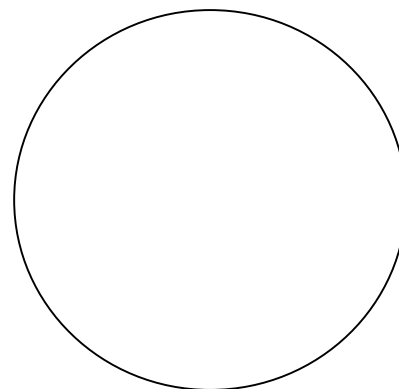


Documento CONPES

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



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

Departamento Nacional de Planeación
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

Borrador¹ 1 - 14/01/2016

Bogotá, D.C., fecha de aprobación

¹ Esta es una versión borrador del documento que será eventualmente presentado a consideración del CONPES. Su contenido no es definitivo hasta tanto no haya sido aprobado por el CONPES, una vez cursado el debido proceso. Por lo tanto, su contenido no compromete al Gobierno nacional con la implementación de las acciones e inversiones aquí presentadas.

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL
CONPES

Juan Manuel Santos Calderón
Presidente de la República

Germán Vargas Lleras
Vicepresidente de la República

María Lorena Gutiérrez
Ministra 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

Manuel Fernando Castro Quiroz
Subdirector Territorial y de Inversión Pública

Resumen ejecutivo

La política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) es uno de los principales lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 *Todos por un nuevo país*, que tiene como objetivos lograr una Colombia en paz, equitativa y la más educada de América Latina. Con este fin, y como parte de la estrategia de Competitividad e Infraestructura Estratégicas, se definió que el país debe contar con una visión de largo plazo de CTI. En respuesta, este documento presenta la política de ciencia, tecnología e innovación de Colombia para el período 2015 a 2025

En el diagnóstico de la política se define como problema principal que el país y sus regiones no han logrado impulsar el desarrollo económico y social a través de la ciencia, tecnología e innovación, situación que posteriormente se desarrolla en las subsecciones de: capital humano para la CTI; investigación y desarrollo; innovación y emprendimiento, y transferencia de conocimiento y tecnología. Las dos últimas secciones se definen como las condiciones habilitantes de la política de CTI: cultura y apropiación de la CTI, y sistema e institucionalidad habilitante para la CTI.

En la justificación de la política se aborda la relación entre innovación y productividad, con base en evidencia empírica a nivel internacional, encontrando un fuerte vínculo y confirmando la relevancia de la CTI como fuente del crecimiento, que genera beneficios económicos y sociales.

La política se construye con enfoque sistémico, a partir del concepto de sistemas de innovación, en el cual 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, en este sentido el objetivo de la política es impulsar el desarrollo económico y social a través de la ciencia, tecnología e innovación y entre las principales estrategias y acciones para lograrlo se encuentran i) escalar iniciativas regionales de innovación y emprendimiento que permitan dinamizar los Sistemas Regionales de Innovación, como lo han hecho programas como Ruta N o Manizales+; ii) implementar el Programa Nacional de Escalamiento de la Productividad, teniendo en cuenta los resultados de la evaluación del programa piloto de extensión tecnológica; iii) establecer cinco Centros Nacionales de Investigación de alta calidad como mecanismo para alcanzar posiciones de liderazgo internacional en I+D en las áreas de conocimiento y tecnologías prioritarias; iv) reconocer la formación de capital humano altamente calificado, especialmente la formación doctoral, como una inversión de importancia estratégica para el país a través de un mecanismo de financiación no menor a 10 años; v) escalar a partir de la experiencia de COLCIENCIAS e iNNpulsa los programas de Apropiación Social y cultura de CTI que contemplen la solución de problemas sociales a partir del conocimiento científico tecnológico y experiencias locales, y v) adoptar el Marco

de Inversión en ACTI 2017-2025 consignado en la Ley 1286 de 2009, para incrementar la inversión en los sectores administrativos pertenecientes al Gobierno nacional.

En el contexto de la economía colombiana, la inversión pública en ciencia, tecnología e innovación ayudará a sembrar las bases del crecimiento económico a largo plazo, pero al mismo tiempo se debe mejorar la eficiencia del gasto público y, en particular, incentivar una mayor inversión de recursos por parte del sector privado.

La construcción de la política de CTI contó con la participación de los sectores administrativos del Gobierno nacional, las regiones a través de los gobiernos locales, las universidades, los centros de investigación, desarrollo tecnológico, productividad e innovación, las cámaras de comercio, los gremios, los empresarios, los científicos y en general la sociedad. Esta política recibió apoyo técnico de entidades multilaterales y de colombianos motivados a aportar en la política pública de ciencia, tecnología e innovación.

