de gestores regionales, así como la implementación de incentivos para el reconocimiento y certificación de estos actores en el SNCCTI. Este proceso se trabajará con el apoyo de universidades del país, grupos de investigación dedicados al análisis, evaluación, seguimiento y nuevas apuestas conceptuales que favorezcan la consolidación de una cultura de CTI para Colombia. La puesta en marcha de esta red se trabajará conjuntamente entre COLCIENCIAS, MinEducación, el Ministerio de Relaciones Exteriores, organismos internacionales, el Sena, los ciudadanos y la Universidades Públicas.

### **5.5.2. Aumentar la participación de la ciudadanía en actividades que favorecen la cultura y apropiación de CTI**

Las acciones que permitan avanzar en esta estrategia son:

- 43 ) Establecer espacios para la apropiación e interacción entre el conocimiento científico tecnológico y otros saberes, para generar mayores oportunidades de acceso a la CTI en poblaciones con bajas condiciones socioeconómicas. En esta dirección COLCIENCIAS en conjunto con los ciudadanos, MinTIC, MinCIT, MinCultura, MinAmbiente, MinEducación, INNpulsa, la empresa y organismos internacionales, implementarán en conjunto con los departamentos del país, espacios de movilización masiva para la participación como ferias de ciencia, semanas o temporadas de ciencia, campus, y festivales del conocimiento, que permitan la participación e interacción de los distintos actores del SNCCTI, con el propósito de reconocer los saberes locales y su interacción con el conocimiento científico y tecnológico, visibilizando la oferta y demanda de conocimiento para el desarrollo regional.
- 44 ) Crear espacios interactivos y permanentes que generen encuentros entre los diversos actores del sistema, y diferentes públicos de la sociedad con el objetivo de fortalecer una cultura científica, tecnológica e innovación en las regiones del país. Para esta acción, COLCIENCIAS, en coordinación con los departamentos, crearán 12 Centros de Ciencia en donde se concertadamente con los actores regionales, se diseñarán las agendas y contenidos de CTI de estos centros.

En aras de buscar la sostenibilidad de los centros, se buscará trabajar coordinadamente con las regiones, así como con Cámaras de Comercio, ONGs, organismos internacionales, fundaciones sin ánimos de lucro y empresarios que busquen procesos de responsabilidad social de sus regiones, siendo los Ministerios como MinTIC, MinCultura y MinEducación estratégicos para la creación de estos centros. Por otra parte, COLCIENCIAS establecerá una política de reconocimiento de Centros para la Apropiación Social y generación de incentivos para la conformación de estos espacios en las regiones, uno de ellos puede ser acceso a Beneficios Tributarios.

45) Poner en marcha el **Programa Nacional de Comunicación Pública de Ciencia para Todos** en el cual se implementarán estrategias de comunicación pública y masiva con contenido de CTI acorde a los intereses de distintos públicos y a sus contextos. En esta sentido, COLCIENCIAS establecerá mecanismos que apoyen el diseño, producción de contenidos e implementación de estrategias de comunicación de la CTI innovadoras, contextualizadas y participativas, teniendo como objetivo producción de radio, televisión, contenidos de internet, y móviles. Las regiones deberán ocupar un rol predominante en el diseño de tales estrategias y para lo cual será necesario trabajar con aliados como MinTIC, MinCultura, MinEducación, INNpulsa, la Comisión Nacional de T.V., Fondo Cinematográfico, empresa privada, el Sistema de Medios Públicos, RTVC y organismos internacionales.

46) Frente a la necesidad de fomentar una cultura científica, tecnológica e innovadora en la población infantil y juvenil y las dinámicas de producción de conocimiento, COLCIENCIAS continuará afianzando programas como Ondas, Jóvenes Investigadores, Semilleros y Nexo Global, trabajando conjuntamente con los departamentos, MinTIC, INNpulsa, MinEducación y MinComercio, la empresa privada, organismos internacionales, el Sena, entre otros. Para los próximos 10 años el Programa Ondas, jóvenes investigadores y Nexo Global de COLCIENCIAS proponen impactar a cuatro millones de niños, niñas y jóvenes.

#### **5.5.3. Fortalecer instrumentos de medición y seguimiento para las estrategias de Apropiación Social**

En aras de generar procesos de medición de resultados e impactos de los procesos de apropiación social, especialmente para un escenario de posconflicto, se plantea:

Crear un Sistema de Monitoreo y Evaluación sobre cultura de CTI y Apropiación Social. En este sentido, COLCIENCIAS trabajará en consolidar, de manera concertada con los actores del SNCTI, una batería de indicadores, así como la identificación de productos y a análisis de resultados de procesos de Apropiación Social para el fomento de una cultura en CTI. Esta iniciativa se contará con el apoyo del DANE, DNP, Ministerios, Universidades, Centros de Investigación y empresas de recolección de información.

## **5.6. DESARROLLAR UN SISTEMA E INSTITUCIONALIDAD HABILITANTE PARA LA CTI.**

Esta estrategia se implementará a través de acciones diferenciadas en cuanto a la gobernanza, el diseño, seguimiento, evaluación de la política, el financiamiento y el marco regulatorio.

### **5.6.1. Fortalecer la arquitectura institucional actual de la CTI**

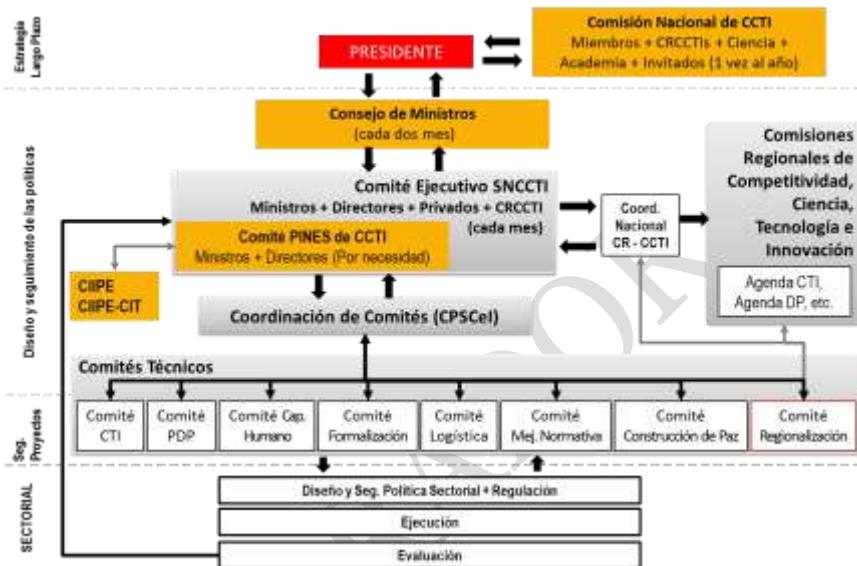
El Artículo 186° de la Ley 1753 de 2015, referente a la creación del Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI), ordenó al Gobierno Nacional reglamentar la organización, articulación y funcionamiento de ese Sistema, teniendo en consideración los siguientes aspectos:

- Con el propósito de articular agendas de trabajo, se deberán integrar a las CRC en cada departamento las distintas instancias departamentales que promueven agendas de competitividad, productividad, ciencia, tecnología e innovación, tales como: los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI), Comités Universidad–Empresa–Estado, Comités de Biodiversidad, Redes Regionales de Emprendimiento, Consejos Regionales de PYME, Consejos Ambientales Regionales, Comités de Seguimiento a los Convenios de Competitividad, y las demás que sean promovidas por el Gobierno Nacional.
- Las CRC deberán ajustar su estructura de manera que se garantice la participación de las instancias mencionadas previamente.
- Las CRC serán la única instancia de interlocución con el Gobierno Nacional para la implementación de la Agenda Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación.

Para abordar estos desafíos, el presente documento CONPES establece en el Anexo 8, el detalle de la gobernanza del SNCCTI (Gráfico 25), el cual sostiene el compromiso político con la CTI como uno de los motores de desarrollo. A fin de implementar el sistema, para el nivel de COORDINACION ESTRATEGICA, es necesario en CTI la siguiente acción:

- 47) Adoptar la configuración de la gobernanza del SNCCTI la cual deberá ser institucionalizada a través de Decreto/Ley Reglamentario, con plazo máximo el 31 de diciembre de 2016. La entidad líder es Presidencia de la República, en coordinación con todas las entidades del SNCCTI.

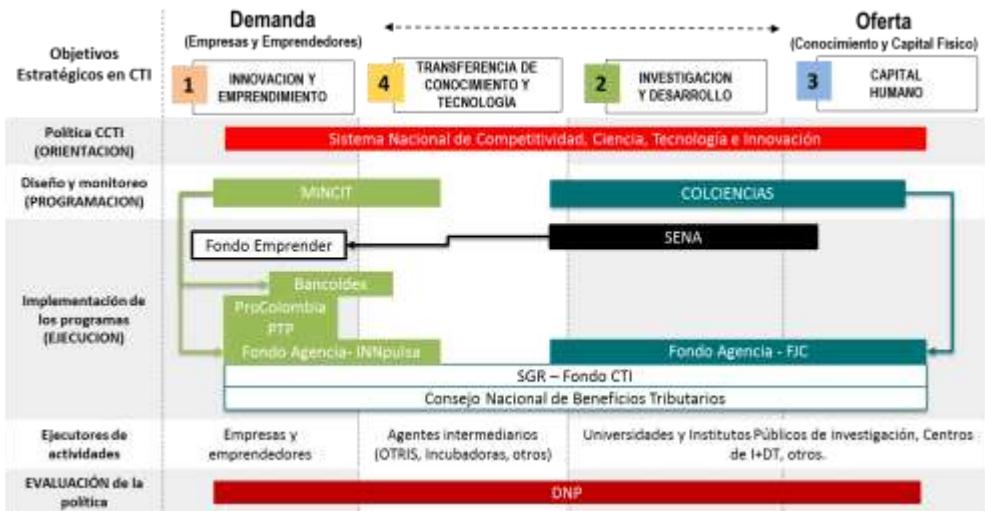
Gráfico 25. Gobernanza propuesta para el SNCCTI



Fuente: Elaborado por Presidencia de la Republica de Colombia y DNP

A nivel SECTORIAL, y teniendo en cuenta la recomendación de la (OCDE, 2014), en cuanto a que los esfuerzos en innovación, deben dirigirse más a la innovación que sea nueva para la empresa y para el mercado que por desplazar la frontera del conocimiento global, el presente documento CONPES establece como acción (Gráfico 26) la configuración de los siguientes roles para la **coordinación estratégica**:

Gráfico 26 Roles y responsabilidades de la Política de CTI



Fuente: Elaborado por Presidencia de la República de Colombia y DNP

48) Asignar en la función de formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar e implementar la Política de Estado en CTI, al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en la materia de innovación y emprendimiento, en articulación con la PDP, y a COLCIENCIAS en la materia de ciencia y tecnología.

En cuanto a la en **coordinación vertical**, se vinculará como lineamiento del SNCTTI, separar los roles de programación de las políticas con la ejecución de programas e instrumentos. Por tanto las acciones requeridas en este orden son:

49) Designar a la Unidad de Gestión de Crecimiento Empresarial (UGCE), actualmente INNpulsa Colombia, como ejecutor de la Política de Innovación y Emprendimiento.

50) Separar en el proceso de reestructuración de COLCIENCIAS explícitamente las funciones de programación y ejecución, para lo cual es necesario: i) Fortalecer la Unidad de Diseño y Evaluación de la Política de CTI (UDEP) de COLCIENCIAS, y ii) Designar al Fondo Francisco José de Caldas, como ejecutor de la Política de Ciencia y Tecnología.

#### 5.6.2. Fortalecer el diseño, seguimiento y evaluación de la Política de CTI

En el marco de una política de largo plazo en la cual se define un marco de acción para los diferentes, tal y como se abordó en el diagnóstico, es necesario generar

estrategias y acciones diferenciadas para establecer diferenciación a nivel de DSE de la política e instrumento.

El **diseño de la política de CTI**, es un proceso continuo y evolutivo, que se beneficiará del seguimiento y la evaluación, a fin de incorporar las mejoras prácticas al desarrollo de los Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación. El diseño por tanto, debe incorporar a su vez una perspectiva de mediano y largo plazo, en lugar de los tradicionales enfoques de corto plazo, y que estén al margen de los cambios políticos y el ciclo electoral. Para asegurar una consistencia de las políticas de innovación a mediano plazo y mejorar su diseño se establecen como acciones:

- 51) Formular el Plan Nacional de Innovación y Emprendimiento 2016–2020 a cargo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y el Plan Nacional de Investigación 2016–2020, con fecha de ejecución a 30 de diciembre de 2016. Estos planes buscan dar los lineamientos para la focalización de estrategias, programas e instrumentos de intervención de acuerdo a lo establecido en presente documento CONPES y en concordancia con el Análisis de Gasto en CTI.
- 52) Diseñar un plan de fortalecimiento a las entidades del gobierno central (cabezas de sectores administrativos) para el desarrollo de capacidades de formulación y ejecución de las políticas sectoriales de CTI, bajo la responsabilidad del DNP, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y COLCIENCIAS. y con fecha de ejecución a 30 de diciembre de 2016. Esta plan de fortalecimiento tendrá como marco de acción el presente documento CONPES, y en concordancia con el Análisis de Gasto en CTI.

En cuanto al **seguimiento del presente CONPES en CTI**, el Comité Ejecutivo del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCCTI), con el apoyo de su Secretaría Técnica, utilizará esta información con el fin de analizar periódicamente el avance en el cumplimiento de las metas de los mismos. Como se mencionó anteriormente, la finalidad de la presente Política de CTI es impulsar el desarrollo económico y social a través de la ciencia, tecnología e innovación. Como indicadores de seguimiento de la presente política se establecen (Tabla 15):

**Tabla 15.** Indicadores de referencia de la política de CTI 2018 y 2025

Objetivo Estratégico	Indicador	Línea Base (2015)	Meta Intermedia (2018)	Meta Objetivo (2025)
Innovación y Emprendimiento				

Objetivo Estratégico	Indicador	Línea Base (2015)	Meta Intermedia (2018)	Meta Objetivo (2025)
Investigación y Desarrollo				
Capital Humano				
Transferencia de Conocimiento Y Tecnología				
IMPACTO				

Fuente: DNP

En el **Anexo**, se especifica, para cada indicador: definición, fórmula, unidad de medida, meta, año meta, periodicidad de recolección, medios de verificación y línea de base. Los cálculos y la recopilación de dichos indicadores estarán a cargo del DNP con apoyo del DANE.

Dado el principio de gestión presupuestaria por resultados que orienta el actuar del gobierno nacional, así como la naturaleza experimental de la CTI, es necesario tener un marco para monitorear los instrumentos de Política y evaluarlos ex-ante y ex-post. Para definir el componente de seguimiento y evaluación a nivel de instrumentos, se parte del análisis del ciclo de formulación, implementación, seguimiento y evaluación de los mismos, teniendo en cuenta además, los mecanismos presupuestales del gobierno nacional. La unidad de análisis del presupuesto de inversión del PGN es el proyecto. Se entiende que cada proyecto puede incluir uno o más instrumentos en CTI y que la operación de cada instrumento requiere la ejecución de una o más acciones por parte de una o más entidades. Para el seguimiento a los proyectos de inversión se propone la siguiente acción:

53) Actualizar y mejorar la metodología existente para formulación, implementación, seguimiento y evaluación de proyectos de inversión pública con componentes de CTI, a fin de establecer un conjunto de proyectos que permitan el cumplimiento de los objetivos de la presente política. Esta acción será liderada por el DNP, a través de la Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas, la Dirección de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas y la Dirección de Desarrollo Empresarial.

En cuanto a la **evaluación de la Política de CTI**, se deberá contratar a un tercero o convenir mediante acuerdo de cooperación con algún organismo multilateral la

realización de una evaluación de los aspectos institucionales, de procesos y de resultados de la política, para la cual será de utilidad el seguimiento y evaluación de los instrumentos específicos. En este aspecto se establece la siguiente acción:

- 54) Realizar dos evaluaciones parciales (2019 y 2022) y una evaluación final de impacto (2025) de la Política Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2015-2025. Esta acción será liderada por el DNP, a través de su Dirección de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas.

Con miras a atender la recomendación de la (OCDE, 2014), en cuanto a los los retos en información (Ver Numeral X), se establecen las siguientes acciones:

- 55) Implementar el Plan Nacional de Estadística en su componente de CTI, que buscará garantizar la producción de estadísticas de CTI bajo estándares de calidad de la información (integridad, estandarización, disponibilidad, oportunidad, continuidad). Esta acción estará a cargo de COLCIENCIAS en coordinación con el DANE y MINCIT.

En particular en este Plan, es necesario que el DANE en conjunto con el DNP, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, INNPULSA Colombia, COLCIENCIAS y el OCyT, rediseñen la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) tanto en manufactura como en servicios a fin de: i) Desarrollar acciones de mejora en cuanto a cobertura sectorial (solo cubre el sector manufacturero y el sector de servicios), a su representatividad departamental y a su periodicidad (esta encuesta solo se publica cada dos años); ii) Subsanar la ausencia de estudios complementarios que mejoren el valor de los datos relacionados con políticas en CTI, derivados de las encuestas de desarrollo e innovación tecnológica (EDIT). Así mismo, se requiere fortalecer el desarrollo indicadores e índices subregionales en CTI con comparabilidad internacional, a partir de referentes internacionales como el Global Innovation Index y el Union Scoreboard.

#### **Diseño, Seguimiento y evaluación de instrumentos de CTI**

Con el objetivo de mejorar la eficiencia y efectividad del gasto (vinculado al DSE) en CTI, con el objetivo permitir la constante adaptación del sistema a la demanda de innovación, al mismo tiempo que una evaluación del funcionamiento de los programas existentes y de la eficiencia y efectividad de los programas existentes, se establece las siguientes acciones

56) Implementar cada 4 años un Análisis de Gasto Público (AGP) en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), a nivel de: i) funcionalidad y gobernanza de los instrumentos del gasto y la estructura del sistema; y ii) efectividad y eficiencia para los instrumentos de gasto más relevantes. Esta acción será liderada por el DNP, a través de su Dirección de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas, con coordinación de la Dirección de Desarrollo Empresarial y el Banco Mundial.

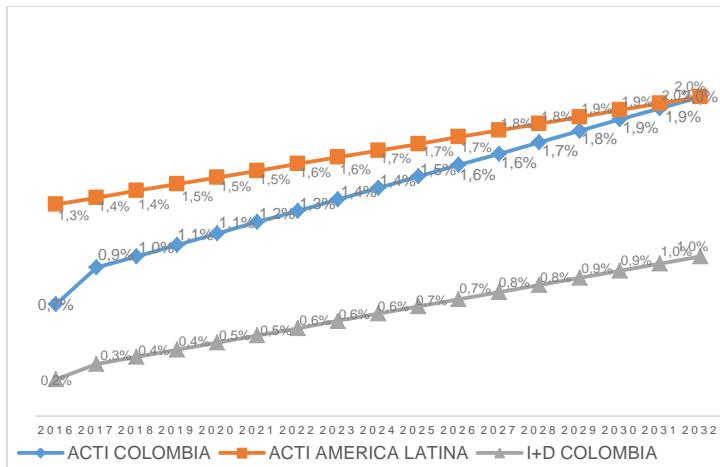
57) Implementar el Portal de Innovación como una ventanilla única de la oferta de instrumentos de CTI. Esta ventanilla contará en primera instancia con los instrumentos del Gobierno nacional y, en una fase posterior, con aquellos ofrecidos por entidades privadas. También será una herramienta que permitirá tener la trazabilidad de los recursos invertidos en CTI y de sus beneficiarios. Esta acción, estará a cargo de DNP, MINCIT y COLCIENCIAS, y con fecha de ejecución a 30 de diciembre de 2017.

#### **5.6.3. Aumentar el esfuerzo público para financiar la CTI como mecanismo de desarrollo económico y social.**

De acuerdo con la evidencia disponible, la inversión relacionada con la innovación y el conocimiento, como por ejemplo la I+D, tiene impactos significativos en el crecimiento económico (OCDE, 2015), lo cual justifica una mayor destinación de recursos para la CTI.

Se realizó un ejercicio de proyección para que Colombia alcance el promedio de inversión de América Latina en actividades de ciencia, tecnología e innovación en 2032. Se utilizaron los siguientes supuestos: a) América Latina mantiene el promedio de crecimiento de la inversión en ACTI registrado en el periodo 2007-2011. b) Para que Colombia alcance la senda de crecimiento de América Latina se requiere un mayor esfuerzo público y privado. La primera meta volante es el 1% en 2018. La segunda meta volante es 1.5% en 2025, (Gráfico 27)

**Gráfico 27 Proyección de inversión en ACTI e I+D 2015 - 2032.**



Fuente: Cálculos DNP, 2015.

En el Anexo 13 se muestra para el periodo 2016-2025 la desagregación de la inversión en ACTI por fuentes: Internacional, Privado, Público (PGN, Regalías, Costo Fiscal de beneficios tributarios). Esta proyección de fuentes requiere un esfuerzo público y privado, especialmente de este último sector, teniendo en cuenta que las empresas son las llamadas a liderar los procesos de I+D+i. Para los cálculos, se utilizó la meta de crecimiento del PIB del escenario fiscal 2014-2026 consignado en la tabla 1 del CONPES 3837 “Marco de Gasto de Mediano de Mediano Plazo 2016-2019”. Con el propósito de aumentar la participación de ACTI dentro del presupuesto del Gobierno Nacional, se desarrollarán las acciones uno a cuatro:

- 58) Incrementar la inversión en ACTI hasta el 2025 en los sectores administrativos pertenecientes al Gobierno nacional. Dichos montos son los requeridos en cada sector administrativo para alcanzar la meta del 1% del PIB en ACTI en 2018, y la meta del 1,5% del PIB en ACTI al 2025, señalada anteriormente. (Tabla 16)

**Tabla 16. Marco de inversión en ACTI 2017-2025**

SECTOR	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
CIENCIA Y TECNOLOGÍA*	0,90	1,12	1,27	1,39	1,50	1,65	1,76	1,91	1,99
MINAS Y ENERGIA	0,30	0,37	0,42	0,46	0,50	0,55	0,58	0,63	0,66
INFORMACIÓN ESTADÍSTICA	0,27	0,33	0,38	0,41	0,45	0,49	0,52	0,57	0,59
TRABAJO*	0,26	0,32	0,36	0,39	0,43	0,47	0,50	0,54	0,57
AGROPECUARIO*	0,20	0,24	0,28	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,43
COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO*	0,33	0,41	0,46	0,50	0,54	0,60	0,64	0,69	0,72
DEFENSA	0,07	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16
SALUD Y PROTECCION SOCIAL*	0,08	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,17
TRANSPORTE	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
AMBIENTE Y DESARROLLO									
SOSTENIBLE**	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09
RAMA JUDICIAL	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
PLANEACION	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
COMUNICACIONES*	0,17	0,21	0,24	0,26	0,28	0,31	0,33	0,36	0,37
JUSTICIA Y DEL DERECHO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
CULTURA	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
FISCALIA	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
INCLUSIÓN SOCIAL Y RECONCILIACIÓN	0,003	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007
EMPLEO PUBLICO	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
EDUCACION**	0,015	0,019	0,021	0,023	0,025	0,028	0,030	0,032	0,033
HACIENDA	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
INTELIGENCIA	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>2,71</b>	<b>3,38</b>	<b>3,83</b>	<b>4,18</b>	<b>4,53</b>	<b>4,98</b>	<b>5,31</b>	<b>5,75</b>	<b>6,00</b>

Fuente: Cálculos DNP-DDE. Billones de pesos.

\* Sectores que requieren un incremento significativo. \*\* Sectores que se revisará la clasificación ACTI, debido a que puede existir subregistro.

Los sectores de ciencia y tecnología, Agropecuario, Comercio, industria y turismo, comunicaciones, Trabajo y Salud requieren un mayor participación de ACTI dentro de sus presupuestos, debido a que se encuentran vinculados con las áreas estratégicas. Dentro

de la proyección, el presupuesto de ACTI de dichos Ministerios crece por encima que los demás sectores administrativos. Esta acción estará a cargo de las entidades líderes de los 6 sectores mencionados. Con base en el marco de inversión anteriormente señalado y en cumplimiento del artículo 21 de la Ley 1286 de 2009, se adelantarán las siguientes tres acciones:

- 59) Establecer un convenio entre SENA, COLCIENCIAS y MINCIT para la cofinanciación de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación. Dicho convenio articulará recursos de Ley 344 y el presupuesto general de la nación de dichas entidades y establecerá los mecanismos de ejecución.
- 60) Gestionar la segunda fase del crédito con el BID y Banco Mundial por un valor de US150 millones, para financiar toda la estrategia de innovación y TCT de este CONPES, con énfasis en el Programa de Escalamiento de la Productividad y la Estrategia Nacional de Innovación. Dicho crédito debe aumentar el cupo de inversión del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
- 61) Revisar la clasificación ACTI de los proyectos de inversión de la vigencia 2017 pertenecientes a los sectores de educación y comunicaciones bajo una nueva guía dispuesta en el Sistema Unificado de Inversión y Finanzas Públicas del DNP. Esta acción estará a cargo del Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en coordinación con el DNP.

Con el fin de especializar los fondos, los demás recursos públicos y privados dedicados a investigación se canalizarán al FFJC y los dedicados a innovación al Fondo de innovación de iNNpulsa, se proponen las acciones 5 y 6:

- 62) Gestionar mayores recursos para investigación a través del FFJC provenientes de fuentes diferentes al presupuesto de Colciencias.
- 63) Canalizar mayores recursos para la innovación empresarial, a través de la UGCE, desde fuentes alternativas a las utilidades de Bancóldex y al presupuesto del MINCIT.

A continuación se presentan las propuestas para fortalecer la ejecución presupuestal del FCTI del SGR y una mayor articulación con otras fuentes:

64) Implementar cinco (5) ejercicios pilotos de aplicación departamental de la metodología de Especialización Inteligente de la OCDE<sup>94</sup> para definir focos temáticos y líneas estratégicas de inversión público – privada en materia de CTI a nivel territorial. A partir de los resultados obtenidos, la metodología de Especialización Inteligente actualizará de manera dinámica los Planes y Acuerdos Estratégicos Departamentales (PAED) de CTI para ajustarlo a las realidades, oportunidades y riesgos de cada territorio. Esta acción será liderada por DNP en coordinación con Colciencias y el MINCIT, con plazo de ejecución hasta de 18 meses después de haber sido expedido este documento y con un costo estimado de \$1.500 millones.

**Comentario [JEFS8]:** Esto debe revisarse en el Conpes de PDP.

65) Establecer la oferta de instrumentos públicos en CTI del orden nacional objeto de regionalización, de modo que se defina el portafolio de instrumentos que pueden aplicarse en cada departamento. Para realizar este ejercicio se tendrán en cuenta las áreas estratégicas, líneas programáticas, potencialidades y realidades de cada departamento. Esta línea de trabajo busca favorecer los sistemas regionales de CTI a partir de un esquema de ganancia mutua en el que las entidades territoriales aprovechan el know-how, capacidad instalada y lecciones aprendidas de las entidades del Gobierno Nacional, mientras se logra la cofinanciación con recursos de índole territorial como el Sistema General de Regalías, el Sistema General de Participaciones, entre otros. Esta acción será liderada por Colciencias y DNP en coordinación con MinTIC, MINCIT, MinAgricultura, MEN, ANSPE, SENA, Bancoldex e Innopulsa, con plazo de ejecución hasta de 12 meses después de haber sido expedido este documento.

**Comentario [EJRR9]:** Listo, ustedes dirán como procedemos al respecto. Esta idea la saqué a partir de una charla que tuve con Rafael y Paula.

**Comentario [AMLL10]:** La PDP yaa no habla de especialización inteligente

**Comentario [JEFS11]:** No es preciso el concepto de desagregación, ¿ Son techos de recursos por departamento? Esto debe conectarse con las discusiones de estrategias diferenciadas por *cluster* a partir del índice sintético de Fedesarrollo.

**Comentario [EJRR12]:** Bienvenido el comentario, en ese sentido ajusté la redacción. Por favor hablemos para la alineación con las estrategias de *cluster*.

<sup>94</sup> OCDE, 2013. Documento disponible en <http://www.oecd.org/sti/inno/smart-specialisation.pdf>

de las modalidades contractuales para actividades de CTI, entre otros. Esta acción será liderada por Colciencias en coordinación con el DNP y el MINCIT, con plazo de ejecución hasta de 18 meses después de haber sido expedido este documento.

67) **Diseñar** una estrategia para la optimización de la gobernabilidad y gobernanza de los sistemas regionales de innovación en cada departamento, para lo cual se contemplará estrategias de financiación para la consolidación de institucionalidad propia pública o privada en los departamentos para la gestión de la política de CTI y el diseño de mecanismos de coordinación multi-nivel horizontal y vertical. Esta acción será liderada por Colciencias y DNP, con plazo de ejecución hasta de 12 meses después de haber sido expedido este documento.

**Comentario [JEFS13]:** Para la redacción del Conpes, es necesario separar este párrafo en varias acciones porque aquí hay varios temas.

**Comentario [EJRR14]:** Listo, separé el párrafo en dos acciones. Por favor revisar.

68) Definir una estrategia de asistencia técnica a los Consejos Departamentales de CTI (CODECTI) para: i) la estandarización y aplicación de buenas prácticas en su gestión, ii) la articulación con las Comisiones Regionales de Competitividad, iii) la armonización con otras estrategias de integración regional como los Contratos Plan, entre otros. Esta acción será liderada por Colciencias y DNP, con plazo de ejecución hasta de 12 meses después de haber sido expedido este documento.

69) Construir un programa de fortalecimiento y transferencia de capacidades para la gestión pública sub-nacional de la política pública de CTI con el acompañamiento de organismos multilaterales. En el marco de esta línea de acción se contemplará la recopilación de experiencias exitosas en gestión, el intercambio de saberes entre gobiernos territoriales mediante redes de conocimiento, la movilidad de funcionarios entre diferentes niveles de gobierno (nacional, territorial), la definición de espacios de formación formales y virtuales a través de MOOC<sup>95</sup>, entre otros. Esta acción será liderada por Colciencias y DNP en coordinación con el DAFF, con plazo de ejecución hasta de 12 meses después de haber sido expedido este documento.

---

<sup>95</sup> Massive Online Open Courses. Algunos ejemplos se encuentran en [www.edx.org](http://www.edx.org) o [www.coursera.org](http://www.coursera.org)

70) Construir un portafolio de proyectos estratégicos en ciencia, tecnología e innovación de interés nacional y para beneficio de las diferentes regiones del país, susceptibles de ser presentados por el Gobierno Nacional ante el Órgano Colegiado de Administración y Decisión del Fondo de CTI del SGR. Este portafolio de proyectos estará en línea con los ejercicios de especialización inteligente que se adelanten en cada territorio y con las áreas estratégicas priorizadas en el presente documento. Esta acción será liderada por Colciencias y DNP, con plazo de ejecución hasta de 12 meses después de haber sido expedido este documento.

#### **5.6.4. Desarrollar el marco normativo para CTI y promover su uso.**

En cuanto a contar con un nuevo marco normativo para la **Política de CTI**, se deberá es necesario desarrollar la siguiente acción:

71) Presentar un proyecto de Ley de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación que incluya: i) Configuración del Marco Institucional del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación; ii) Roles y responsabilidades descritas en la arquitectura para la CTI (Numeral 5.6.1); iii) Principios en el Diseño, Seguimiento y Evaluación de la Política (Numeral 5.6.2); iv) Mecanismos de Financiamiento; v) Requerimientos expresados en el diagnóstico numera.

72) Crear Fondos Sectoriales para investigación de acuerdo a las áreas estratégicas. Dichos fondos deben estar destinados a Biodiversidad, nanotecnología y alimentos. La creación de dichos fondos debe asegurar una fuente de financiación y un mecanismo de ejecución similar al FIS.

73) Crear un esquema que permita a los investigadores participar de los beneficios económicos generados a partir de sus resultados de investigación (spin-offs universitarias).

#### **5.7. SEGUIMIENTO**

El seguimiento a las acciones propuestas para el cumplimiento de los objetivos del documento CONPES se realizará a través del Plan de Acción y Seguimiento (PAS) que se encuentra en el Anexo 1. En este, se señalan las entidades responsables de cada acción, los periodos de ejecución de las mismas, los recursos necesarios y disponibles para llevarlas a cabo, y la importancia de cada acción para el cumplimiento

del objetivo general de la política. El reporte periódico al PAS se realizará por todas las entidades involucradas en este documento CONPES, y será consolidado por el DNP, de acuerdo con lo estipulado en la siguiente tabla.

#### 5.8. FINANCIAMIENTO

Para efectos del cumplimiento de los objetivos de esta política, las entidades involucradas en su ejecución, en el marco de sus competencias, gestionarán y priorizarán recursos para la 35 financiación de las estrategias que se proponen, acorde con el Marco de Gasto de Mediano Plazo (MGMP) del respectivo sector. El costo total asociado al seguimiento del CONPES es de 114 billones de pesos corrientes, de los cuales 50,7 son de origen público, 62,3 de privados y 1,2 de cooperación internacional, (Tabla 17 ).

**Tabla 17. Recursos estimados para alcanzar el 1.5% del PIB en 2025**

Fuente	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total	
<b>Público</b>	<b>1</b>	<b>2,8</b>	<b>3,7</b>	<b>4,3</b>	<b>4,8</b>	<b>5,1</b>	<b>5,5</b>	<b>5,9</b>	<b>6,3</b>	<b>6,7</b>	<b>7,0</b>	<b>50,7</b>
Presupuesto General de la nación		1,8	2,7	3,4	3,8	4,2	4,5	5,0	5,3	5,7	6,0	41,0
Regalías		0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	6,2
Esfuerzo fiscal de BT		0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	2,5
<b>Privado</b>	<b>2</b>	<b>2,8</b>	<b>4,1</b>	<b>4,4</b>	<b>5,0</b>	<b>5,8</b>	<b>6,7</b>	<b>7,6</b>	<b>8,7</b>	<b>9,7</b>	<b>11,0</b>	<b>62,3</b>
<b>Internacionales</b>	<b>3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>1,2</b>	
<b>TOTAL ACTI</b>	<b>(1) + (2) + (3)</b>	<b>5,7</b>	<b>7,9</b>	<b>8,8</b>	<b>9,8</b>	<b>11,0</b>	<b>12,3</b>	<b>13,6</b>	<b>15,1</b>	<b>16,6</b>	<b>18,2</b>	<b>114,1</b>

Fuente: Cálculos DNP – Dirección de Desarrollo Empresarial, 2015. Nota: Cifras en billones de pesos corrientes.

Con base en los cálculos anteriores, la siguiente tabla muestra el déficit de recursos en el PGN para alcanzar la meta de inversión en ACTI (Tabla 18). La primera columna se obtiene de la siguiente manera: primero, para el periodo 2017 –2019 se utiliza el total de la inversión pública con base en el CONPES 3834 y segundo para el periodo 2020–2025 se proyecta la inversión pública con la misma tasa de crecimiento del PIB señalada en el CONPES 3834. La segunda columna es la meta propuesta de inversión para cada año, con la que se alcanzará progresivamente el 1.5% del PIB en 2025. La tercera columna proyecta una participación constante de ACTI dentro del presupuesto de

inversión del PGN. Por último, al restar la columna 3 de la 2, se obtiene el déficit señalado.

**Tabla 18** Déficit de recursos por parte del PGN

AÑO	Total Inversión Pública	Meta de ACTI en PGN	Marcación ACTI como proporción constante de la inversión	Déficit de recursos en el PGN (4) = (2) - (3)
			3	
2017	36,8	2,71	0,9	1,8
2018	38,4	3,38	0,9	2,5
2019	41,5	3,83	1	2,8
2020	43,5	4,17	1,1	3,1
2021	45,7	4,52	1,1	3,4
2022	47,9	4,97	1,2	3,8
2023	50,2	5,30	1,2	4,1
2024	52,3	5,74	1,3	4,4
2025	54,6	5,99	1,3	4,7

Fuente: Cálculos DNP – Dirección de Desarrollo Empresarial, 2015.  
Cifras en billones de pesos corrientes.

## 6. RECOMENDACIONES

## 7. GLOSARIO

Concepto	Descripción	Autor	Año	Fuente
Actividades de Ciencia y Tecnología	Las actividades científicas y tecnológicas comprenden las actividades sistemáticas estrechamente relacionadas con la producción, promoción, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos en todos los campos de la ciencia y la tecnología. Incluyen actividades tales como la Investigación y Desarrollo (I+D), la enseñanza y la formación científica y técnica, los servicios científicos y tecnológicos y las actividades de innovación.	Colciencias	2012	Manual metodológico general, para la identificación, preparación, programación y evaluación de proyectos
Capital Humano	La mezcla de aptitudes y habilidades innatas a las personas, así como la calificación y el aprendizaje que adquieren en la educación y la capacitación.	OCDE	2007	OECD Insights Human Capital: How what you know shapes your life.
Clúster	Concentración de empresas relacionadas entre sí, en una zona geográfica relativamente definida, de modo de conformar en sí misma un polo productivo especializado con ventajas competitivas.	Michael Porter The Competitive Advantage of Nations. New York: The Free Press, 1990.	1990	<a href="http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADA-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf">http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADA-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf</a>
Estrategia de arriba hacia abajo (Top-Down)	Punto de partida del análisis de la implementación de la política pública: Decisiones de las autoridades político-administrativas (PPA, planes de acción). Proceso para la identificación de los principales actores de la política pública: Desde arriba, y a partir del sector público, hacia abajo, y hacia el sector privado. Criterios de evaluación de la calidad de la implementación de la política pública: Regularidad (conformidad legal) del proceso de implementación y Eficacia: grado de realización de los objetivos formales del PPA. Interrogante fundamental (para la gestión de las políticas públicas): ¿Qué modalidades (estructuras y procedimientos) de implementación deben utilizarse a fin de garantizar el mayor grado de realización de los objetivos oficiales?	Sabatier & Mazmanian,	1979	THE IMPLEMENTATION OF PUBLIC POLICY: A FRAMEWORK OF ANALYSIS
Estrategia de abajo hacia arriba (Bottom-up)	Punto de partida del análisis de la implementación de la política pública: Actividades de la red de implementación a nivel local (APA, red de acción pública) Proceso para la identificación de los principales actores de la política pública: Desde abajo («street-level actors»), hacia arriba, considerando de manera simultánea los actores públicos y privados Criterios de evaluación de la calidad de la implementación de la política pública: No tiene criterios claramente definidos a priori. Evaluación del grado de participación de los actores involucrados. Evaluación del nivel de conflicto de la implementación Interrogante fundamental (para la gestión de las políticas públicas): ¿Qué interacciones entre los actores públicos y privados de una red de acción pública	Hjern & Hull,	1982	Helping Small Firms Grow: An Implementation Analysis of Small Firm Assistance Structures

deben tomarse en cuenta durante la implementación para que ésta sea aceptada?