Clasificación: O30, O31, O32, O33, O38

Palabras clave: Investigación y desarrollo, tecnología, innovación, incentivos, gobernanza.

BORRADOR

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	15
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	17
2.1. Antecedentes recientes de la política de CTI	17
2.2. Justificación: entrelazando la innovación y la productividad	19
3. MARCO CONCEPTUAL	21
3.1. El diseño de la política de CTI basado en los sistemas nacionales (SNI) y regionales de innovación (SRI)	22
4. DIAGNÓSTICO	24
4.1. Capital humano para la CTI.....	24
4.1.1. Insuficiente capital humano para la realización de actividades de ciencia, tecnología e innovación con criterios de calidad y pertinencia	25
4.1.2. Desbalance sectorial en la vinculación del capital humano para realizar actividades de CTI	28
4.2. Investigación y desarrollo	30
4.2.1. Insuficientes capacidades para realizar I+D.....	30
4.2.2. Desbalance en el esquema de incentivos a la producción científica.....	34
4.2.3. Baja proyección internacional de la I+D.....	35
4.2.4. Bajo direccionamiento estratégico de la I+D	36
4.3. Innovación y emprendimiento.....	37
4.3.1. Debilidades en los agentes y sus relaciones para innovar y realizar emprendimiento	37
4.3.2. Débiles mecanismos de apoyo a la financiación de la innovación y el emprendimiento.....	41
4.4. Transferencia de conocimiento y tecnología.....	44
4.4.1. Bajas capacidades del aparato productivo para el uso del conocimiento y la tecnología existente	44
4.4.2. Las instituciones generadoras de conocimiento (IGC) tienen dificultades para transferirlo al aparato productivo.....	46
4.4.3. Débil esquema de servicios de apoyo a la TCT y desvinculación de actores.....	49
4.5. Cultura y apropiación social de la CTI	50
4.5.1. Desarticulación de actores que promueven, gestionan y desarrollan procesos de apropiación social de CTI.....	50

4.5.2.	Baja participación de la ciudadanía en actividades de CTI	51
4.5.3.	Débiles sistemas de seguimiento e indicadores de impacto a los procesos de apropiación social de la CTI	53
4.6.	Gobernanza de la ciencia, tecnología e innovación	54
4.6.1.	Debilidades en la arquitectura institucional de la CTI	54
4.6.2.	Debilidades en el diseño, seguimiento y evaluación en CTI	56
4.6.3.	Baja inversión pública y privada en actividades de CTI	58
4.6.4.	Debilidades en marco normativo vigente de CTI.....	60
5.	DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA.....	62
5.1.	Incrementar el capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.....	62
5.1.1.	Incrementar el capital humano altamente calificado para la realización de actividades de ciencia, tecnología e Innovación con criterios de calidad y pertinencia.....	63
5.1.2.	Mejorar el balance de la vinculación sectorial de capital humano altamente calificado.....	65
5.2.	Aumentar la generación de conocimiento de alto valor que dé respuesta a las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo del país.	66
5.2.1.	Ampliar las capacidades existentes en el sistema nacional para llevar a cabo investigación y desarrollo de alta calidad.....	66
5.2.2.	Ajustar el sistema de incentivos para la producción científica nacional desarrollo de alta calidad.	67
5.2.3.	Incrementar la proyección internacional de la I+D.....	68
5.2.4.	Establecer un direccionamiento estratégico de la I+D.....	69
5.3.	Aumentar la actividad innovadora y de emprendimiento en el aparato productivo.	69
5.3.1.	Consolidar las capacidades de los agentes y sus relaciones de acuerdo a sus nivel de desarrollo.....	70
5.3.2.	Fortalecer y crear mecanismos de apoyo financieros a la innovación y el emprendimiento.....	71
5.4.	Generar condiciones para la cooperación de los sectores productivo, público y privado por medio de la TCT	72
5.4.1.	Preparar al aparato productivo para el aprovechamiento de la TCT.....	72