Innovación	<p>Una innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.</p>	Manual de Oslo, OCDE-EUROSTAT	2005	<a href="http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion">http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion</a>
Innovación de mercadotecnia	<p>Es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación.</p>	Manual de Oslo, OCDE	2005	<a href="http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf">http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf</a> <a href="http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf">http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf</a>
Innovación de organización	<p>Es la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.</p>	Manual de Oslo, OCDE	2005	<a href="http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf">http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf</a>
Innovación de proceso	<p>Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Esto implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos. Las innovaciones de proceso pueden tener por objeto disminuir los costes unitarios de producción o distribución, mejorar la calidad, o producir o distribuir nuevos productos o sensiblemente mejorados. Corresponde a la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.</p>	Manual de Oslo, OCDE	2005	<a href="http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf">http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf</a>
Innovación de producto	<p>Las mejoras significativas de productos existentes se producen cuando se introducen cambios en los materiales, componentes u otras características que hacen que estos productos tengan un mejor rendimiento.</p>	Manual de Oslo, OCDE	2005	<a href="http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf">http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf</a>
Innovación nueva para el mercado	<p>Una innovación es nueva para el mercado cuando la empresa es la primera en lanzarlo en su mercado. El mercado se define simplemente como la empresa y sus competidores, y puede referirse a una región geográfica o a una gama de productos. El alcance geográfico del concepto de nuevo para el mercado depende, pues, de la manera en que la propia empresa considera el mercado sobre el que opera, y puede por tanto incluir</p>	Manual de Oslo, OCDE	2005	<a href="http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf">http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf</a>

	empresas nacionales e internacionales.		
Innovación nueva para el mundo	<p>Una innovación es nueva para el mundo entero cuando la empresa es la primera en lanzarlo en todos los mercados y en todos los sectores de actividad, nacionales e internacionales. El concepto de nuevo para el mundo entero implica pues un grado de novedad cualitativamente superior al de nuevo para el mercado. Aunque numerosas encuestas consideran que las cuestiones relativas a la novedad para el mercado son suficientes para examinar el grado de novedad de las innovaciones, la “novedad para el mundo entero” es un criterio que puede manejarse cuando se desea examinar la novedad con más detalle.</p> <p>Innovación que se distingue por una mejora o novedad en las características del desempeño de los productos o servicios, y su aplicabilidad en la práctica dependerá del grado en que dichas características y su grado de novedad sean un factor importante en las ventas de una empresa o industria concerniente.</p> <p>El término I+D engloba tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental, que se describen con detalle en el capítulo 4. La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada. La investigación aplicada consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico. El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, y está dirigido a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes. La I+D engloba tanto la I+D formal realizada en los departamentos de I+D así como la I+D informal u ocasional realizada en otros departamentos.</p>	Manual de Oslo, OCDE	2005
Innovación tecnológica		Manual de Oslo	<a href="http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion">http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion</a>
I+D		OCDE	2002
Modelo de la Triple Hélice	Universidad - Empresa - Estado	Henry Etzkowitz, Loet Leydesdorff	2000
Modelo de la Cuádruple Hélice	Universidad - Empresa - Estado - Sociedad	Carayannis and David F.J. Campbell	2009
		The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations.	
		Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems	

Modelo de la Quintuple Hélice	Universidad - Empresa - Estado - Sociedad - Medio Ambiente	Elias G Carayannis1, Thorsten D Barth and David FJ Campbell	2012	The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation
ScImago	<p>ScImago es un grupo de investigación dedicado al análisis de información y desarrollo de herramientas de ranking, enfocados en mejorar y destacar la investigación generada en el sector académico para lograr un posicionamiento de calidad y exitoso a nivel internacional. Diseñan y desarrollan soluciones analíticas de Ciencia, Tecnología e Innovación. (Scimago Institutions Rankings, Scimago Journal &amp; Country Rank)</p> <p>Es la transferencia de conocimiento sistemático para la elaboración de un producto, la aplicación de un proceso o la prestación de un servicio</p> <p>En la transferencia de tecnologías pueden distinguirse dos actores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Proveedor: quien provee la tecnología.</li> <li>* Receptor: quien recibe la tecnología.</li> </ul> <p>Los actores pueden ser estados, organizaciones, empresas, sectores, entre otros.</p> <p>La transferencia puede ser vendida (la más usual), donada, alquilada, intercambiada, etc., y puede transferirse tanto la tecnología blanda como la tecnología dura, o ambas.</p>	ScimagoLab		<a href="http://www.scimagolab.com/">http://www.scimagolab.com/</a>
Transferencia de tecnología		UNCTAD - Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo	1990	Informe sobre conferencia de las naciones unidas sobre comercio y desarrollo

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Acemoglu , D., Aghion, P., & Zilibotti , F. (2002). Distance to frontier, selection, and economic growth. *NBER working paper series*. Obtenido de <http://www.nber.org/papers/w9066>
- Arnold, E. (2004). Evaluating research and innovation policy: a systems world needs systems evaluation. *Research Evaluation*, 13(1), 3-17.
- Barro, S. (2015). *La transferencia de I+D, la innovación y el emprendimiento en las universidades*. Santiago: Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA).
- Bellido, F. (2012). *El Programa CEI y las Estrategias de Especialización Inteligente (S3)*.
- Benjamin, S., Kaplan, D., & Schroeder, D. (2013). *National, Regional, and Sectoral Systems of Innovation – An overview*. Report for FP7 Project "Progress", progressproject.eu.
- BID. (2010). *Consulta a Tomadores de Decisión en Políticas Públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación sobre sus Fuentes de Información*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- BID. (2012). *Fortalecimiento del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de Costa Rica*. Washington: BID.
- BID. (2014). *¿Cómo repensar el desarrollo productivo? –Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*. Washington, EEUU.
- BM. (2008). *Toward a Cohesive and Well Governed National Innovation System*. Santiago de Chile: WorldBank. Obtenido de <http://siteresources.worldbank.org/INTCHILE/Resources/nationalinnovationsysteminchile.pdf>
- BM. (2014). *Towards sustainable peace, poverty eradication, and shared prosperity*. Washington.
- BM. (2014a). *Assessing Public Expenditures on Science, Technology, and Innovation*. Washington.
- Caicedo, D., Borda, L., Castellanos, B., Morales, G., & Acosta, S. (2014). *OCyT*. Obtenido de Percepciones de las ciencias y las tecnologías en Colombia. Resultados de la II Encuesta de la Percepción Pública de la Ciencia.: [www.ocyt.org.co](http://www.ocyt.org.co)
- CEPAL. (2005). *Una mirada a los sistemas nacionales de innovación en el Mercosur – Serie Estudios y Perspectivas No. 22*. Santiago de Chile, CHILE.: CEPAL.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R&D. *The Economic Journal*, Vol. 99, No. 397, 569-596.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absptive Capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly; Vol. 35, No. 1, Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation*, 128-152.
- COLCAPITAL & EY. (2015). *Navegando la economía colombiana – "Evolución y análisis de la industria de fondos de capital privado" – Reporte 2015*. Bogotá, COLOMBIA.
- COLCIENCIAS. (2004). *Documento conceptual para la creación y apoyo a centros de investigación de excelencia*. . SPDCT.
- COLCIENCIAS. (2010). *Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Obtenido de [www.colciencias.gov.co](http://www.colciencias.gov.co).

- COLCIENCIAS. (2014). *Resultados Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. Convocatoria 693.* . Bogotá.
- COLCIENCIAS. (2015). *El Estado de la Ciencia en Colombia.* Bogotá: disponible en <<https://sites.google.com/a/colciencias.gov.co/estado-de-la-ciencia-2015/>>.
- Comisión Europea. (2005). *Innovation market failures and state aid: developing criteria.* Bruselas: Comisión Europea.
- Consejo de Innovación de Chile. (2007). *Hacia una estrategia Nacional de Innovación.* Santiago de Chile.
- Cook, P., Uranga M., & Extebarria, G. (1997). Regional Innovation System: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy*(26), 475-491.
- Cornell U. (2014). *The Global Innovation Index 2014.* Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property Organization (WIPO).
- Cornell U. (2015). *Global Innovation Index 2015.* Geneva: OMPI.
- Corpoica y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). *Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario.* Bogotá D.C.: Corpoica, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Corral, L. L. (2010). Evaluación de resultados del convenio especial de cooperación COLCIENCIAS – SENA (2003-2008). Informe final de consultoría.
- CPC. (2014). *Política de Desarrollo productivo para Colombia.* Bogotá: CPC.
- CPC. (2015). *Informe Nacional de Competitividad 2015-2016.* Bogotá: CPC.
- Crespi, G., Maffioli , A., & Melendez, M. (2011). *Public Support to Public Support to Colombian COLCIENCIAS' Experience.* Washington, EEUU.: BID. Obtenido de <http://www.iadb.org/wmsfiles/products/publications/documents/35940030.pdf>
- CTM Innovación. (2014). *Documento de Trabajo - Análisis del ecosistema de innovación 2010-2013.* Bogotá, COLOMBIA.
- DNP. (2006). *Visión Colombia II Centenario. Documento concertado con los Ministerios y Departamentos Administrativos.*
- DNP. (2008). *Conpes 3522. Lineamientos generales para la implementación de acuerdos de Cooperación Industrial y Social -Offsets- relacionados con adquisiciones en materia de defensa en Colombia.* Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- DNP. (2015). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo "Todos por un nuevo país".* Bogotá, Colombia.
- DNP. (2015). *Sistema unificado de inversión y finanzas públicas.*
- Doloreux, D., & Parto, S. (2004). *Regional Innovation Systems: A Critical Review.* UN University.
- EC. (2015). *Innovation Union Scoreboard 2015.* BELGICA.
- Econometría. (2014). *Evaluación del Fondo Emprender: 2002-2013.* Bogotá D.C.
- Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations.* London, UK: Printer Publishers/Cassell Academic:.
- Edquist, C. (2007). Design of innovation policy through diagnostic analysis: identification of systemic problems (or failures). *Industrial and Corporate Change*, 1-29.
- Educación, M. d. (s.f.). *Observatorio Laboral de la Educación del Ministerio de Educación Nacional .* Obtenido de <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212301.html>

- Educación, M. d. (s.f.). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Obtenido de <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>
- Elsevier. (2015). *Informe para COLCIENCIAS* .
- Feenstra, R., Inklaar, R., & Marcel, P. (2015). The Next Generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 1-33.
- Fernández-Arias, E. (2014). *Productivity and Factor Accumulation in Latin America and the Caribbean: A Database*. Washington: BID.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. London, UK.
- FTEVAL. (2013). *Research and Technology Policy Evaluation: Evaluation Standards in Research and Technology Policy*. Viena: Platform Research & Technology Policy Evaluation.
- GEM. (2015). *GEM Colombia 2006-2013*. Bogotá D.C., COLOMBIA.
- GÓMEZ MEJÍA. (2015). *Aportes para la construcción de una política pública para la formación doctoral en Colombia*. Bogotá D.C.: Documento elaborado para COLCIENCIAS.
- Gómez, H. J., & Mitchell, D. (2014). *Innovación y emprendimiento en Colombia: balance, perspectivas y recomendaciones de política, 2014-2018* (Vol. 50). Bogotá, Colombia: Cuadernos Fedesarrollo.
- Gómez-Mejía, A. (2015). *Aportes para la construcción de una política pública para la formación doctoral en Colombia. Documento preparado para COLCIENCIAS*. Bogotá: No publicado.
- Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S., Cosia, M., Simoes, A., & Yildirim, M. (2013). *The Atlas of Economic Complexity*. EEUU.
- Hernández , I., Espinosa, O., & Ramírez, H. (2014). *Determinantes de buenas prácticas gerenciales para Colombia en el año 2013. Una aproximación analítica desde modelos LOGIT*. Bogotá D.C.
- INNpulsa. (2013). *Informe sobre propuestas de intervención a corto y mediano plazo para el apoyo y fortalecimiento a la gestión de la transferencia tecnológica en Colombia - Convocatoria IFR 002*. Bogotá D.C.
- INNpulsa. (2015). *Informe de gestión de Innnpulsa Colombia. Tres años innpulsando el crecimiento empresarial extraordinario Feb 2012-Dic 2014*. Bogotá D.C.
- Johnson, A. (1994). Functions in Innovation System Approaches. *D. o. Dynamics*, Ed., 1-19. Obtenido de [http://www.druid.dk/uploads/tx\\_picturedb/ds2001-205.pdf](http://www.druid.dk/uploads/tx_picturedb/ds2001-205.pdf)
- Kantis, H. (2015). *Condiciones sistémicas e institucionalidad para el emprendimiento y la innovación - Colombia*. Washington: BID.
- Kantis, H., Federico, J., & Ibarra, S. (2014). *Índice de condiciones sistémicas para el emprendimiento dinámico. Una herramienta para la acción en America Latina*. Washington: BID.
- Keun, L. (2013). *Schumpeterian Analysis of Economic Catch-Up: Knowledge, Path Creation and the Middle-Income Trap*. New York: Cambridge University Press.
- Kuhlmann, S., Shapira, P., & Smits, R. (2012). *The Theory and Practice of Innovation Policy*. Edward Elgar Publishing.
- Lederman, D., & Maloney, W. (2014). *¿Qué tan importante es lo que se exporta? - Guía práctica para la formulación de políticas industriales*. Bogotá, COLOMBIA.: BM - UNIANDES.
- Lederman, D., & Saenz, L. (2005). Innovation and Development around the World 1960-2000. *The World Bank*, 1-34.

- Lizarazo, M. L., Jaime, A., Camacho, J. A., & Martínez, H. (2014). Transferencia tecnológica Orientada a la Comercialización de Tecnologías Desarrolladas en Universidades. *IV Congreso Internacional de Gestión Tecnológica*. Cartagena.
- Llisterri, J., & Pietrobelli, C. (2013). *Los Sistemas Regionales de Innovación en América Latina*. Washington: BID.
- LSE. (2014). *Management practices in Colombia*. London, UK.
- Ludvall, B. (2010). *National Systems of Innovation*. London, UK.: Anthem Press.
- Lundvall, B., & Johnson, B. (1994). The Learning Economy. *Journal of Industry Studies*, 1(2), 23–42. doi:10.1080/13662719400000002
- Lundvall, B.-A. (1992). *National systems of innovation: Towards a theory innovation and interactive learnings*. London, UK.
- Maloney, W., & Bitran, E. (2013). Outline – “Innovación para la Competitividad”. Bogotá D.C.
- Maloney, W., & Iacovone, L. (2014). *Analisis sobre la Calidad Gerencial en Colombia (draft)*. Bogotá D.C., COLOMBIA.
- Maloney, W., & Lederman, D. (2004). *R&D and Development*. Washington: BM.
- Martínez-Senra, A., Quintás, M. A., & Caballero, G. (2014). La investigación básica en las empresas innovadoras españolas: un análisis exploratorio. *Revista Innovar*, 24(52), 79–88.
- Martins, I., Rialp, A., Josep, R., & Aliaga-Isla, R. (2015). El uso de las redes como propulsor para la orientación emprendedora y el crecimiento de la pequeña y mediana empresa. (F. d. Colombia, Ed.) *Revista Innovar*, 25(55), 117 y ss.
- McKinsey Global Institute. (2015). *Global growth: Can productivity save the day in an aging world?* San Francisco: McKinsey.
- Mejía, G. (2015). *Aportes para la construcción de una política pública para la formación doctoral en Colombia*.
- Metcalfe, J. (1995). *The Economics Foundations of Thechnology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives*. Oxford: Blackwell.
- Nadiri, I. (1993). Innovation and technological spillovers. *National Bureau of Economic Research, Working Paper* 4423.
- Nelson, R. (1993). *National Systems of Innovation: A comparative study*. Oxford, UK.
- NESTA. (2009). *The Innovation Index - Measuring the UK's investment in innovation and its effects*. London, UK.
- OCDE. (2014). *SISTEMAS NACIONALES DE PROPIEDAD INTELECTUAL, INNOVACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO: PERSPECTIVAS SOBRE COLOMBIA E INDONESIA*. Paris: OECD.
- OCDE. (1997). *National Innovation Systems*. París: OECD.
- OCDE. (2009). *Policy Responses to the Economic Crisis: Investing in Innovation for Long-Term Growth*. París: OCDE.
- OCDE. (2011). *Reviews of Regional Innovation: Regions and Innovation Policy*. Paris: OCDE.
- OCDE. (2012). *Measuring R&D Tax Incentives*.
- OCDE. (2013). *Estudios de la OCDE de las Políticas de Innovación. Colombia. Evaluación General y Recomendaciones*. París: Oorganización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- OCDE. (2013a). *Start-up Latinoamerica – Promoting the innovation in the region*. Paris, FRANCE. doi:10.1787/9789264202306-en

- OCDE. (2014). *Review de Innovación para Colombia*. París: OCDE.
- OCDE. (2014a). *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014*. Paris: OCDE Publishing.
- OCDE. (2015). Main Science and Technology Indicators. *Obtenido de:* <http://www.oecd.org/sti/msti.htm>.
- OCDE. (2015). *OECD Innovation Strategy 2015 An Agenda for Policy Action*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- OCDE. (2015). *System Innovation: Synthesis Report*. París: OCDE.
- OCDE. (2015a). *The future of productivity*. París.
- OCyT. (2009). *Propuesta de indicadores de línea base para la evaluación de Centros de Investigación de Excelencia*.
- OCyT. (2010). *Diseño y aplicación de una metodología para la caracterización de centros autónomos de investigación y desarrollo tecnológico*.
- OCyT. (2014). *Indicadores de Ciencia y Tecnología 2013*. Bogotá.
- OCyT. (2014). *Indicadores de ciencia y tecnología 2014*. Bogotá: OCyT.
- OCYT. (2014). *Informe anual de indicadores de ciencia y tecnología*.
- OCyT. (2015). *Determinantes de la innovación y la productividad en la industria manufacturera colombiana por tamaño de firma*. Bogotá D.C., COLOMBIA.
- Ortegón, E. (2008). *Guía sobre el diseño y gestión de la política pública*. Bogotá, COLOMBIA: SECAB.
- Parra, M. (2013). *Exenciones fiscales para la I+D+i experiencias en América Latina y retos pendientes - Evaluación del caso Colombiano -*. Bogotá, COLOMBIA: COLCIENCIAS.
- Perez, C. (2009). The double bubble at the turn of the century: technological roots and estructural implications. *Cambridge Journal of Economics*,, 4(1), 779-805.  
doi:10.1093/cje/bep028
- PROPAIS. (2012). *Diagnóstico del mercado de Servicios de Desarrollo Empresarial en Colombia: Debilidades, fortalezas, brechas y oportunidades*. Corporación para el Desarrollo de las Microempresas -PROPAIS.
- Restepo, J. L., Henao Velasco, F., Espinal, C. F., Gallego, J. C., Uribe, C. P., & Tami, L. M. (2015). *Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sector Agropecuario*. Bogotá D.C.: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA.
- RICYT. (2014). *El Estado de la Ciencia*. Disponible en: <<http://www.ricyt.org/publicaciones>>.
- RICYT. (2014). *Gasto en Ciencia y Tecnología en relación al PBI*. *Obtenido de:* <http://www.ricyt.org/indicadores> , en Julio de 2015.
- RICYT. (2015). *Indicadores de Insumo*. Buenos Aires: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana.
- Rodriguez, J., & Gomez, M. (2013). Fallas sistémicas y sistemas regionales de innovación. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, 8(2), 71-86.
- Rodrik, D. (2007). *One Economics, Many Recipes*. EE,UU.: Princeton University.
- Rosero, M. A. (2004). *Metodología de gestión tecnologica*. Bogotá: Centro de Investigacion de las Telecomunicaciones .
- Rouvinen, P. (2002). Characteristics of product and process innovators: some evidence from the Finnish innovation survey. . *Applied Economics Letters*, 9(9), 575-580.  
doi:10.1080/13504850110108102

- Schrempf, B., Kaplan, D. y Schroeder, D. (2013). *National, Regional, and Sectoral Systems of Innovation – An overview. Report for FP7 Project "Progress"*. European Comission.
- Obtenido de  
[https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&v=ed=0CCIQFjAAahUKEwjZgonG4LDIAhUCph4KHdyNBTM&url=http%3A%2F%2Fwww.progressproje ct.eu%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F12%2FProgress\\_D2.2\\_final.pdf&usg=AFQjCNF6UYX\\_1IMg0cOtA pd](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&v=ed=0CCIQFjAAahUKEwjZgonG4LDIAhUCph4KHdyNBTM&url=http%3A%2F%2Fwww.progressproje ct.eu%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F12%2FProgress_D2.2_final.pdf&usg=AFQjCNF6UYX_1IMg0cOtA pd)
- Shapira, P. (2015). *Institutions for Technology Diffusion*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Soete, L., Verspagen, B., & Weel., B. (2010). Systems of innovation. *Handbook of the Economics of Innovation*, 1159–1180.
- Technopolis. (2014). *The Case for Public Support of Innovation – At the sector, technology and challenge area levels*. London: Department for Business innovation & Skills.
- WEF. (2015). *The Global Competitiveness Report 2015–2016*. Geneva: WEF.
- WMS. (2014). *2014 Regional Manufacturing Reports*.
- Woolthuis, K., Lankhuizen, M., & Gilsing, V. (2005). A system failure framework for innovation policy design. *Thecnovation*, 25(6), 609–910.

## ANEXOS

Recuerde que el primer anexo del documento debe ser el PAS. Cada anexo debe estar debidamente numerado y titulado, así como las tablas y demás objetos incluidos en los mismos.

### Anexo 1. Plan de Acción y Seguimiento

### Anexo 2. Etapas de La Política De CTI

Existe consenso en cuanto a que la institucionalidad de la ciencia, tecnología e innovación en Colombia se remonta a la creación de Colciencias en 1968. génesis del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología – SNCyT – se remonta a la Ley 29 de 1990. Desde esta fecha hasta hoy se pueden identificar las siguientes etapas:

#### **Primera etapa: Fundamentos de la institucionalidad de la ciencia y la tecnología (CyT), 1968–1989**

En el año 1968 se creó COLCIENCIAS como un fondo de financiamiento de la ciencia encargado de coordinar, difundir y ejecutar proyectos de desarrollo científico y tecnológico. En el mismo año se creó el ICFES y en 1970 la ACAC. En 1988 se conformó la Misión de Ciencia y Tecnología con el fin de revisar el estado del arte y proponer una reorganización institucional, junto con un marco normativo.

**Segunda etapa: Desarrollo normativo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT),  
1990-1999**

La Ley 29 de 1990, es considerada la primera ley de fomento a la investigación científica y el desarrollo tecnológico en Colombia, que luego fue desarrollada por el Decreto 585 de 1991 con el cual se crea Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CNCyT), como organismo de dirección y coordinación del (SNCyT). Dicho consejo, actuaba bajo la dirección del Presidente quien delegaba esta función en el director del DNP y Colciencias adscrita al DNP, ejercía la secretaría técnica y administrativa.

En el fortalecimiento del SNCyT y del Sistema Nacional de Innovación (1993 – 1996) se resalta la creación del Consejo Nacional de Competitividad (CNC); la aprobación del Conpes 2739 de 1994, el cual recoge las principales recomendaciones de la Misión de Educación, Ciencia y Desarrollo del año 1993, presentadas en el informe “Colombia al filo de la oportunidad”; el fortalecimiento del SNCyT y el SNI a nivel institucional; y se lograron mayores recursos para el SNCyT y mejor la articulación del SENA con las demás instituciones, a partir de la Ley 344 de 1996, (Tabla 19).

**Tabla 19.** Retos de la política de CTI 1990-1999

Conpes/Ley/Decreto	Descripción	Resultados	Retos
Ley 29 de 1990	Primera ley de fomento a la investigación científica y el desarrollo tecnológico en Colombia.	Se definió un presupuesto para CyT a nivel del gobierno y a Colciencias como ente articulador de la inversión en esta materia, así como el rol de calificación de los estímulos tributarios.	Planeación, ejecución y articulación de un presupuesto nacional en CTI.
Decreto 585 de 1991	Decreto reglamentario de la Ley 29 de 1990	Creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CNCyT – y el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología – SNCyT. Establecimiento de las Comisiones Regionales de CyT. Adscripción de Colciencias al DNP. Creación de siete programas nacionales de CyT	Derogado en su mayor parte por la Ley 1286 de 2009 Persiste la necesidad de implementar los acuerdos institucionales y la gobernanza (Roles, funciones, presupuesto)

<p>Ley 6 de 1992 artículos 3,4 y 21</p>	<p>Estímulos tributarios a la CyT</p>	<p>Deducción por donaciones, inversiones en CyT y exención de IVA a equipos importados en proyectos de I+D</p>	<p>Estimular la inversión privada en I+D directamente o a través de universidades u otros organismos. Con la reciente aprobación del Conpes 3834 de 2015 se espera la consolidación de las deducciones tributarias como el principal instrumento para estimular desde el Estado la inversión en actividades de privadas de CTI. Los principales retos después de 20 años siguen vigentes.</p>
<p>Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo “Colombia al filo de la oportunidad”. 1993</p>	<p>Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo “Colombia al filo de la oportunidad”. 1993</p>	<p>Recomendaciones en torno a los cambios de la educación, la ciencia y la tecnología.</p>	<p>“Elevar la inversión en CyT de 0.4% al 2% del PIB en máximo 10 años. “Desarrollar y consolidar un Sistema Nacional de Innovación”. “la carencia de capital humano, sistemas educativos de calidad y la inadecuada educación científica, no permiten asumir los retos del presente y del futuro”</p>
<p>Conpes 2739 de 1994</p>	<p>Política nacional de ciencia y tecnología 1994 – 1998</p>	<p>Recoge el diagnóstico y las principales recomendaciones de “Colombia al filo de la oportunidad”. Se adquiere un Crédito– BID III– por USD\$200 millones ( incluye USD\$ 100 millones de contrapartida ).</p>	<p>Superar el diagnóstico del Conpes 2739 en cuanto a los factores que limitaban el desarrollo científico y tecnológico de Colombia: i) bajo nivel de inversión en ciencia</p>

<p>Ley 344 de 1996, Artículo 16</p>	<p>Recursos del SENA a programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo.</p>	<p>Fortalecimiento del Sistema nacional y regional de Innovación al interior del SNCyT, generando nuevas líneas de crédito de financiación y cofinanciación para la modernización industrial; apoyo a la creación de centros de desarrollo tecnológico, incubadoras de empresas. El DNP lideró una serie de estudios “el Futuro del Sistema Colombiano de Innovación”, que incluyó la primera encuesta de desarrollo tecnológico. Se promulgó el Decreto 2934 de 1994 (reorganización administrativa de Colciencias) creando la Subdirección del programa de innovación y desarrollo empresarial, logrando la vinculación del sector productivo con el sector académico y la investigación. Nuevos y significativos recursos al SNCyT, especialmente en Programas de Desarrollo Tecnológico Productivo \$344.894 millones en 2012. Articulación de las entidades del gobierno nacional, así como también, entre los diversos actores del sistema principalmente las empresas, con centros de investigación y desarrollo tecnológico, universidades y el sector público.</p>	<p>y tecnología, ii) insuficiente número de investigadores y de recursos humano calificado, iii) baja capacidad de innovación del sector productivo, y iv) limitada interacción entre la oferta y demanda de conocimiento y tecnología.</p>
-------------------------------------	---	---	---

### Tercera etapa: Fortalecimiento del SNCyT, 2000–2008

Se caracteriza por el fortalecimiento de la CyT en las regiones. La estrategia de regionalización de la CyT tuvo como marco el Conpes 3080 de 2000, “Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2000 – 2002”, a través del cual se vincularon los intereses locales y regionales en el logro de los objetivos de la política. En concordancia con lo anterior, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología expidió el Acuerdo 04 de 2002

por el cual se reconocieron los Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología (CODECYT) y la definición de agendas regionales de CyT. Por otra parte, se aprobaron políticas selectivas en aspectos como: doctorados nacionales, y propiedad intelectual.

En cuanto a formulación de política de CyT, Colciencias y DNP elaboraron documentos para discusión: ‘Colombia construye y siembra futuro’ y ‘Visión 2019 CTI’, respectivamente.

Además, se crean los siguientes fondo: Fondo de modernización y desarrollo tecnológico de las micros, pequeñas y medianas empresas Fomipyme (Ley 590 de 2000), Fondo de Investigación en Salud (Ley 643 de 2001) a través del cual ingresaron y se aseguraron nuevos recursos para el sector, ejecutados a través de Colciencias y el Fondo Emprender (Ley 789 de 2002<sup>96</sup>) del Sena con el propósito de apoyar proyectos productivos de emprendedores.

En este periodo, la Comisión Nacional de Competitividad (CNC) reconoció a la CTI como base de la política de productividad y competitividad, reflejada en el Plan Nacional de Desarrollo 2006–2010 como una dimensión especial del desarrollo, (Tabla 20).

**Tabla 20.** Retos de la política de CTI 2000–2008

Conpes/Ley/Decreto	Descripción	Resultados	Retos
Conpes 3080 de 2000	“Política de CyT 2000 – 2002”	Se enfocó en la debilidad y desarticulación del SNCyT con otros sistemas: Sistema Nacional Ambiental, el Sistema Nacional de CyT Agropecuaria, el Sistema Nacional de Cultura, entre otros.	Mejorar la gobernanza del sistema, máxime cuando el PND 2014–2018 propone integración SNCTI y Sistema Nacional de Competitividad e Innovación – SNCI.

<sup>96</sup> Por la cual se dictan normas para apoyar el empleo y ampliar la protección social y se modifican algunos artículos del Código Sustantivo de Trabajo.

Ley 643 (artículo 42, literal B) de 2001	Creación del Fondo de Investigación en Salud	<p>Ingresaron y se aseguraron nuevos recursos para el sector salud en el presupuesto de Colciencias en proyectos a nivel departamental.</p> <p>Reconoció a los Consejos, Comités o Comisiones de CyT del orden departamental creado formalmente por la autoridad territorial competente. En tal sentido Colciencias en coordinación con los CODECTI elaboran los planes departamentales de CTI.</p>	Evaluación de impacto y réplica del modelo de creación de Fondos Sectoriales.
Acuerdo CNCyT 004 del 2002	Reconocimiento de autoridades departamentales en CyT.		Articulación efectiva al interior de las instancias regionales en CTI y con el Gobierno nacional.
Conpes 3197 de 2002	Política Integral de Apoyo a los programas de doctorado nacionales	<p>Apoyó a la comunidad científica nacional y amplió la creación de nuevos doctorados en disciplinas y áreas del conocimiento para las cuales no existe oferta doctoral en el País. Se financiaron 549 estudiantes y apoyó a 68 programas de doctorado. ( Colciencias, 2004 )</p>	Mejorar la calidad de los programas de doctorado nacionales, así como su pertinencia
Visión 2019 Ciencia, Tecnología e innovación (DNP, 2006)	<p><i>“Fundamentar el crecimiento social en la ciencia, la tecnología y la innovación”</i></p>	<p>Elaboración de propuesta para <i>discusión</i> de la visión al 2019 respecto a la CTI. Establecimiento de metas alrededor de tres ejes: i) fomentar la innovación para la competitividad, ii) incrementar la generación de conocimiento y, iii) fomentar la apropiación de la CTI en la sociedad colombiana</p>	Visión de la CTI en 2019
Colombia construye y siembra futuro ( Colciencias, 2008 )	Plan nacional de fomento a la investigación y a la innovación.	<p>Elaboración de <i>documento para discusión</i>, fundamentado en la generación de conocimiento científico y tecnológico aprovechando el</p> <p>“Crear condiciones para que el conocimiento sea un instrumento de desarrollo”</p>	“Colombia tendrá una economía cimentada en la producción, difusión y uso del conocimiento, el cual será un elemento fundamental para la productividad y la competitividad internacional”.

Conpes 3533 de 2008	<p>“Bases de un plan de acción para la adecuación del sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad nacional 2008-2010”</p>	<p>talento humano colombiano.</p> <p>Creación del Sistema Administrativo de la Propiedad Intelectual y la Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual-PI- (Decreto 1162 de 2010), con lo cual mejoró la coordinación interinstitucional para atender temas en materia normativa y de política nacional y exterior.</p>	<p>En el marco del PND 2014-2018 y la política de CTI, Incrementar las capacidades de articulación interinstitucional para lograr una efectiva transferencia de conocimiento y tecnología y el aprovechamiento del conocimiento que genera la propiedad industrial. Igualmente, fortalecer la observancia de los derechos de propiedad intelectual a través de una política conjunta.</p>
---------------------	--	---	---

**Cuarta etapa: Cambios institucionales y creación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), 2009 –2015.**

El objetivo de la Ley 1286 de 2009<sup>97</sup> fue fortalecer el nuevo SNCTI (que sustituye al SNCyT de 1991) y a Colciencias al transformarla en un Departamento Administrativo, para darle valor agregado a los productos y servicios y propiciar el desarrollo productivo. De esta forma, Colciencias se convirtió en el órgano rector del SNCTI, encargada de “formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar e implementar la política del Estado en esta materia, en concordancia con los planes y programas de desarrollo”. Así mismo, se

<sup>97</sup> Por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones.

dio paso al Consejo Asesor de Colciencias presidido por el director de Colciencias, reemplazando al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Decreto Ley 585 de 1991).

Posteriormente el Conpes 3582 de 2009, “Política nacional de ciencia, tecnología e innovación”, tuvo como objetivo incrementar la capacidad del país en identificar, producir, difundir, usar e integrar el conocimiento científico y tecnológico, con el propósito de mejorar la competitividad y contribuir a la transformación productiva del país. Entre otros documentos de política relacionados con la CTI se encuentran: Biocombustibles (CONPES 3510 de 2010), Propiedad intelectual (CONPES 3533 de 2008), Fortalecimiento del Sistema de Formación de Capital Humano (CONPES 3674 de 2010) y Desarrollo comercial de la biotecnología (CONPES 3697 de 2011)<sup>98</sup>.

El Plan Nacional de Desarrollo 2010–2014 hace explícita la importancia estratégica de la innovación y crea el nuevo Sistema General de Regalías (SGR). El Acto Legislativo 05 de 2011 estableció la destinación del 10% de los recursos del SGR para la financiación de proyectos que promuevan la CTI en las regiones, teniendo efectos presupuestales y ajustes institucionales a partir de 2012, lo que se constituye en el principal hito de la política de CTI de los últimos años.

En 2012 se crea el programa INNpulsa Colombia<sup>99</sup> al interior de BANCOLDEX-MinCIT. A su vez, el MinTIC, el MinCIT, el MADR y el SENA desarrollan políticas y estrategias sectoriales específicas<sup>100</sup>. A nivel de iniciativas regionales se crean Bogotá

---

<sup>98</sup> 3510 de 2010: Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia.

3533 de 2008: Bases de un plan de acción para la adecuación del sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad nacional 2008–2010.

3697 de 2011: Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad.

3674 de 2010: Lineamientos de política para el fortalecimiento del sistema de formación de capital humano SFCH.

<sup>99</sup> En 2013, Fomipyme se vincula a INNpulsa bajo el nombre de INNpulsa Mipyme.

<sup>100</sup> MinCIT: (2009) – Política Nacional de Emprendimiento y el Plan Estratégico Nacional de Emprendimiento MADR: i) (2007 – 2009) – Agendas prospectivas en cadenas del sector agropecuario; ii) (2011 – 2012) – Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI); MintIC: (2013) – Plan

Innova (2008), Ruta N (2009) y Manizales Más (2012). Así mismo, se expide el Decreto 1500 de 2012, por medio del cual se crea el Sistema Administrativo Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) y se vincula a Colciencias en su instancia ejecutiva. En 2013, Colombia inicia su proceso formal de ingreso a la OCDE, donde uno de los puntos clave es ingresar al Comité de Política Científica y Tecnológica.

El Art. 186 del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país” establece la integración del SNCI con el SNCTI para consolidar un único Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI). Además, se formularon los CONPES 3834 de 2015, “Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias”, que por primera vez establece beneficios tributarios para la inversión en CTI, y 3835 de 2015, “Declaración de importancia estratégica del proyecto de apoyo a la formación del capital humano altamente calificado en el exterior”.

Finalmente, en el Art. 7 de la Ley 1753 de 2015, por la cual se expide el Plan Nacional Desarrollo 2014-2018, se definieron los Planes y Acuerdos Estratégicos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación, con los cuales se espera impulsar la relación Gobierno-región en torno a proyectos de CTI, con énfasis en los proyectos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

Con el fin de lograr mayores niveles de productividad y competitividad de las empresas y avanzar hacia mayores y sostenidos niveles de crecimiento económico, el PND 2014 – 2018 definió que: “En 2018 Colombia será uno de los países más competitivos y productivos de la región, a partir de un uso eficiente de las ventajas comparativas, de la sofisticación y diversificación de los bienes y servicios. Para ello es necesario contar con empresas y regiones que compiten en un mercado globalizado, donde el conocimiento, el talento humano, las tecnologías y la innovación son la base fundamental para el aumento de la productividad. Estos propósitos encaminarán a Colombia a convertirse en uno de los tres países más innovadores de América Latina en

---

Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo de los sectores Electrónica, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ETIC) y los Planes Vive Digital (2010 – 2014) y (2014 – 2018).

2025. Y para lograrlo, se hace indispensable que el país disminuya el rezago que existe en materia de CTI, focalizando la formación de talento humano, infraestructura, financiación y cultura de CTI para que se obtengan avances cualitativos en la calidad y el impacto de la investigación”, (Tabla 21).

**Tabla 21.** Retos de la política de CTI 2009–2015

Conpes/Ley/Decreto	Descripción	Resultados	Retos
Ley 1286 de 2009	Creación del nuevo Sistema Nacional de CTI.	<p>Creación del nuevo SNCTI, Colciencias se transforma en departamento administrativo y es el órgano rector del nuevo SNCTI. El Consejo Nacional de CyT dio paso al Consejo Asesor de CTI para COLCIENCIAS, presidido por su director (Art 12 ).</p> <p>Creación del Consejo Nacional de Beneficios Tributarios.</p> <p>Incremento sustancial y sostenido en Colciencias para financiar PhD y maestrías, así como apalancamiento de recursos del SGR del fondo de CTI.</p> <p>Reconocimiento de la importancia estratégica de la formación doctoral</p>	<p>Coordinación entre la política de desarrollo productivo y la de ciencia, tecnología e innovación.</p> <p>Posicionar la CTI como un punto central de la política pública.</p> <p>Incrementar la capacidad del país en “identificar, producir, difundir, usar e integrar el conocimiento científico y tecnológico, con el propósito de mejorar la competitividad, y contribuir a la transformación productiva del país”</p>
Conpes 3582 de 2009	Política nacional de CTI.		
Conpes 3674 de 2010	Sistema de formación de capital humano.	<p>Si bien se logró la creación de la comisión interinstitucional de Gestión del Talento Humano, no se cumplieron la totalidad de las metas previstas.</p> <p>Esta nueva fuente de recursos para CTI ha representado para los departamentos recursos disponibles de aproximadamente 2.0 billones de pesos en el período 2012–2015[1].</p>	<p>Persiste la implementación del marco de cualificaciones y el marco de certificaciones.</p> <p>Empoderar a los actores regionales de la triple hélice (Empresarios, académicos y Estado) en la participación, diseño y ejecución de</p>
Acto Legislativo 06 de 2011	Fondo de CTI del SGR		

		<p>Reglamentación de aspectos relacionados con: biosimilares, colecciones biológicas, actividades de acceso a recursos genéticos. Se fortaleció al MADS con un nuevo grupo de acceso a recursos genéticos y se diseñaron instrumentos de financiación para empresas de base tecnológica.</p> <p>Reducción de los recursos del SENA con destinación a programas de desarrollo tecnológico productivo por la modificación a la fuente de recursos proveniente de las empresas privadas colombianas por concepto de parafiscales (Ley 344 de 1996). A partir del año 2013 Colciencias dejó de recibir dentro de su presupuesto de inversión recursos importantes fuente SENA con la reforma de los ingresos parafiscales retirando los programas de cofinanciación a las empresas.</p>	<p>políticas de CTI de abajo hacia arriba.</p> <p>Elaborar el estudio para la empresa/agencia nacional de bioprospección, fortalecer la coordinación interinstitucional, reglamentar la Decisión Andina 391 en los temas relacionados con los contratos de acceso a recursos genéticos y conocimiento tradicional asociado.</p> <p>Articulación de recursos Sena al nuevo sistema de CTI, especialmente en la financiación de programas y proyectos directamente asociados a innovación que fortalezca la relación Universidad – Empresa – Estado.</p>
--	--	---	--

<p>Ley, del PND 2014 -2018, 1753 de 2015, Artículos 7, 10, 12 y 186</p> <p>Conpes 3834 de 2015</p>	<p>Aumento de la productividad y la competitividad.</p>	<p>DNP, Colciencias y departamentos inician estructuración de planes y acuerdos departamentales estratégicos de CTI (Art. 7). Cesión de derechos de propiedad intelectual- PI- sin constitución de daño patrimonial al Estado de proyectos de I+D, CTI y TIC financiados con recursos públicos (Art.10). Colciencias, MinCIT y DNP desarrollan una estrategia de parques científicos, tecnológicos y de innovación ( PCTI) financiados con recursos del SGR (Art 12). Integración de los dos sistemas, SNCTI y Sistema Competitividad e Innovación, y la articulación de las diferentes instancias regionales a través de la Comisiones Regionales de Competitividad (Art.186 ).</p> <p>Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias por inversión o donación en proyectos de CTI.</p>	<p>Aumentar la cantidad y calidad del capital físico y humano, la CTI, y arreglos institucionales para generar mayores niveles de crecimiento y productividad.</p> <p>Por implementar</p> <p>Implementar las recomendaciones del Conpes:</p> <p>Acompañamiento a Pymes</p> <p>Deducción automática a empresas altamente innovadoras</p> <p>Beneficios tributarios para empresas ubicadas en parques tecnológicos.</p>
--	---	--	---

### Anexo 3. Construcción de La Política De CTI con las regiones

Los talleres para el diseño de la política pública de CTI se proyectaron sobre la premisa de que el sector público debería ser consecuente con sus propias recomendaciones y, por ello, debería empezar a “aplicarse a sí mismo la receta” en sus metodologías de trabajo, poniendo en escena el mismo tipo de habilidades que se recomienda desarrollar a otras organizaciones para favorecer la innovación.

El elemento más importante en este caso consistió en reconocer, primero, que el rol del DNP es el de facilitar la conversación estratégica entre diferentes organizaciones, y segundo, que las organizaciones son construcciones abstractas y que detrás de ellas siempre hay personas. Es desde esta dimensión humana que se plantearon los talleres para el diseño de la política, en los que no sólo hubo un énfasis en la calidad técnica de los contenidos desarrollados, sino que importó aún más la generación de experiencias significativas.

Los talleres se contemplaron desde 3 niveles: *vivencial*, *metodológico* y de *herramientas*. Dentro del nivel *vivencial*, se desarrollaron dinámicas lúdicas para facilitar el pensamiento creativo, la participación y la colaboración, donde a través de enfrentar pequeños retos se descubrían conceptos y se confrontaban las barreras y bloqueos mentales que se tienen a la hora de innovar. Estos ejercicios sacan al participante de su zona de confort, lo desarma de preconceptos y predisposiciones, permiten hacer entrenamiento de sus capacidades y actitudes propositivas y generan confianza para la construcción colectiva de contenidos.