5.4.2.	Fortalecer a las instituciones generadoras de conocimiento para la TCT	72
5.4.3.	Fortalecer los servicios de apoyo a la TCT y vinculación de actores.....	73
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.....	74
5.5.1.	Articular y fortalecer los actores del SNCTI que promuevan una cultura favorable a la CTI.	74
5.5.2.	Aumentar la participación de la ciudadanía en actividades que favorecen la cultura y apropiación de CTI	75
5.5.3.	Fortalecer instrumentos de medición y seguimiento para las estrategias de apropiación social	75
5.6.	Desarrollar un sistema e institucionalidad habilitante para la CTI	76
5.6.1.	Consolidar la arquitectura institucional actual de la CTI	76
5.6.2.	Fortalecer el diseño, seguimiento y evaluación de la Política de CTI	78
5.6.3.	Aumentar el esfuerzo público para financiar la CTI como mecanismo de desarrollo económico y social.	80
5.6.4.	Desarrollar el marco normativo para CTI y promover su uso	82
6.	FINANCIAMIENTO	82
7.	RECOMENDACIONES	83
8.	GLOSARIO	84
ANEXOS		93
Anexo 1.	Plan de Acción y Seguimiento (PAS).....	93
Anexo 2.	Construcción de la política de CTI con las regiones	94
Anexo 3.	Etapas de la política de CTI.....	96
Anexo 4.	Marco conceptual de los objetivos estratégicos	103
Anexo 5.	Información adicional Formar	105
Anexo 6.	Políticas sectoriales de ciencia, tecnología e innovación.....	106
Anexo 7	Fondos sectoriales para la CTI.....	112
Anexo 9.	Focos y áreas estratégicas del conocimiento para la investigación en la política nacional de ciencia, tecnología e innovación	125
Anexo 10.	Gobernanza del SNCCTI.....	140
Anexo 11.	Seguimiento y evaluación.....	145
Anexo 12.	Mecanismos de seguimiento y evaluaciones realizadas.....	146
Anexo 13	Fondos parafiscales del sector Agropecuario	148

Anexo 14. Proyección de la meta de ACTI a 2032 150
BIBLIOGRAFÍA 152

BORRADOR

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Centros de I+D por programa nacional o área estratégica del conocimiento.....	32
Tabla 2. Esfuerzos nacionales de planeación de CTI de COLCIENCIAS	36
Tabla 3. Debilidades en los factores determinantes para innovar y emprender.....	38
Tabla 4. Apoyo directo a las <i>start-up</i> en América latina. Comparación 2012	39
Tabla 5. Apoyo público a la innovación y el emprendimiento, 2010-2014 ^(a)	43
Tabla 6. Dotación de los intermediarios de transferencia en América Latina	47
Tabla 7. IES que cuentan con un reglamento institucional para regular la TCT	48
Tabla 8. Principales falencias de la oferta SDE según los empresarios.....	49
Tabla 9. Relación entre el diseño, implementación y evaluación de políticas en CTI en sectores administrativos verticales actualmente.....	55
Tabla 10. Participación de inversión en ACTI en el presupuesto de inversión pública de entidades del Gobierno nacional	59
Tabla 11. Marco normativo vigente para la CTI susceptible de ajustes normativos.....	60
Tabla 12. Indicadores de referencia de la política de CTI, 2018 y 2025	79
Tabla 13. Retos de la política de CTI, 1990-1999	97
Tabla 14. Retos de la política de CTI, 2000-2008	99
Tabla 15. Retos de la política de CTI, 2009-2015	101
Tabla 16. Empleo por nivel educativo, sector y nacionalidad, 2012	105
Tabla 17. Metas en formación doctoral a 2025	114
Tabla 18. Estrategias para alcanzar los niveles de Brasil en 2025	119
Tabla 19. Estrategias para alcanzar el promedio de América Latina en 2025	120
Tabla 20. Supuestos para la vinculación de capital humano altamente calificado	120
Tabla 21. Distribución del capital humano altamente calificado por sector y por estrategia para alcanzar los niveles de Brasil en 2025.....	121
Tabla 22. Distribución del capital humano altamente calificado por sector y por estrategia para alcanzar el promedio de América Latina en 2025	121
Tabla 23. Escenarios de crecimiento doctores para América Latina Brasil y manteniendo la tendencia actual de Colombia	122
Tabla 24. Doctores graduados en programas nacionales y becados por Colciencias 20014-2013	122
Tabla 25. Supuestos para la estimación de la participación de las estrategias	123
Tabla 26. Supuestos para la estimación de la participación de los actores en las estrategias de formación y atracción de capital humano altamente calificado	124
Tabla 27. Miembros de instancias articuladoras del SNCCTI	143
Tabla 28. Indicadores de referencia del PND 2014-2018 vinculados a la política de CTI	145
Tabla 29. Mecanismos de seguimiento a las políticas de CTI	146
Tabla 30. Evaluaciones de resultado e impacto de políticas de CTI.....	147
Tabla 31. Recursos de los fondos parafiscales el sector Agropecuario, 2008-2013.....	148
Tabla 32. Supuestos de la proyección de ACTI.....	150