Al nivel *metodológico* se planteó el aplazamiento del juicio como la base de la aproximación. Se postuló la necesidad de diferenciar los momentos en los que se permite explorar en divergencia la generación de opciones y posibilidades, de los momentos en los que se toman decisiones y se cierra en convergencia, con una actitud evaluativa. La iteración de momentos de divergencia y convergencia permite el desarrollo y maduración de las mejores ideas y postulados. Se propuso además usar este enfoque para avanzar a través de tres estadios, propios de los procesos creativos: hechos, retos e ideas. En el ámbito de los hechos se abre y se cierra para identificar los insumos más determinantes y relevantes de la realidad y sobre los cuales se va a actuar; en el ámbito de los retos se abre y se cierra para identificar oportunidades de acción; y en el ámbito de las ideas se abre y se cierra para generar conceptos y estrategias que enfrenten los retos.

Finalmente, al nivel de las *herramientas* se produjeron representaciones visuales que, a través de plantillas y presentaciones, pudiesen facilitar la comunicación, la síntesis y el tránsito entre los diferentes estadios. También se recurrió a los “post-it” como instrumentos para vehicular de manera dinámica los conceptos, y para que recopilaran y registraran el conocimiento generado durante las sesiones.

La combinación de los niveles vivencial, metodológico y de herramientas permitió sacar mayor provecho del potencial del talento y la experiencia de los participantes, gestionar la diversidad y la diferencia, y propiciar debates más horizontales para que las discusiones se dieran sobre los conceptos y no entre las personas.

#### **Anexo 4. Fallas de mercado, Estado y Sistema**

Las principales fallas tanto de mercado como de Estado, de acuerdo con la Comisión Europea (2005), el Consejo de Innovación de Chile (2007), el BID (2012) y Technopolis (2014), se pueden resumir así:

**Fallas de mercado:** i) Intangibilidad de los Activos: Las innovaciones (especialmente las más radicales) pueden depender de la generación de conocimiento que sólo puede ser producido durante largos períodos de tiempo, lo que implica fuertes compromisos de recursos. En ocasiones estos compromisos sobrepasan la voluntad de invertir de los individuos y de las empresas, debido a que dependen del conocimiento que todavía no se ha generado y en consecuencia tampoco se ha determinado el riesgo asociado; ii) Fuerza de mercado: Elevados costos para entrar o salir de un mercado en particular. También puede presentarse por posiciones dominantes o privilegiadas de algunos de sus integrantes; iii) Externalidades (*spillovers*): el proceso de llevar a cabo una innovación normalmente genera mayores beneficios (externalidades positivas) que el resultado final de dicho proceso. Puestos en el mercado, los proyectos que no son rentables probablemente no seguirían su proceso de desarrollo, pero podrían generar beneficios sociales si continuaran; iv) Insuficiente apropiabilidad: El conocimiento y las ideas generalmente no son excluyentes. La dificultad para apropiar privadamente los beneficios de generar nuevo conocimiento es uno de los obstáculos para la innovación. Puede ser difícil excluir a otros de usar la innovación o de hacerlos pagar de forma individual por este concepto; v) Información incompleta: No todos los actores tienen la misma base para tomar decisiones informadas. Esto se debe tanto a la dificultad de contar con la información (altos costos de producirla), como la concentración de la misma (asimetría) a medida que el conocimiento es más específico. Ambos escenarios generan desconfianza entre los actores que pueden inhibir el esfuerzo innovador.

**Fallas de estado:** i) Inconsistencia dinámica: Se evidencia con especial fuerza la dificultad que enfrenta una autoridad para optar por una acción cuyos beneficios se expresarán en el largo plazo, fuera del período de su mandato, y la escasa valoración de la importancia de la CTI; ii) Captura de rentas: Se produce cuando una persona o

grupo logra extraer un beneficio particular de algún instrumento público. **Para enfrentarla** es clave identificar las fallas de mercado que indican dónde realmente es necesario que el Estado intervenga; y **iii) Problema de agencia:** Para que la ejecución no se desvíe del objetivo que se ha definido en el diseño de la política, se requiere de un sistema de control de gestión junto a la implementación de mecanismos que permitan que los distintos agentes puedan internalizar tanto los beneficios como los costos de sus acciones.

Basados en la condición sistémica de la innovación, autores como Arnold (2004), Woolthuis (2005), Edquist (2007), Rodríguez & Gómez (2013) y Technopolis (2014), las fallas de sistema se definen como:

**Fallas de sistema:** *i) Capacidades de aprendizaje:* Es el resultado de la diferencia entre las capacidades reales de las empresas y lo asumido como ideal en el modelo económico, lo que se traduce en que las empresas necesitan habilidades, recursos y capacidades (aprendizaje, absorción y análisis) para capitalizar sus oportunidades de innovación; *ii) Problemas de redes – vínculos:* Las redes son un elemento central en la CTI. La clave está en que los integrantes de la red no sólo se nutren de ella, sino que también la alimentan, lo que genera un valor colectivo mucho más alto. Sin embargo, en la red existen problemas para establecer vínculos, bien sea porque no se tienen o porque son tan estrechos que se pierden de vista nuevos desarrollos externos; *iii) Instituciones (reglas de juego):* Operan de forma que impiden la innovación; por ejemplo, políticas, reglas y regulaciones existentes pueden no ser propicias para la innovación y el desarrollo tecnológico; *iv) Infraestructura (física):* El capital humano insuficiente y la baja inversión en infraestructura física crítica para la innovación por parte del Estado, limitan el desarrollo de la innovación; *v) Fallas en la transición:* para adaptarse a nuevas tecnologías; y *vi) Dependencia tecnológica:* incapacidad para adaptarse a nuevos paradigmas tecnológicos.

**Comentario [JEGL15]:** Sugerencia: explicar mejor (con pocas palabras) por qué la identificación de fallas de mercado es clave para enfrentar la captura de rentas.

## Anexo 5. Investigar

(Tabla 22)

**Tabla 22.** Tipología de los productos

TIPOLOGÍA DE LOS PRODUCTOS			
Niveles alcanzados de formación de los beneficiarios de los servicios de investigación	Productos resultantes de actividades de investigación universitaria	Productos resultantes de actividades de Apropiación Social de la Comunidad	Productos de investigación destinados tanto a la formación de recursos humanos para la CTI
<b>Actividad de investigación A, B, C y C</b> Activas en investigación en las Áreas o Áreas Investigativas en la Tabla V del ANEO	<b>Productos investigación certificadas o validadas</b> Estas incluyen: ensayos, artículos, informes, planes, proyectos, informes de trabajo, informes, informes de investigación, informes de trabajo, informes de investigación y resultados de la Tabla V del ANEO	<b>Participación en actividades de CTI</b> Participación en actividades de CTI, incluyendo: elaboración de informes de trabajo, informes de investigación, informes de trabajo, informes de investigación, informes de trabajo, informes de investigación y resultados de la Tabla V del ANEO	<b>Fuente de Recursos</b> División o administración de la Unidad de Investigación, en el caso de División, se debe incluir el nombre de la División, el número de la Unidad de Investigación, la Unidad de Investigación que realizó el informe y el número de la Unidad de Investigación que realizó el informe. Los requerimientos son: investigación en el área de la División No se necesaria el tipo de la investigación, en el ANEO
<b>Actividad de investigación D</b> Activas en investigación en las Áreas o Áreas Investigativas en la Tabla V del ANEO	<b>Productos Comerciales</b> Avances, inventos, inventos de alta tecnología, desarrollos, innovaciones generadas en la gestión universitaria, innovaciones en la administración, innovaciones en la investigación, innovaciones en la investigación y resultados de la Tabla V del ANEO	<b>Desarrollo tecnológico para el Mercado</b> Desarrollo tecnológico para el Mercado o la CTI, incluyendo la elaboración de informes de trabajo, informes de investigación, informes de trabajo, informes de investigación, informes de trabajo, informes de investigación y resultados de la Tabla V del ANEO	<b>Tipo de grado de Propósito</b> División o administración de la Unidad de Investigación, en el caso de División, se debe incluir el nombre de la División, el número de la Unidad de Investigación, la Unidad de Investigación que realizó el informe y el número de la Unidad de Investigación que realizó el informe. Los requerimientos son: investigación en el área de la División No se necesaria el tipo de la investigación, en el ANEO
<b>Línea resultado de investigación</b> Única que cumple con los mismos o los requerimientos mínimos de calidad establecidos en la Tabla V del ANEO	<b>Replicadores, técnicas, implementos e implementaciones</b> Replicadores, técnicas, implementos e implementaciones utilizadas en la investigación, innovación, desarrollo, investigación y resultados de la Tabla V del ANEO	<b>Comunicación social del conocimiento</b> Excepción de transferencia del conocimiento, generación de conocimientos y transferencia de conocimientos. Los requerimientos son: investigación en la Tabla V del ANEO	<b>Propósito de Investigación y Desarrollo</b> División o administración de la Unidad de Investigación, en el caso de División, se debe incluir el nombre de la División, el número de la Unidad de Investigación, la Unidad de Investigación que realizó el informe y el número de la Unidad de Investigación que realizó el informe. Los requerimientos son: investigación en el área de la División No se necesaria el tipo de la investigación, en el ANEO
<b>Capítulo de libro resultado de investigación</b> Única que cumple con los mismos o los requerimientos mínimos de calidad establecidos en la Tabla V del ANEO	<b>Construcción científica-tecnológica e Informes técnicos</b> Construcción científica-tecnológica e Informes técnicos (trabajos, informes, informes de investigación y informes finales de investigación). Los requerimientos son: investigación en la Tabla V del ANEO	<b>Divulgación de conocimiento y resultados</b> Exposiciones, charlas y participación en ferias. Algunos tipos de exposiciones y charlas que se realizan en la investigación son: ferias de investigación, ferias de resultados de la investigación, ferias de divulgación de resultados de la investigación y ferias finales de investigación. Los requerimientos son: investigación en la Tabla V del ANEO	<b>Propósito de investigación, desarrollo e innovación (CDI)</b> División o administración de la Unidad de Investigación, en el caso de División, se debe incluir el nombre de la División, el número de la Unidad de Investigación, la Unidad de Investigación que realizó el informe y el número de la Unidad de Investigación que realizó el informe. Los requerimientos son: investigación en el área de la División No se necesaria el tipo de la investigación, en el ANEO
<b>Producción científica y resultados de la investigación</b> Única que cumple con los mismos o los requerimientos mínimos de calidad establecidos en la Tabla V del ANEO	<b>Investigación</b>		<b>Propósito de divulgación de resultados de la investigación</b> División o administración de la Unidad de Investigación, en el caso de División, se debe incluir el nombre de la División, el número de la Unidad de Investigación, la Unidad de Investigación que realizó el informe y el número de la Unidad de Investigación que realizó el informe. Los requerimientos son: investigación en el área de la División No se necesaria el tipo de la investigación, en el ANEO
<b>Investigación, desarrollo e innovación</b> (Los requerimientos son: investigación en la Tabla V del ANEO)			

## Anexo 6. Formar

( Tabla 23 )

**Tabla 23. Empleo por nivel educativo, sector y nacionalidad, 2012**

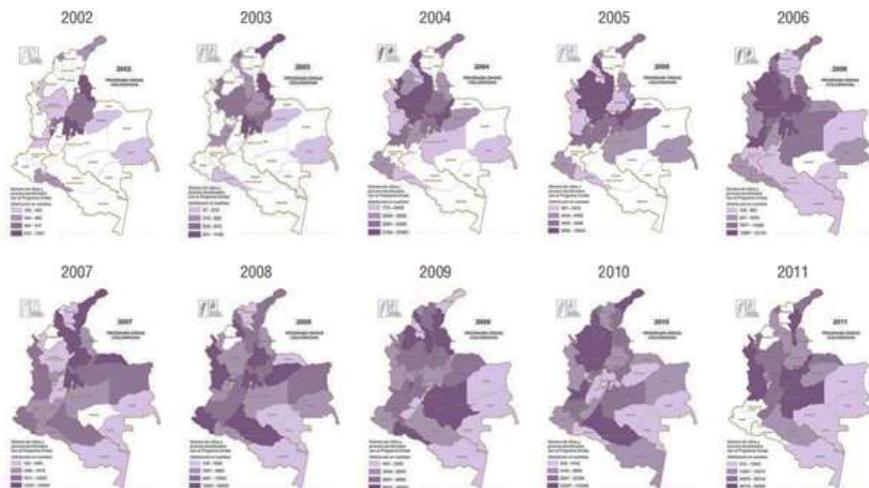
Nivel educativo alcanzado	Industria		Comercio		Servicios	
	Personal nacional	Personal extranjero	Personal nacional	Personal extranjero	Personal nacional	Personal extranjero
Doctorado	0,07%	0,65%	0,13%	2,52%	0,29%	11,38%
Maestría	0,71%	15,02%	0,39%	15,26%	1,71%	16,08%
Especialización	2,87%	15,48%	2,98%	19,23%	5,48%	22,09%
Universitario ( profesional )	14,01%	50,14%	16,62%	46,27%	18,50%	39,66%
Tecnólogo	8,24%	6,27%	9,08%	2,76%	8,48%	3,18%
Técnico	11,56%	2,03%	16,63%	6,85%	13,23%	2,67%
Educación secundaria ( completa )	49,79%	7,37%	48,81%	6,85%	43,20%	4,16%
Educación primaria	11,39%	0,83%	4,18%	0,24%	6,88%	0,16%
Ninguno	1,36%	2,03%	1,19%	0,00%	2,23%	0,63%
Total	100,00%	99,82%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Encuesta de Productividad y Formación de Capital Humano, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2012.

## Anexo 7. Cultura y Apropiación Social De La CTI

Gráfico 28

**Gráfico 28. Cobertura Nacional del Programa Ondas 2002-2011**



Fuente: Oficina Asesora de Planeación COLCIENCIAS – Informe de Gestión 2013

#### Anexo 8. Gobernanza

#### Anexo 9. Seguimiento y Evaluación

(Tabla 24)

**Tabla 24.** Indicadores de referencia del PND 2014–2018 vinculados a la política de CTI

PND 2014 - 2018. Capítulo V – Competitividad e infraestructura estratégicas					
Meta Intermedia	L.B. 2014	Meta a 2018	Producto	L.B. 2014	Meta a 2018
<b>Objetivo 1. Incrementar la productividad de las empresas colombianas a partir de la sofisticación y diversificación del aparato productivo<sup>101</sup></b>					
Empresas innovadoras	1983	2.700	Pequeñas y medianas empresas beneficiadas del programa de extensión tecnológica	160	451
			Iniciativas apoyadas por INNPULSA para la innovación y el emprendimiento dinámico	267	300
Empresas que crecen por encima de la rentabilidad de su sector	960	1.500	Inversión en fondos de capital de riesgo (COP\$ millones)	1.416	7.000

<sup>101</sup> Un indicador meta asociado es el de “Empresas que exportan de manera constante”, el cual se proyecta pasar de 3173 (en 2014) a 4170 (en 2018).

Meta Intermedia	L.B. 2014	Meta a 2018	Producto	L.B. 2014	Meta a 2018
<b>Objetivo 2. Contribuir al desarrollo productivo y la solución de los desafíos sociales del país a través de la CTI</b>					
Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) como porcentaje del PIB	0,50%	1%	Porcentaje de asignación del cupo de inversión para deducción tributaria	64%	100%
			Ciudades con pacto por la innovación en ejecución	0	8
			(%) de los recursos ejecutados a través del FFJC por entidades aportantes diferentes a Colciencias	46%	60%
Publicaciones científicas y tecnológicas de alto impacto	6,4	11,5	Becas para la formación de maestrías y doctorados nacional y exterior financiados por Colciencias y otras entidades	7.540	10.000
			Artículos científicos publicados por investigadores colombianos en revistas científicas especializadas	7.059	10.000
(%) Empresas clasificadas como innovadoras en sentido amplio y estricto pertenecientes a los sectores de industria y servicios	22,5%	30%	Empresas apoyadas en procesos de innovación por Colciencias	1.416	7.000
			Licencias tecnológicas otorgadas	0	25
			Registros de patentes solicitadas por residentes en oficina nacional y PCT	270	600
(%) colombianos con índice de apropiación alta y muy alta de la ciencia y la tecnología	51,8%	70%	Personas sensibilizadas a través de estrategias enfocadas en el uso, apropiación y utilidad de la CTI	328.340	2'000.000
			Niños y jóvenes apoyados en procesos de vocación científica y tecnológica	1'800.000	3'000.000

Fuente: DNP (2015)

## Anexo 10.

(Tabla 25)

**Tabla 25. Mecanismos de seguimiento a las Políticas de CTI**

Características que motivan la inversión en I+D (EDIT IV - V - VI)	
INDICADORES DE CTI	
Nacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ OCyT: Calculo del Gasto en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) público y privado; Encuestas de Percepción en CTI; Libro de indicadores nacionales de CTI - Indicadores Nacionales de Ciencia y Tecnología (Documento periódico 2009 – 2014)</li> <li>○ DANE: Encuesta de Innovación y Desarrollo tecnológico – EDIT<sup>102</sup>: Se realiza un año para manufactura (Reciente: VI: 2012/2013), y servicios (Reciente: III: 2013/2014).</li> <li>○ Plan Estadístico Sectorial (actualmente en desarrollo: Instrumento que define los objetivos, estrategias y acciones para la producción de las estadísticas que se requieren en el país tanto para facilitar el seguimiento y evaluación de las políticas públicas, los planes y programas de impacto nacional, sectorial y territorial como para la toma de decisiones</li> <li>○ Proyectos de Inversión (DNP)</li> </ul>

<sup>102</sup> <http://www.dane.gov.co/index.php/tecnologia-e-innovacion-alias/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit>

Características que motivan la inversión en I+D (EDIT IV - V - VI)	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ SINERGIA (<a href="http://sinergiapp.dnp.gov.co/">http://sinergiapp.dnp.gov.co/</a>), es el Sistema Nacional de Evaluación de Gestión y Resultados, el cual consigna los avances a las metas del gobierno definidas en el Plan Nacional de Desarrollo.</li> <li>○ SPI (<a href="https://spi.dnp.gov.co/">https://spi.dnp.gov.co/</a>): Es una ventana directa para ver los logros y analizar la gestión de las entidades del Estado en materia de inversión pública.</li> <li>○ SUIFP (<a href="https://suifp.dnp.gov.co/">https://suifp.dnp.gov.co/</a>): es el sistema de información que integra los procesos asociados a cada una de las fases del ciclo de la inversión pública, acompañando los proyectos de inversión desde su formulación hasta la entrega de los productos, articulándolos con los programas de gobierno y las políticas públicas, y los asociados al SGR (Mapa Regalías <a href="http://maparegalias.sgr.gov.co/#/">http://maparegalias.sgr.gov.co/#/</a> y GESPROY <a href="https://www.sgr.gov.co/SMSCE/CargueyReportedeInformaci%C3%B3n/MaterialcomplementarioGesproy.aspx">https://www.sgr.gov.co/SMSCE/CargueyReportedeInformaci%C3%B3n/MaterialcomplementarioGesproy.aspx</a>)</li> </ul>
Internacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ GII: Global Innovation Index (Reciente 2014-2015): Colombia está ubicada en el puesto 67 de 141 economías analizadas. Es la sexta economía de América Latina y el Caribe.</li> <li>○ Global Competitiveness Index (Reciente 2014-2015): Pilar de Innovación: Colombia se ubicó en el puesto 77 entre 144 economías.</li> <li>○ Otras fuentes: Red de Indicadores Iberoamericanos de Ciencia y Tecnología (RICyT), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Banco Mundial, Naciones Unidas y la Comisión Europea (EuroStat), OCDE (Ocdestats)</li> </ul>
PLATAFORMAS DE SOPORTE	
Enfocadas para la CTI	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Plataforma SCIENTI: Servicios de registro de información vinculado a Currículo; Grupos; Instituciones; Pares Evaluadores; Editoriales Registradas; Centros de investigación y desarrollo tecnológico reconocidos por Colciencias.</li> </ul>

Fuente: DNP, 2015.

(Tabla 26)

**Tabla 26. Evaluaciones de resultado e impacto de Políticas de CTI**

Evaluaciones desarrolladas entre 2009 y 2015	
<b>FORMACION DE CAPITAL HUMANO</b>	
Impacto:	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evaluación de impacto programas jóvenes investigadores y becas doctorado - COLCIENCIAS (Metrica - 2014).</li> <li>○ Evaluación de impacto del programa ACCES- Apoyo a programas doctorales - COLCIENCIAS (U. Rosario - 2010).</li> </ul>
<b>INVESTIGACION Y DESARROLLO</b>	
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evaluación de impactos de proyectos de investigación y desarrollo e innovación financiados por Colciencias en el período 1999-2005 - Región Caribe, Centro y Occidente (elaborado por U. Nacional, U. Norte, TECNOS, 2010)</li> </ul>
Resultado	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evaluación del financiamiento de COLCIENCIAS a la investigación y el desarrollo y a la innovación (i+d+i): proyectos de ciencia, tecnología e innovación y grupos de investigación (elaborado por Innovos, 2013)</li> </ul>
<b>INNOVACION</b>	
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evaluación de Impacto del Fondo Colombiano para la Modernización y Desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (FOMIPYME), (Econometría, 2007)</li> <li>○ Public Support To Innovation: The Colombian Colciencias' Experience (Crespi et. al, (2011)</li> <li>○ Exenciones fiscales para la I+D+i experiencias en América Latina y retos pendientes - Evaluación del caso Colombiano - (Parra, 2013)</li> <li>○ Piloto Programa Extensión Tecnológica (elaborado por Econometría, 2014)</li> <li>○ Evaluación del Fondo Emprender: 2002-2013 (elaborado por Econometría, 2014)</li> </ul>

<b>Evaluaciones desarrolladas entre 2009 y 2015</b>	
Resultado	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evaluación de resultados del convenio especial de cooperación COLCIENCIAS-SENA (2010)</li> <li>○ Sistema general de Regalías – SGR (elaborado por Fedesarrollo 2014)</li> <li>○ El caso de INNpulsa Colombia – la evolución de una política pública para el crecimiento EMPRESARIAL EXTRAORDINARIO (elaborado por CAF, 2014)</li> <li>○ Evaluación de Resultados del Programa Piloto Inserción Laboral de Doctores en el Aparato Productivo Colombiano – COLCIENCIAS (en curso)</li> <li>○ Evaluación de resultado del instrumento gestión de la innovación: programa piloto – COLCIENCIAS (en curso)</li> <li>○ Estudios de caso del programa de gestión de la innovación – COLCIENCIAS (en curso)</li> </ul>

Fuente: DNP, 2015.

#### **Anexo 11. POLÍTICAS SECTORIALES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

##### **Política Sectorial del Sector Defensa y Seguridad**

La política de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) para el Sector Defensa y Seguridad fue publicada en 2011 y posteriormente desarrollada por la Directiva 8 de 2013 del Ministerio de Defensa Nacional (MDN). A continuación se presenta un resumen de los lineamientos de política y procedimientos en materia de CTI del Sector Defensa y Seguridad (SDS), contenidos tanto en la política como en la directiva que han sido mencionadas.

##### **Antecedentes**

El papel de la CTI en el SDS es el de apoyar el cumplimiento de la misión constitucional de la Fuerza Pública, esto es “la defensa, la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional” (artículo 217, Constitución Política), buscando la autosuficiencia e independencia estratégica del sector y del país.

La autosuficiencia es el principal principio rector de la política, por lo que se propone implementar procesos que permitan al SDS acumular una base de conocimiento científico y tecnológico con el objetivo de alcanzarla. Como consecuencia, se reducirá la dependencia del sector de actores extranjeros en áreas estratégicas.

Un aspecto importante de esta política es el establecimiento de un direccionamiento del esfuerzo científico y tecnológico, con el objetivo de asegurar que los proyectos que se desarrollen sean consistentes con la visión y misión de las Fuerzas y representen un esfuerzo concentrado en prioridades específicas. Para esto, el MDN ha definido unas áreas o temas transversales llamados “apuestas”, las cuales hacen parte de la visión científica y tecnológica de cada Fuerza. Finalmente, para el desarrollo de estas apuestas el MDN ha definido con mayor detalle criterios y directrices mediante la Directiva 8 de 2013.

### **Lineamientos de Política**

Toda actividad de I+D+i a desarrollar por el SDS debe cumplir con dos requisitos: i) Ser una respuesta a una necesidad específica de las Fuerzas y ii) Permitir que se utilicen las capacidades existentes para atender dicha necesidad, así estas no se encuentren en las Fuerzas. Estas actividades deben integrar exitosamente a todos los actores del SDS en materia de CTI, es decir además de las Fuerzas y el MDN, al sector académico, el sector privado nacional y otras entidades gubernamentales.

A continuación se presentan los lineamientos de política en 5 áreas específicas:

1. Adquisiciones de material de defensa: Las adquisiciones del material de defensa, si bien en primer lugar tienen que cubrir las necesidades de cada Fuerza, deben responder a un ejercicio de vigilancia tecnológica que permita establecer el panorama de las tecnologías existentes y establecer si se puede alcanzar la capacidad técnica requerida para que la respuesta a la necesidad planteada sea sostenible. Con base en esto se pueden iniciar proyectos de I+D+i dirigidos a incrementar las capacidades para operar o mantener los equipos adquiridos.
2. Investigación y desarrollo conjunto en CTI: Las Fuerzas deben procurar realizar investigaciones o desarrollos conjuntos, buscando plataformas tecnológicas integradas y estandarizadas que beneficien a la mayor cantidad de usuarios dentro del SDS.
3. Cooperación industrial y social – Offset: Los Convenios de Cooperación Industrial y Social (conocidos como Offset) permiten, en el marco de una adquisición de bienes y servicios de defensa, al país comprador exigir una compensación al contratista como parte de las condiciones de negociación (DNP, 2008). Los Offsets deben servir para catalizar los desarrollos tecnológicos a través de proyectos que garanticen la autosuficiencia en el ciclo de vida de los equipos adquiridos y retornos industriales en los sectores de materiales y electrónica. Los proyectos desarrollados en el marco de estos convenios deben crear las capacidades locales, en el SDS o en el sector privado, que permitan fabricar equipos o partes que en la actualidad se importen y mejorar las capacidades de mantenimiento y entrenamiento nacionales.
4. Propiedad Intelectual: El MDN ha diseñado una estrategia de gestión de la propiedad que comprende: i) identificación de los resultados de investigación o desarrollos protegibles, ii) evaluación para seleccionar el mecanismo idóneo de protección, iii) la protección en sí misma, iv) la determinación del modelo de transferencia tecnológica y v) la explotación.

5. Incentivos para los actores del Sistema de CTI del SDS: El MDN generará incentivos para los investigadores, creadores, inventores, desarrolladores y gestores del Sistema de CTI del SDS, así como para la vinculación de instituciones académicas, centros de investigación y desarrollo y empresas en actividades de CTI lideradas por el SDS.

En 2013 el MDN expidió la Directiva 8 de 2013, la cual tiene como propósito principal “establecer los parámetros de ejecución de la Política Sectorial de Ciencia, Tecnología e Innovación...”. De igual manera, la guía establece lineamientos sobre las características de las Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación (ACTI), recomendaciones para la formulación y ejecución de proyectos de I+D+i y recomendaciones para las entidades pertenecientes al Grupo Social y Empresarial de la Defensa (GSED).

Esta Directiva también define los roles y responsabilidades en materia de CTI de las instituciones y dependencias relacionadas del SDS, las cuales son clasificadas en las siguientes categorías: A. Actores que direccionan la CTI (Viceministerio para el GSED y Bienestar – Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación del MDN, Fuerza Pública, entre otras), B. Actores que realizan actividades de CTI (Grupos internos como centros de investigación y desarrollo, escuelas, unidades de servicios tecnológicos, actores externos, universidades etc.), C.) Actores que producen CTI (Entidades adscritas al GSED y la industria nacional) y D.) Actores que potencializan o actúan como catalizadores de la CTI (Colciencias, SENA, otras entidades).

Finalmente, la Directiva establece un procedimiento para la presentación de proyectos de I+D+i que busquen apoyo financiero mediante convocatorias del MDN, así como restricciones respecto a la financiación de estos proyectos y directrices para la consecución de recursos a través de entes regionales.

Así mismo, es importante resaltar que en 2011 el MDN expidió la Directiva 36, la cual contiene los lineamientos para incentivar la protección, uso y explotación de los derechos de propiedad intelectual del MDN.

#### **Política Sectorial del Sector Agropecuario**

El Sector de Agricultura y Desarrollo Rural ha venido trabajando en la actualización de su política de CTI, la cual se ha materializado en la formulación del Plan Estratégico de CTI del Sector Agropecuario (PECTIA) (Corpoica y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015). Este Plan presenta de manera general la Misión, Visión y Objetivos en materia de CTI del sector y detalles de su implementación son desarrollados en el documento Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sector

Agropecuario (Restepo, y otros, 2015) elaborado por Corpoica para la Misión para la Transformación del Campo.

### **Antecedentes**

En el documento elaborado por Corpoica mencionado anteriormente se describe de manera general el enfoque que tendrá la nueva estrategia de CTI del Sector Agropecuario. Esta política adopta una visión amplia de la innovación, entendiendo por esta algo más allá del cambio tecnológico en la agricultura e incluyendo innovaciones (de bienes y de proceso) en toda la cadena de valor de la agroindustria y otras industrias relacionadas (como por ejemplo la farmacéutica). Por tanto, esta estrategia no sólo se centra en los agricultores, sino también en sus proveedores (eslabones anteriores) y clientes (eslabones posteriores), es decir en toda la cadena de valor. Además, el documento presenta un enfoque no lineal de la innovación y adopta como modelo teórico principal los Sistemas de Innovación, como lo hace el presente documento Conpes.

Esta estrategia tiene como elemento central la Construcción de Sistemas Territoriales de Innovación. Esto se explica a partir del carácter sistémico propio de la innovación y del hecho de que en el sector agropecuario es necesario tener en cuenta las especificidades de los ecosistemas, en particular dada la condición de Colombia como país tropical. Por tanto, los Sistemas de Innovación deben ser locales, y construirse a partir de la interacción de los actores locales, territoriales y nacionales, conformando redes de conocimiento a partir del fortalecimiento del capital social y de la confianza entre los actores y con perspectivas de mediano y largo plazo.

Para construir estos sistemas de innovación territoriales, la estrategia plantea establecer un proceso de transición para iniciar su construcción a partir del servicio de Asistencia Técnica Agropecuaria (ATA), lo cual permitirá ampliar el relacionamiento y la confianza entre los actores. Esta transición de la ATA a los Sistemas de Innovación se implementara junto con el Programa de Desarrollo Rural Integral con Enfoque Territorial propuesto por la Misión para la Transformación del Campo, de tal manera que los sistemas territoriales de innovación vayan implementándose junto con este programa y haciendo uso de sus recursos.

Así mismo, la estrategia propone acciones relacionadas con la modificación de la institucionalidad para la innovación del sector, el fortalecimiento de la ATA, la mejora de la información estadística del sector, la formación de recurso humano, capacitaciones sobre propiedad intelectual, la reglamentación sobre el acceso a recursos genéticos, fuentes de financiamiento alternativas, entre otras.

Finalmente, en la estrategia se plantean las siguientes prioridades de investigación agropecuaria:

1. Agrodiversidad para uso agropecuario: Aprovechar la biodiversidad del país para el beneficio de la agricultura. Incluye, entre otros, aumentar el conocimiento sobre dicha biodiversidad (bioprospección).
2. Agroecología: Investigación dirigida a aprovechar los ecosistemas pero al mismo tiempo conservar los servicios ecosistémicos que estos proveen, con base en el conocimiento científico y el local.
3. Entender los procesos de innovación: Documentar e investigar sobre el desarrollo de los procesos de innovación en el campo a partir de la puesta en marcha de las estrategias de ATA.

Las consideraciones de tipo sectorial (productos agropecuarios específicos) serán abordadas por el área prospectiva del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el marco de la Misión para la Transformación del Campo.

#### **Lineamientos de Política**

A continuación se presentan los elementos más importantes de la Política de CTI del sector contenidos en el PECTIA:

- Objetivo: Contribuir al mejoramiento del nivel y la calidad de vida de la población rural a través de la gestión del conocimiento para la innovación, de manera que se logre la rentabilidad, eficiencia, competitividad y sostenibilidad de las actividades vinculadas a la producción agropecuaria y agroindustrial en los sistemas socio-productivos de los diversos territorios colombianos.
- Visión: Para el 2026 el PECTIA habrá contribuido a la consolidación de un entorno rural más incluyente y equitativo, con un desarrollo agropecuario y agroindustrial más productivo y competitivo y con capacidad de reducir el deterioro ambiental a fin de aumentar el nivel de calidad de vida de los productores rurales.
- Misión: Avanzar en la generación, acumulación, sistematización, socialización y adopción de conocimiento para el cambio técnico generando un aumento de la productividad y competitividad de la agricultura y la agroindustria nacional, aportando al desarrollo del país y conservación de los recursos naturales frente a su uso eficiente, sostenible y al cambio climático orientando el accionar de los diferentes actores del SNCTA.
- Objetivos Estratégicos:
  - Objetivo estratégico 1: Mejorar la Seguridad Alimentaria.

- Objetivo estratégico 2: Incrementar la productividad y competitividad.
- Objetivo estratégico 3: Incentivar el aprovechamiento de los recursos naturales para mejorar los sistemas productivos de manera sostenible.
- Objetivo estratégico 4: Fortalecer el capital social con miras a la creación de los Sistemas Territoriales de Innovación.

**Anexo 12.** Focos y áreas estratégicas de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

## ALIMENTOS

### *Tendencias mundiales*

Tal como lo afirma USDA (2015) el hambre y la desnutrición coexisten con la obesidad generalizada en el mundo. Tanto en los entornos locales como nacionales, los cambios demográficos, las preferencias de los consumidores, y las normas de comportamiento afectan lo que se produce, la forma cómo se produce y comercializa, lo que las personas optan por consumir, y cómo el consumo afecta a la salud.

Frente a esta situación se identifican dos grandes tendencias en primer lugar el reto para el sistema agroalimentario, consiste en realizar CTel que responda a la necesidad de aumentar la producción de alimentos para una población creciente en una cantidad limitada de tierra agrícola, con un enfoque de reducción del impacto sobre los recursos naturales (IICA, 2014). Pues se debe responder a los principales desafíos mundiales planteados por FAO (2015) de alimentar a 1.500 millones de personas adicionales en el 2030, de las cuales el 90% vivirá en países en desarrollo (donde mayores casos de subalimentación se presentan) e incrementar la producción de alimentos en un 60 a 70%, para el año 2050.

En relación con la investigación en temas relacionados con Alimentos y su producción, entidades como USDA y la Dirección de Alimentos de Canadá han focalizado sus acciones en diversos temas de interés particular. Así por ejemplo USDA estableció, en marzo de 2014, siete metas Intensificación sostenible de la producción agrícola, Respuesta al cambio climático y las necesidades energéticas, Usos sostenible de los recursos naturales, nutrición y obesidad infantil, Seguridad alimentaria, Educación en Ciencias y Prosperidad rural relacionado con interdependencia urbano/rural. Por su parte,

Godefroy (2014) indica que la Dirección de Alimentos de Canadá establece como prioridades: i) Plan de Acción de Seguridad alimentaria y del consumidor; ii) Agenda de Innovación de Alimentos, iii) Modernización de la legislación sobre seguridad alimentaria, iv) Etiquetado de alimentos.

En los países que han superado los problemas de seguridad alimentaria, las tendencias se centran las dinámicas de consumo frente a las cuales Mintel (2015) señala para el mercado de Estados Unidos cinco tendencias principales por parte de los consumidores relacionada con estilos de vida saludables, ingredientes "limpios", consumidores "gourmet" en sus hogares, conciencia de valor en relación con la calidad y de comercio electrónico de productos especiales que satisfacen necesidades o intereses particulares. Por su parte Euromonitor (2015) en su tercer reporte indica cuatro tendencias de consumidores relacionadas con comida empacadas, así i) la dificultad para venta de productos con azúcar debido al esfuerzo de los gobiernos y las organizaciones internacionales de salud para frenar el consumo, incluso con impuestos en este como otros productos alimenticios que sean nocivos para la salud; ii) para enfrentar esta situación, empresas deberán diversificar sus portafolios y hacia alternativas incluso con beneficios para la salud; iii) saludable es una verdadera prioridad estratégica y las empresas lo logran con productos más o menos saludables, bien sea al miniaturizar productos indulgencia, pero los consumidores recibirán con agrado nuevos productos; iv) El auge de marcas limpias en contraposición a las grandes y tradicionales marcas.

#### ***Capacidades existentes en CTI***

De acuerdo con Corpoica, existen en el país 176 instituciones con capacidad de adelantar actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación en el sistema agroalimentario colombiano, compuestas principalmente por Universidades, Centros de Investigación y Centros de Desarrollo Tecnológico. La mayor parte de ellas ubicadas en el Distrito Capital con 58 entidades (33%), Antioquia con 23 (13,1%), Valle del Cauca con 16 (9,1%) y Santander con 9 (5,1%).

En cuanto a los grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, de acuerdo a los resultados de la convocatoria 693 de 2014 para el reconocimiento y medición de grupos, el sistema agroalimentario cuenta con 348 grupos, los cuales se pueden dividir en 285 que trabajan en las áreas de Ciencias Agrícolas, Naturales, Sociales y de la Salud, que tienen productos de CTel en temáticas relacionadas con la producción

primaria y 63 grupos en la áreas de Ingeniería y Tecnología, con un ámbito de trabajo dirigido hacia la transformación de los productos de origen primario. Los 384 grupos están distribuidos de acuerdo a su categoría en Grupos A1 (31), A (41), B (95), C (138), D (34) y sin categoría 9, clasificados como “Reconocidos”.

En cuanto a los Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico, existen en el país 18 centros de los cuales diez corresponden a Centros de Investigación y ocho a Centros de Desarrollo Tecnológico. Las áreas de actuación se clasifican en Agroindustria, Biotecnología, Ciencias Sociales, Ciencias del Mar, Ambiente y Gestión y Productividad.

#### ***Contribuciones a la solución de problemas nacionales***

En el contexto colombiano, los esfuerzo en CTi respaldar las políticas para apoyar el desarrollo productivo deben estar alineadas con la propuesta de la Misión Rural y dirigirse a la provisión de bienes públicos como programas de CTi, TIC, información estratégica e infraestructura, entre otros, y consolidado a través de fuertes sistemas territoriales de CTi en el que participen activamente todos los actores.

Para el año 2030 SNCTI Colombiano debe participar activamente en la finalización de todas las formas de malnutrición, así como del hambre y asegurar el acceso de todas las personas a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año, primero en el contexto local y luego internacional. Y de manera paralela orientar sus acciones hacia duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala. Esto bajo la consideración que de acuerdo con FAO (2015b) la prevalencia de inseguridad alimentaria y malnutrición es considerablemente mayor en contextos de crisis prolongadas derivadas de conflictos.

En relación con la agregación de valor a los productos, como se mencionó en las tendencias el segmento de los alimentos procesados tiene una dinámica creciente, sustentada en los patrones de conducta de los consumidores relacionados con la salud, nutrición y la calidad e inocuidad alimentaria. Se requieren soluciones tecnológicas que atiendan estas necesidades en forma de alimentos funcionales, orgánicos y naturales, en la conveniencia para una alimentación rápida, saludable, sencilla y sin problemas de transporte y sobre la sofisticación de acuerdo al estilo de vida, asociado con gustos más exigentes, que buscan sabores exóticos o preparaciones tipo gourmet.

**Referencias:**

*Euromonitor (2015). 14 Food Trends to Watch in Food: Part Three. Octubre de 2015. Consulta: Octubre 2015 Disponible en: <http://www.euromonitor.com/14-food-trends-to-watch-in-food-part-three/report>*

*FAO (2015a). El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos. Consulta: Octubre 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4646s.pdf>*

*FAO (2015b). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La protección social y la agricultura: romper el ciclo de la pobreza rural. Consulta: Octubre 2015. Disponible en <http://www.fao.org/publications/sofa/2015/es/>*

*Godefroy, S. (2014). The Canadian Food Standard Setting System: Current Priorities in a Global Environment. Presentación en el World Food Research and Innovation Forum Global Strategies for Food Safety*

*IICA (2014). La innovación en la agricultura: Un proceso clave para el desarrollo sostenible. Documento de posicionamiento institucional.*

*Mintel (2015). Mintel serves up 5 key food and drink trends for 2015. Febrero de 2015 Consulta: Octubre 2015. Disponible en: <http://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/mintel-serves-up-5-key-food-and-drink-trends-for-2015>*

*UN (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible, Objetivo 2. Consulta: Octubre 2015. Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>*

*USDA (2015). USDA Science, Research, Education, and Economics Action Plan. March 2014 REVISION. Consulta: Octubre 2015. Disponible en: [http://www.ree.usda.gov/ree/news/USDA\\_2014\\_REE\\_Action\\_Plan\\_08-2014\\_Final.pdf](http://www.ree.usda.gov/ree/news/USDA_2014_REE_Action_Plan_08-2014_Final.pdf)  
[http://www.oired.vt.edu/Senegal/files/9813/7953/6578/REEIntlOverview\\_-\\_C.\\_Woteki.pdf](http://www.oired.vt.edu/Senegal/files/9813/7953/6578/REEIntlOverview_-_C._Woteki.pdf)*

## **ENERGIA**

### ***Tendencias mundiales***

En los últimos años se ha evidenciado una transición de los sistemas energéticos, representada tanto en el cambio de patrones de consumos energéticos, como en la

incorporación creciente de energías renovables no convencionales, buscando disminuir la demanda. Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Naciones Unidas (ONU, 2015) se plantea como las prioridades mundiales para el año 2030, garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna y plantea que la energía es uno de los principales contribuyentes al cambio climático, y representa cerca del 60% del total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del mundo, razón por la cual la reducción de las emisiones de carbono originadas por la energía, son un objetivo a largo plazo sustentado en la cooperación internacional que facilite el acceso a la investigación y las tecnologías energéticas no contaminantes así como lograr mayor porcentaje de uso de la energía renovable y mejorar de la eficiencia energética.

De acuerdo con este planteamiento, en los últimos años se ha evidenciado una transición de los sistemas energéticos, representada tanto en el cambio de patrones de consumos energéticos, como en la creciente incorporación de energías renovables no convencionales, buscando disminuir la participación de los combustibles fósiles, y por ende su contribución a la emisión de GEI. Lo anterior es relevante considerando la creciente demanda de energía, que según la Agencia Internacional de Energía se incrementará en un 37% para el año 2040 (IEA, 2014). Además, la transformación de los sistemas energéticos es un hecho y NREL (2012) predice que para el año 2050 el 80% del suministro de electricidad de EUA provendrá de fuentes renovables.

La IEA estima que para 2040, el suministro de energía en el mundo se dividirá en cuatro partes casi iguales entre fuentes de baja emisión de carbono (entre nucleares y renovables), petróleo, gas natural y carbón. Otros actores como Greenpeace y el Global Wind Energy Council estiman que el 70% de la electricidad provendrá de fuentes renovables al 2050.

Para el Mercado energético de Estados Unidos, EIA (2015), prevé, entre otros aspectos: i) crecimiento modesto en la demanda y un incremento en la producción (basada en petróleo y gas) lo que reduce la dependencia de suministros energéticos importados y determina que para 2028 la balanza comercial se estabilizará; ii) el crecimiento de la producción de gas natural que contribuirá a la expansión de varias industrias manufactureras (tales como productos químicos a granel y metales primarios) y el aumento de su uso en lugar de materias primas de nafta a base de petróleo; iii) mayor uso de las energías renovables debido al incremento a largo plazo de los precios del gas natural, los costos del carbón y la capacidad de generación nuclear, así como a las políticas estatales, y la reducción de costos de generación renovable; v) iv)

incrementos de 18% en el precio promedio de venta de energía eléctrica durante el período 2013 a 2040 originado por el aumento de los costos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, aunado al lento crecimiento de la demanda; vi) Estabilización de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) relacionadas con la energía, por debajo del nivel de 2005 hasta 2040 debido a la mejora de la eficiencia así como menor uso de combustibles tradicionales.

El Consejo mundial de la energía (WEC 2013) en análisis de escenarios al año 2050 indica que la eficiencia energética como la conservación de la misma son elementos cruciales que implicarán cambios en los consumidores y que no existen una solución global para la provisión energética por lo cual debe abordarse de manera individual por las nacionales. Desde otra perspectiva, WEC 2013 indica que otras tecnologías de almacenamiento de energía, en baterías, con hidrógeno, P2G (power to gas), entre otras, necesitan más investigación y desarrollo (I + D) para ser comercializadas, pues pueden desempeñar un papel clave en el futuro energético. WEC (2013)

#### ***Capacidades existentes en CTI***

La producción científica en temas de energía ha sido encabezada por grupos de investigación en las Universidades y de algunos Centros de investigación de carácter mixto y del sector privado. Es importante anotar que en el particular para este sector se ha contado con la participación activa de entidades del sector (ECOPETROL, CODENSA, ISA, XM, ISAGEN, ARGOS y la UPME), lo cual ha promovido la consolidación de grupos de investigación en temáticas específicas.

Actualmente más de 80 grupos de investigación reconocen las temáticas relacionadas con el sector minero-energético como sus líneas de trabajo.

Uso de los beneficios tributarios para empresas del sector  
Teniendo en cuenta el interés de focalizar esfuerzos en el área de energía sustentable, se identifica que el 70% de dichos grupos trabajan temas de eficiencia energética, energías alternativas, y en innovación y desarrollo tecnológico en el sector eléctrico, que obliguen a reconfigurar la arquitectura de los sistemas de transmisión y distribución, dada la incursión a la generación distribuida y al desarrollo e implementación de redes inteligentes.

Aunque no es muy grande la cantidad de grupos, se destaca la alta productividad de los mismos a nivel de artículos A1 y A2, y de algunos productos tecnológicos,

básicamente patentes y software. Además, se resalta la conformación de dos redes de investigación en eficiencia energética, las cuales han sido apoyadas y están actualmente trabajado en iniciativas con la UPME.

#### ***Contribuciones a la solución de problemas nacionales***

De acuerdo con BP (2015), para el periodo 2014–205 el consumo de todos los combustibles aumento excepto para la energía nuclear, en cuanto a la producción incrementó excepto para el carbón. Además, este reporte indica que las emisiones globales de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía aumentaron en su proporción más baja desde 1998. En este contexto, de incertidumbre de precios y dualidad frente a la necesidad energética y su impacto, el WEC plantea como una prioridad actual resolver el “trolea energético” para afrontar el triple desafío de obtener energía de una forma segura, asequible y respetuosa con el medio ambiente (implica seguridad e igualdad energética, así como sostenibilidad medioambiental), además WEC (2015) propone en los contextos nacionales inversiones en I+D que incluyan nuevas tecnologías, materiales y combustibles es esencial para alcanzar los objetivos de cambio climático y desarrollo. A partir de lo mencionado, el derrotero que se delineea para el sistema energético mundial es avanzar hacia la construcción de un sistema más diversificado, que propenda por el uso más eficiente de la energía.

Para el país los principales retos son la diversificación de la matriz energética del país, la reducción de la intensidad energética del país, avance en el diseño de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas aprovechando el potencial de fuentes renovables, y disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>. Así estos retos a resolver se pueden sintetizar en las siguientes temáticas : i) Procesos sostenibles para la generación de energía, se incluye la mejora de los procesos convencionales de producción de energía y tecnologías más eficientes para este propósito, como el uso de fuentes no convencionales para la producción de energía; ii) Optimización de los usos finales de la energía térmica y eléctrica, que incluye mejoras en los sistemas y tecnologías actuales, así como nuevas tecnologías y el uso de combustibles alternativos más eficientes; iii) Sistemas inteligentes de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; y iv) Agroenergía desde la perspectiva de aprovechar el potencial energético de la biomasa, sin perder de vista la puesta en marcha de biorefinerías,

## **Referencias**

BP (2015). *Statistical Review of World Energy – June 2015. 64th edition. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf>*

EIA (2015). *The Annual Energy Outlook 2015 With Projections to 2040 (AEO2015). U.S. Energy Information Administration. Abril de 2015. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: <http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383%282015%29.pdf>*

NREL (2012). *Renewable Electricity Futures Study. National Renewable Energy Laboratory . Hand, M.M.; Baldwin, S.; DeMeo,E.; Reilly, J.M.; Mai, T.; Arent, D.; Porro, G.; Meshek, M.; Sandor, D. eds. 4 vols. NREL/TP-6A20-52409. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: [http://www.nrel.gov/analysis/re\\_futures/](http://www.nrel.gov/analysis/re_futures/)*

ONU (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible, Objetivo 7. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>*

WEC (2013). *World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050. World Energy Council. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: [https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/World-Energy-Scenarios\\_Composing-energy-futures-to-2050\\_Full-report.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/World-Energy-Scenarios_Composing-energy-futures-to-2050_Full-report.pdf)*

WEC (2015). *Tackling policy uncertainty. World Energy Council. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2015/05/Tackling-policy-uncertainty.pdf>*

## **SALUD**

### ***Tendencias mundiales***

El cuidado de la salud, hoy es un sector que representa el 10% del PIB global, ha entrado en una etapa de grandes transformaciones (Ernst and Young, 2015). Como resultado del Proyecto Genoma Humano, y gracias a la posibilidad de comparar genomas de pacientes rápidamente y a bajo costo, se dio paso a la era de la medicina

personalizada. Se espera que este nuevo modelo tenga impactos importantes en la prevención de enfermedades y en el desarrollo de tratamientos a la medida de las necesidades del individuo.

Dentro de las tendencias internacionales de la industria de la salud PWC (2015) vale la pena resaltar la apertura a la tecnología a través de dispositivos móviles, con mayor número de aplicaciones, además se abre cada vez más el escenario para plataformas de colaboración abiertas y asociaciones no tradicionales empujarán hacia nuevas estrategias competitivas.

De otra parte, cerca de quince millones de personas mueren cada año por infecciones tropicales y enfermedades parasitarias, la mayoría habitantes de países en desarrollo. Aunque, los cambios en los estilos de vida y de dieta han incrementado el número de enfermedades no transmisibles como hipertensión, diabetes, enfermedad crónica obstructiva, infarto al miocardio y accidente cerebrovascular, las enfermedades tropicales permanecen como una de las principales causas de morbilidad y mortalidad prevenible. La tuberculosis, VIH/SIDA y malaria son responsables de aproximadamente 6 millones de muertes anuales. Esquistosomiasis es la segunda enfermedad más importante después de la malaria, con 200 millones de personas infectadas y 779 millones en riesgo en más de 70 países. Además, la leishmaniasis, oncocercosis, filariasis, enfermedad de Chagas, tripanosomiasis africana, rickettsiosis, fiebres entéricas, helmintiasis, fiebres hemorrágicas virales y enfermedades diarréicas tienen un alto impacto en la salud pública y son causas de morbilidad y mortalidad significativas en adultos y niños. Esas enfermedades comparten poblaciones blanco, nichos ecológicos y un amplio rango de distribución geográfica<sup>1</sup>. Infecciones del tracto respiratorio (ITRs) son causadas por diferentes microorganismos y virus. Las ITRs permanecen como las causas principales de morbilidad y mortalidad en adultos y niños en el mundo, ocasionando millones de muertes cada año (Zulma, 2012).

#### ***Capacidades existentes en CTI***

De acuerdo con el portal ScienTI, existen en el país 683 grupos de investigación relacionado con el programa nacional Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud y adicionalmente 198 grupos que incluyen como secundario este programa para un total de 874 grupos de investigación.

### ***Contribuciones a la solución de problemas nacionales***

En el caso del panorama para Colombia en cuanto a las enfermedades tropicales se refiere, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) hace un especial énfasis en ocho de las doce Enfermedades Tropicales Desatendidas (ETD) reconocidas por esta Organización, dentro de las que se priorizan: oncocercosis, tracoma y geohelmintiasis; para los casos de lepra, enfermedad de Chagas, tétonas neonatal, sífilis congénita y rabia transmitida por perros, no son consideradas como desatendidas ya que cuentan con programas de prevención, promoción y control estructurados con amplia trayectoria en el país y en consecuencia, no se encuentran dentro del Plan Integral Interprográmtico para la Prevención, el Control y la Eliminación de las Enfermedades Infecciosas Desatendidas 2013-2017 ( MinSalud 2015 ).

### ***Referencias***

- MinSalud ( 2015 ). Enfermedades infecciosas desatendidas. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/enfermedades-infecciosas-desatendidas.aspx>.
- PWC ( 2015 ). Top health industry issues of 2015. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: <http://www.pwc.com/us/en/health-industries/top-health-industry-issues.html>
- Zulma A. y Ustianowski A., ( 2012 ). Definition, Geographic Distribution, Transmission, and Classification. Infect Dis Clin N Am 2012; 26: 195 – 205

## **BIOTECNOLOGÍA**

### ***Tendencias mundiales***

A partir del análisis de los retornos de la inversión en el desarrollo de cultivos genéticamente modificados, biológicos y bioproductos industriales, Carlson ( 2011 ) estableció que los gobiernos alrededor del mundo han visto la biotecnología como una oportunidad de desarrollo económico y como una alternativa para incrementar su independencia e influencia. Malasia, China e India son economías en desarrollo que empiezan a cosechar los frutos de su inversión, en cuyo caso se espera que los retornos de la inversión se dupliquen o cuadripliquen entre el 2011 y el 2020.

De acuerdo con Song (2014), el tamaño del mercado de prescripción de drogas crecerá a una tasa de crecimiento anual compuesto de 3,8%, hasta alcanzar los USD 895 billones en 2018, y la participación de la industria biotecnológica crecerá del 21% (crecimiento proyectado para el 2012) al 25%, equivalente a USD 224 billones. En el sector industria y energía, un número incremental de químicos y materiales, químicos de base, polímeros, catalitos industriales, enzimas y detergentes serán producidos usando biotecnología. Se espera que las ventas de químicos industriales se incrementen en 148%, a partir de 92 billones de euros registrados por ventas en 2010. Mientras que el tamaño del mercado de biotecnología en agricultura se espera crezca \$ 12 mil millones en

2015.

La investigación en ciencias de la vida, el reconocimiento de las tendencias y el desarrollo de herramientas cada vez más potentes para la obtención y uso de datos biológicos y materiales bio-basados, serán la base para avanzar hacia una bioeconomía con grandes beneficios sociales (OSTP, 2012). Como motor de procesos de innovación en diversos sectores, la biotecnología se perfila como tecnología transversal, con un gran potencial de contribuir al crecimiento económico, a la creación de trabajo, a la salud pública, a la protección ambiental y al desarrollo sostenible (Enzing, 2011).

La demanda de la fijación de nitrógeno sigue aumentando, dado el crecimiento de la población con necesidades de alimento y pocas posibilidades de trabajar el campo (Nuffield Council of Bioethics, 2012). Los adelantos en biotecnología combinados con técnicas de reproducción seguirán conduciendo al desarrollo de nuevas especies cultivables con rasgos de interés en agricultura, como el mejoramiento del valor nutricional, la resistencia a enfermedades, el aumento de la tolerancia a la sequía y el incremento de la productividad en la producción de alimentos.

El cuidado de la salud representa el 10% del PIB global, ha entrado en una etapa de grandes transformaciones (Ernst and Young, 2015), un ejemplo es el Proyecto Genoma Humano, este nuevo modelo impactará la prevención de enfermedades y en el desarrollo de tratamientos a la medida de las necesidades del individuo donde se espera que la biotecnología juegue un rol fundamental. Además, con la sustitución del uso de medicamentos producto de la síntesis química por terapias basadas en moléculas bioderivadas se esperan cambios en el tratamiento de las enfermedades.

Desde otra perspectiva, la demanda de energía se incrementará en un tercio, entre el 2010 y el 2035 (International Energy Agency, 2011), así la actual I + D está dirigida a lograr un portafolio diverso de fuentes de energía que garanticen mayor eficiencia con menor efecto contribución al cambio climático. En este contexto, se viene trabajando en innovaciones en las prácticas de cultivo y en el desarrollo de nuevas variedades de cultivos por medio de la biotecnología, para su empleo como materias primas en la producción de energía.

También se desarrollan investigaciones sobre nuevos procesos para mejorar la conversión de biomasa en biocombustibles. Se espera que en un futuro cercano, la aplicación de la biología sintética y otras técnicas de manipulación genética posibilite el diseño de organismos capaces de producir productos convencionales y productos nuevos de una manera más eficiente (OSTP, 2012). Por otro lado, la investigación sobre procesos catalíticos químicos y biológicos se orienta hacia al desarrollo de dos tipos de biorrefinerías; unas basadas en catalizadores microbianos capaces de transformar materias primas de origen animal y vegetal, y otras con capacidad de producir compuestos químicos intermediarios a partir de cualquier materia prima (OSTP, 2012). Los microorganismos y sus constituyentes pueden ser empleados para la gestión de residuos industriales tóxicos y para limpiar ecosistemas contaminados. Las tecnologías ómicas como la ecogenómica y la metagenómica, y la integración de tecnologías como la proteómica funcional, la metabolómica y la bioinformática plantean grandes oportunidades de avanzar, no sólo en el estudio de las comunidades microbianas y su papel en la remediación ambiental sino en el modelamiento, e inclusive, la predicción del destino de los productos químicos a través de la red metabólica global, que resulta de la conexión de todas las transacciones bioquímicas conocidas (OECD, 2013).

#### ***Capacidades existentes en CTI***

Durante los últimos 25 años, Colombia ha venido avanzando en la consolidación de capacidades científicas y tecnológicas para el desarrollo de la biotecnología. Hoy se registran 82 grupos de investigación dedicados a la I+D en este campo, que representan cerca del 3% del total de grupos reconocidos por Colciencias y que se ubican en tres Departamentos principalmente: Antioquia (19%), Distrito Capital (39%) y Valle del Cauca (9%). Por otro lado, el país cuenta con una infraestructura importante de centros de I+D en ciencias de la vida, algunos de los cuales trabajan en el desarrollo

de aplicaciones de la biotecnología a la solución de problemas en sectores como la agricultura, la salud, la energía y la industria de alimentos y materiales.

Si bien, el desempeño de estos grupos y centros se refleja en el crecimiento de la producción científica registrada durante los últimos 8 años en Scopus (SCImago, 2007), su participación en patentes ha sido baja.

Por otra parte, el estudio sobre el Potencial de la industria biotecnológica en Colombia contratado por Innspulsa (2013) donde plantea que Colombia tiene buenas oportunidades para desarrollar la industria biotecnológica pues cuenta con recursos biológicos y genéticos, existe una política clara de fomento a la innovación así como la disponibilidad de grupos de investigación con producción científica de calidad en aumento. Además dentro de las fortalezas resalta la existencia de grupos de investigación e instituciones capaces de captar fondos competitivos en el entorno internacional, así como proyectos de desarrollo de bioincubadoras en curso en el país.

#### ***Contribuciones a la solución de problemas nacionales***

Los principales desafíos del país en biotecnología se relacionan con la creación de fondos nacionales especializados, la formación de talento humano en la interfaz entre conocimiento y negocio, la internacionalización de la biotecnología colombiana, y mejorar su percepción pública.

Desde la perspectiva científica, los desafíos se relacionan con la identificación, descripción y caracterización estructural y funcional de nuevas especies, genes y productos de su expresión, así como su uso potencial como base para desarrollar conocimiento, bienes y servicios con aplicaciones en los sectores salud, agricultura, alimentos, industria, energía y ambiente.

En el ámbito de fortalecimiento de la competitividad empresarial, se requiere promover la relación universidad-empresa para la transferencia de tecnología, el escalamiento de nuevos desarrollos de base biotecnológica y la creación de nuevas líneas de negocio en diferentes sectores.

Además se requiere promover una percepción pública positiva frente a las ventajas del

desarrollo de la biotecnología, en el marco del aprovechamiento sostenible de nuestros recursos naturales que promueva acciones de conservación y aprovechamiento sosteniblemente de la biodiversidad.

### **Referencias**

- Carlson, R. (2011). *Biodesic 2011, Bioeconomy Update*. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: [http://www.biodesic.com/library/Biodesic\\_2011\\_Bioeconomy\\_Update.pdf](http://www.biodesic.com/library/Biodesic_2011_Bioeconomy_Update.pdf) ed.
- Enzing, C. (2011). *Sectoral Innovation Watch: Biotecnology Sector, Final Sector Report*. Europa INNOVA Initiative.
- Ernst and Young. (2015). *Health reimagined, Extract from Megatrends 2015, Making Sense of a World in Motion*. (E. L. (EY.com), Ed.)
- Innpulsa (2013). *Estudio sobre el potencial de la industria biotecnológica en Colombia. Genetrix, Bioserentia, Silo y Medimplantes*. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: [http://www.innpulsacolombia.com/sites/default/files/130724\\_resumen\\_ejecutivo\\_entregables\\_vf.pdf](http://www.innpulsacolombia.com/sites/default/files/130724_resumen_ejecutivo_entregables_vf.pdf).
- International Energy Agency. (2011). *World Energy Outlook 2011*
- Nuffield Council of Bioethics. (2012). *Emerging biotechnologies: Technology, choice and the public good*. (N. C. 2012, Ed.)
- OECD. (2013). *Biotechnology for the Environment of the Future: Science, Technology and Policy* (Vol. 3). (T. a. OECD Science, Ed.) OECD Publishing
- OSTP, T. W. (2012). *National Bioeconomy Blueprint*. Th White House, USA
- Song, X. (2014). *Biotechnology: Industry Analysis, Key Players and Future Trends*. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: <http://www.datafox.co/blog/biotechnology.-industry-analysis-key-players-future-trends/>.

## **NUEVOS MATERIALES (NANOTECNOLOGÍA)**

### **Tendencias mundiales**

La investigación y el desarrollo de materiales avanzados determinan en buen grado el nivel de competitividad de la industria, a la vez que aportan soluciones específicas a problemas relacionados con el medio ambiente, la energía, el transporte, las comunicaciones, la vivienda, la infraestructura, la alimentación y la salud; y a sectores estratégicos como el automotriz el aeroespacial y el de la industria de componentes

electrónicos entre otros.

De acuerdo Cielap (2009) la nanotecnología merece especial atención como un área estratégica en la que confluyen conocimientos de diferentes disciplinas, para obtener productos y procesos de alto valor agregado. Ha sido de gran interés porque los materiales en esta escala exhiben nuevas propiedades que son diferentes a las propiedades de la misma sustancia en escalas macro o micro.

Ya en 2005 Europa estableció su desarrollo sustentado en la nanotecnología, como se explica en el reporte Nanotecnología, clave para el futuro de Europa, en el cual además explica la trascendencia de los nanomateriales y la investigación asociada como un factor que impacta a todas las industrias, y estableció el incremento en las inversiones en investigaciones relacionadas pasar de mil a diez mil millones de euros entre 200 y 2006 (Saxl, 2005).

De acuerdo con Kaiser et al (2014) expertos anticipan que las innovaciones nanotecnológicas podrían incluso superar los impactos económicos y sociales de la revolución digital. Además mencionan que la nanomedicina, abarca entre el 20 y el 40 por ciento del mercado global de la nanotecnología, y la fue valorada en el año 2012 en 78.54 mil millones de dólares y se espera llegue a 117,60 mil millones en el año 2019. De manera similar varios sectores están sustentado sus futuros desarrollos en los avances de la nanotecnología tal como lo plantean el Roadmap de la Industria de fibras forestales como alternativa para la reducción de emisiones de carbono CEPI (2011). Por su parte, el documento de Abad et al (2013) sintetiza la previsión para tecnologías en nanotecnología identificados por Su y Lee (2008) de Japón, Taiwán y China que entre otros considera nano-dispositivos y sensores, técnicas nano-médicas, nanomateriales, entre otros.

#### ***Capacidades existentes en CTI***

Colombia cuenta con capacidades para la investigación y desarrollo de nuevos materiales. A través de la plataforma ScienTI de Colciencias se han identificado 110 grupos de investigación reconocidos que trabajan en el área de materiales, asociados principalmente a las ciencias físicas, a las ciencias químicas y a las ingenierías, que son el soporte de los programas de maestría y doctorado nacionales que cuentan con líneas de investigación en materiales y con centros e institutos de investigación o de desarrollo

tecnológico, que soportan la investigación y el desarrollo de nuevos materiales, entre los cuales cabe citar los siguientes: El Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y el Caucho - ICICP, el Centro Internacional de Física - CIF, la Corporación de Investigación de la Corrosión CIC, la Corporación para investigación y desarrollo en asfaltos - CORASFALTOS, el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Industria Electro Electrónica e Informática - CIDEI, el Centro Tecnológico para las Industrias del Calzado, Cuero y afines - CEINNOVA, la Corporación Centro de Desarrollo Productivo de Joyería - CDT de Joyería, la Corporación Centro Colombiano de Tecnologías del Transporte - CCTT, el Centro de la Ciencia y la Investigación Farmacéutica - CECIF, el Instituto Interdisciplinario de las Ciencias Universidad del Quindío, los centros de catálisis de las universidades Industrial de Santander y Nacional de Colombia y los Institutos de Ensayos e Investigaciones y de Biotecnología de la universidad Nacional de Colombia entre otros. Se cuenta igualmente con gremios de la producción (ANDI, FEDEMETAL, ACOPLASTICOS entre otras) y asociaciones y sociedades científicas e industriales que soportan el sector de los nuevos materiales.

El país posee a su vez infraestructura y laboratorios para la caracterización de minerales y materiales de interés industrial, principalmente en las universidades, Centros de Investigación o de Desarrollo Tecnológico, en los institutos del Estado, en los parques industriales y en las industrias nacionales, sin embargo en estos, deben ser normalizados los ensayos y certificados los laboratorios, para la prestación de servicios que cumplan estándares internacionales. Sin embargo se debe actualizar la infraestructura existente y establecer nuevas plataformas tecnológicas para el desarrollo de nanomateriales y nanodispositivos.

#### ***Contribuciones a la solución de problemas nacionales***

El país cuenta con recursos naturales renovables y no renovables (recursos mineros como ferroniquel, manganeso, coltan, entre otros) fuente de materia prima para la industrial, productos a los que se debe agregar valor y transformar para suprir la demanda interna y externa del mercado. Además, la diversidad de Colombia en recursos biológicos se constituye en fuente para de biomateriales y materiales análogos de interés industrial. En este contexto, los materiales avanzados permitirán a futuro, tienen el potencial de diversificar la industria nacional y generar sectores emergentes. Estas innovaciones basadas en las nanociencias y nanotecnologías darán respuesta a gran

número de problemas actuales y necesidades de la sociedad, y suponen un enorme desafío para las futuras actividades industriales y económicas.

Como factores críticos para el desarrollo se establecen las siguientes necesidades: 1- el desarrollo de conocimientos científicos y tecnológicos asociados, 2- el desarrollo de equipos y técnicas de nanofabricación, manipulación e integración y de análisis, control y medida de nanomateriales y nanodispositivos, 3- el escalamiento a nivel industrial a partir de su desarrollo a nivel laboratorio, 4- la metrología, normalización de ensayos y acreditación de laboratorios, 5- la normatividad y regulación y 6- la protección de nuevos productos y procesos por mecanismos de propiedad intelectual.

De acuerdo con Kaiser et al (2014) expertos anticipan que las innovaciones nanotecnológicas podrían incluso superar los impactos económicos y sociales de la revolución digital. Además mencionan que la nanomedicina, abarca entre el 20 y el 40 por ciento del mercado global de la nanotecnología, y la fue valorada en el año 2012 en 78.54 mil millones de dólares y se espera llegue a 117,60 mil millones en el año 2019.

### **Referencias**

- Abad et al (2013). *Agenda: CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES Y MINERALES.* Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: <http://www.investigacion.unal.edu.co/images/stories/agendas/04-ciencia-tecnologia-materiales-minerales.pdf>
- Cielap. (2009). *Cielap Brief on Nanotechnology and Metals. Advancing Environmental Agenda.* Toronto, Canada: Canadian Institute for Environmental Law And Policy. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en [http://www.cielap.org/pdf/Brief\\_NanoMetals.pdf](http://www.cielap.org/pdf/Brief_NanoMetals.pdf)
- CEPI (2011). *The Forest Fibre Industry - 0050 Roadmap to a low-carbon bio-economy.* Confederation of European Paper Industries. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: <http://www.unfoldthefuture.eu/uploads/CEPI-2050-Roadmap-to-a-low-carbon-bio-economy.pdf>
- IEC (2013). *Nanotechnology in the sectors of solar energy and energy storage. Technology Report.* International Electrotechnical Commission. Report prepared for the IEC Market Strategy Board by Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.

Consulta:	Noviembre	2015.	Disponible	en:
<a href="http://www.iec.ch/about/brochures/pdf/technology/IEC_TR_Nanotechnology_LR.pdf">http://www.iec.ch/about/brochures/pdf/technology/IEC_TR_Nanotechnology_LR.pdf</a>				
Kaiser I., Jordan C., Moore V. (2014). <i>Nanotechnology Innovation Trends</i> . Consulta:				
Noviembre 2015. Disponible en:				
<a href="http://www.ipwatchdog.com/2014/02/27/nanotechnology-innovation-trends/id=48286/">http://www.ipwatchdog.com/2014/02/27/nanotechnology-innovation-trends/id=48286/</a>				
Saxl, O. (2005). 'Nanotechnology – a Key Technology for the Future of Europe				
Consulta:	Noviembre	2015.	Disponible	en:
<a href="ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/foresight/docs/kte_nano_tech.pdf">ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/foresight/docs/kte_nano_tech.pdf</a>				

## TIC

### ***Tendencias mundiales***

Numerosos estudios demuestran que hay una relación entre el uso de las TIC y el desarrollo económico. Las economías con altos niveles de uso de TIC alcanzan una productividad siete veces mayor que el promedio de las de países con menor uso; el crecimiento del PBI y la productividad se aceleran en la medida que aumente la adopción de TIC: Por cada 10% de aumento en el capital de las TIC hay un incremento en el PBI del 1,6% en una economía con bajo uso de TIC y en una con alto 3,6%. Además UNCTAD (2014) señala que al tener fines generales, su valor y efectos se derivan en gran medida de su utilización en otros sectores, además destaca tres aspectos importantes para el desarrollo económico y social pues posibilitan mayor eficiencia en los procesos; mejoran la eficacia de la cooperación entre interesados; y aumentan el volumen y la variedad de información disponible. En el caso Colombiano el impacto de las TIC en el mercado no es despreciable, por ejemplo, MINTIC (2015) indica que con respecto al año anterior, el PIB cerró en el tercer trimestre de 2013 en 5,7% y la actividad de Correo y Telecomunicaciones en 2,7%, con una participación en el PIB de 3,2%. Además, los gastos de TI en el año 2013 fueron de 5,9 billones de pesos y crecimiento promedio de los últimos tres años superó el 11% según IDC. Por su parte, Fedesoft estima para el 2012 crecimiento de las ventas de 31,4%, con una cifra de 139, 7 millones de dólares de exportaciones calculada a partir del código CIIU K7220. Finalmente, el monto de ventas por innovaciones de producto en empresas manufactureras del sector TIC para el 2012 (Fuente: boletín de indicadores de I+D+i del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología publicado en el primer semestre del 2015) fue de 199 miles de millones de

pesos y el de ventas por innovaciones de producto en empresas de servicios –del sector– fue de 56.503 miles de millones de pesos para el 2013.

Por otra parte, las tendencias internacionales de CTI en TIC consideradas por Gartner según la clasificación de la ACM son:

- En investigación: Tendencias en ascenso consideradas inmaduras que pueden convertirse en oportunidades: 3D bioprinting, ubiquitous and mobile devices (virtual personal assistant), distributed architectures (cloud computing, quantum computing), roboTIC, electromechanical systems, home networks, digital signatures, natural language processing, data science, interaction paradigm, volumetric and holographic displays, brain-computer interface, wearable user interfaces, affective computing, bioacusting sensing, web applications, specialized information retrieval
- En innovación: Tendencias en descenso, maduras, idóneas para la generación de productos: Mobile health monitoring, event driven architectures, distributed architectures, cryptocurrencies software systems structures, interactive systems tools, mobile health monitoring, decisión support systems, information integration, wireless devices, cloud computing.
- En transferencia tecnológica: Tendencias estables, maduras susceptibles de transferir: Embedded systems, speech recognition, virtual reality, data analyTIC, social networks, 3D printing, 3D scanners.

Además, el Programa TIC, desde el año anterior, ha venido desarrollando a través de un consorcio integrado por expertos nacionales su hoja de ruta. El documento preliminar ha sido comentado por los consejeros del Programa y en este se han identificado las siguientes tendencias (de la misma clasificación ACM): Personal computers and PC applications, health care information systems, embedded systems, distributed architectures, cloud computing, automation, interactive systems and tools, interaction paradigms, ubiquitous and mobile computing, web data descriptions languages y collaborative and social computing theory. La intersección de las tendencias de la curva de Gartner y las identificadas por los expertos nacionales está constituida por: Cloud computing, embedded systems, interaction paradigms, interactive systems and tools, ubiquitous and mobile computing. (Colciencias, 2015)

#### ***Capacidades existentes en CTI***

Para el 2013 la oferta educativa relacionada con TIC se encontraba compuesta por 2.195 programas; de este valor, los postgrados representaban el 3,7% (1,1% doctorados, 2,6% maestría), la formación profesional 41,9% y la tecnológica 40,6%. En el mismo año el número de matriculados (según el nivel de formación) era de: 17.046 de especialización, 102.692 profesionales, 80.944 tecnólogos y 9.562 técnicos profesionales

Por otra parte, MinTIC (2015) resalta la calificación del índice Networked Readiness Index (Índice del Foro Económico Mundial que ubica a los países en cuanto al impacto que han tenido las TIC en la competitividad, considera mercado, infraestructura, marco regulatorio y políticas otorgando un puntaje de 1 a 7), en el cual Colombia obtuvo una calificación de 4,05 y mejoró tres puestos de un año a otro situándose en el puesto 63 de 144 países.

La revisión del conjunto de capacidades de los grupos de investigación como parte de la construcción de la hoja de ruta del Programa TIC arrojó grupos trabajando en Applied Computing, Computer Systems Organizations, Computing Methodologies, Hardware y human centered computing, information systems y Software and its engineering y theory of computation. (Colciencias, 2015 )

#### ***Contribuciones a la solución de problemas nacionales***

Al comparar líneas de investigación de los grupos nacionales se identificaron algunos retos como son 3D bioprinting, virtual personal assistant, cloud computing, robotic autonomy, nanoelectromecanical systems, digital security, natural languages generation, speech recognition. Por otra parte desde la perspectiva pública, el marco de referencia de la arquitectura empresarial para instituciones del estado (establecido en el año 2014) es también una oportunidad que tiene asociadas líneas como enterprise architecture management, enterprise architecture framework, y enterprise architecture modelling.

También se ha demostrado que las Mipymes encuentran en las TIC uno de los mecanismos más efectivos para mejorar sus tasas de supervivencia pues estas impactan de manera positiva su productividad y amplían el tamaño de su demanda: No solo contribuyen a la estandarización de procesos y la reducción de costos, también entregan información valiosa y barata respecto al mercado en que las Mipymes operan.

Por otra parte, incorporar adecuadamente las TIC en el área educativa incrementa

significativamente el flujo de información –y la lo diversifica– facilitando el acceso al mismo de sectores más amplios de la población; y –el uso de las TIC– aumenta la libertad de expresión, de asociación, plantea nuevas modalidades de trabajo y transforma las relaciones entre gobiernos y ciudadanos. Finalmente, existen además líneas de trabajo que tienen origen en necesidades del sistema nacional de ciencia tecnología e innovación por ejemplo:

- Multimedia and multimodal retrieval, internet communications tools, social media, virtual reality, computer games, grid computing, big data responden a las necesidades de contenido multimedia, animación digital, realidad virtual y 3D así como aplicaciones bioinformáticas y de biología computacional.

- Las necesidades de aplicaciones en salud y educación (telemedicina, sistemas de simulación, procesamiento de señales e imágenes médicas, diseño de prótesis, interface hombre máquina, e-learning, bibliotecas digitales, OVA) identifican oportunidades en: Simulation types and techniques, image manipulation, mobile health monitoring, health care information systems, e-learning, interactive learning environments, interactive systems tools, interactive systems tools, distributed architectures y information integration.

Colciencias (2015). Hoja de ruta del Programa TIC. Documento interno de trabajo. Gartner (2014) Top 10 Strategic Technology Trends for 2014. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: <http://www.gartner.com/technology/research/top-10-technology-trends>,

MINTIC (2015). Panorama TIC. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: [http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-8917\\_panoranatic.pdf](http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-8917_panoranatic.pdf)

UNCTAD (2014). Tecnologías de la información y las comunicaciones para un desarrollo social y económico incluyente. Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. 17º período de sesiones. Consulta: Noviembre 2015. Disponible en: [http://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ecn162014d3\\_es.pdf](http://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ecn162014d3_es.pdf)

#### **Anexo 13. Proyección de la meta de ACTI a 2032**

Se realizó la proyección de ACTI como porcentaje del PIB de acuerdo con los siguientes supuestos:

a) Se utilizó la proyección de crecimiento del PIB de la tabla 1 del CONPES 3837 “Marco de Gasto de Mediano de Mediano Plazo 2016–2019”, publicado en Julio de

2015. La base el PIB desestacionalizado de 2014, a precios corrientes, publicado por el DANE.

b) Se utilizó la proyección de inversión en ACTI 2016-2032, mostrada en el (Gráfico 29) del presente documento.

c) Se ponderaron las fuentes de inversión en ACTI, de tal manera que en 2025, el 60% sea de origen privado, 39% público y 1% de cooperación internacional.

d) A partir de dichas ponderaciones, se obtiene la estimación en billones de los recursos privados, públicos y de cooperación internacional, necesarios para cumplir la meta.

e) Para la cifra de inversión pública se utilizaron los siguientes supuestos:

- Esfuerzo fiscal por beneficios tributarios: La estimación se obtiene con base en el costo fiscal del 22% indicado en el CONPES 3834 “Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias”, y considerando un cupo de inversión de billón de pesos, que será usado en su totalidad. Con base en lo anterior, se realiza la siguiente multiplicación: 22%\*1 billón: 220 mil millones.

- Fondo de CTI: Se utiliza la proyección oficial del Plan de Recursos del Sistema General de Regalías, publicado en Julio de 2015<sup>103</sup>.

- Presupuesto General de la Nación (PGN): Al monto de recursos públicos, se resta el esfuerzo fiscal, Fondo de CTI y se obtienen la destinación requerida por parte del PGN, en cumplimiento de la meta de 1.5% del PIB en 2025.

En los cuadros se muestran las cifras en cada una de los supuestos descritos anteriormente, (Tabla 27):

**Tabla 27.** Supuestos de la proyección de ACTI

---

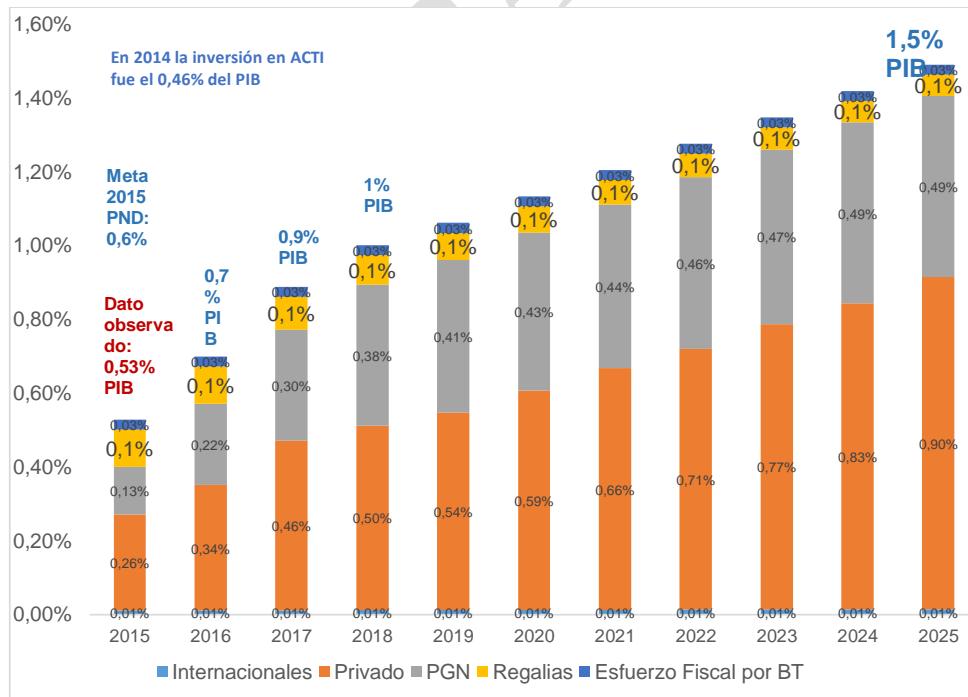
<sup>103</sup> Página web del Ministerio de Hacienda, consultada en Agosto de 2015: <http://www.minhacienda.gov.co/HomeMinhacienda/SistGralRegalias/presupuesto/>

AÑO	Tasa de crecimiento CONPES 3837	PIB y meta de ACTI		Ponderaciones		
		PIB (EN 2014 se utiliza último dato DANE, billones de pesos)	META para alcanzar a América latina en 2032	Internacionales	Privado	Público
2014		756,15				
2015	3,60%	783,37				
2016	3,80%	813,14	0,86%	1%	44%	55%
2017	4,20%	847,29	0,93%	1%	46%	53%
2018	4,30%	883,73	1,00%	1%	49%	50%
2019	4,80%	926,15	1,07%	1%	50%	49%
2020	5,00%	972,45	1,14%	1%	52%	47%
2021	5,00%	1.021,08	1,21%	1%	54%	45%
2022	4,80%	1.070,09	1,29%	1%	55%	44%
2023	4,70%	1.120,38	1,36%	1%	57%	42%
2024	4,30%	1.168,56	1,43%	1%	58%	41%
2025	4,30%	1.218,81	1,50%	1%	60%	39%

Fuente: DANE, CONPES 3837, cálculos DNP - DDE.

### Gráfico 29 Proyección 2019 -2025 de inversión en ACTI por fuentes

Gráfico 29



Fuente: Cálculos DNP-DDE.

BORRADOR