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Relación entre productividad (PTF-2011) y el GII (2013)	20
Gráfico 2. Relación entre ICE (2013) y el GII (2013)	21
Gráfico 3. Esquema conceptual de la política de CTI	24
Gráfico 4. Doctores graduados por cada millón de habitantes en América Latina, 2000-2012	25
Gráfico 5. Becas, créditos y créditos-beca para doctorado según institución oferente, 2000-2013	26
Gráfico 6. Programas de doctorado nacional por área de conocimiento, 2015	27
Gráfico 7. Estimación de doctores graduados por millón de habitantes a 2025	28
Gráfico 8. Distribución (%) del personal por nivel de educación que participó en la realización de ACTI en el sector manufacturero y servicios, 2012-2013.....	29
Gráfico 9. Investigadores por sector de vinculación en 2012.....	31
Gráfico 10. Grupos de investigación por categoría y gran área del conocimiento	32
Gráfico 11. Publicaciones científicas colombianas y citas internacionales	35
Gráfico 12. Participación empresarial en I+D por departamento, 2013	40
Gráfico 13. Estado actual del financiamiento de la innovación y el emprendimiento	41
Gráfico 14. Tasa potencial crecimiento anual de productividad (%)	45
Gráfico 15. Resultados de la Encuesta Mundial de Gerencia, 2014	46
Gráfico 16. Utilidad percibida del conocimiento científico y tecnológico.....	52
Gráfico 17. Pregunta: ¿En los dos últimos años usted ha asistido a...? según estrato socioeconómico	52
Gráfico 18. Relación entre el diseño, implementación y evaluación de políticas en CTI en sectores transversales en 2015.	55
Gráfico 19. Número y monto de los instrumentos identificados en el mapeo del CTM de Innovación, 2010 2014 ^(a)	57
Gráfico 20. Financiación de las ACTI por tipo de recurso.....	60
Gráfico 21. Formación de capital humano altamente calificado y su costo para alcanzar los niveles de Brasil	64
Gráfico 22. Énfasis del plan de innovación y emprendimiento al 2020.....	69
Gráfico 23. Gobernanza propuesta para el SNCCTI	77
Gráfico 24. Roles y responsabilidades de la política de CTI.....	77
Gráfico 25. Proyección de inversión en ACTI e I+D, 2015-2032.....	81
Gráfico 26. Doctores necesarios para alcanzar los niveles de Brasil en 2025	115
Gráfico 27. Doctores necesarios para alcanzar el promedio de América Latina en 2025	116
Gráfico 28. Esfuerzos nacionales, regionales y del sistema anual para alcanzar los niveles de Brasil en 2025	118
Gráfico 29. Esfuerzos nacionales, regionales y del sistema anual para alcanzar el promedio de América Latina.....	119
Gráfico 30. Proyección 2019-2025 de inversión en ACTI por fuentes.....	151

BORRADOR

SIGLAS Y ABREVIACIONES

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 Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
COLCIENCIAS	
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
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	<i>Global Competitive Index</i> (Índice de competencia global)
GEM	<i>Global Entrepreneurship Monitor</i>
GII	<i>Global Innovation Index</i>

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 Bancoldex
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
PGN	Presupuesto General de la Nación
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 CTI
PYMES	Pequeñas y Medianas Empresas
RICYT	Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología
SCI	<i>Science Citation Index</i>
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
SNCCCTI	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	<i>Social Science Citation Index</i>
SSI	Sistema Sectorial de Innovación
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
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
UGCE
WMS

Unidad de Diseño y Evaluación de Políticas Públicas
Unidad de Gestión de Crecimiento Empresarial
World Management Survey

BORRADOR

1. INTRODUCCIÓN

La política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) es uno de los principales lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “**Todos por un nuevo país**”, que tiene como objetivo lograr una Colombia en paz, equitativa y la más educada de América Latina. Con este fin, y como parte de la estrategia de Competitividad e Infraestructura Estratégicas, se definió que el país debe contar con una visión de largo plazo de CTI. En respuesta, este documento presenta la política de ciencia, tecnología e innovación colombiana para el período 2015 a 2025.

Esta política se diseñó con base en un enfoque sistémico del proceso innovador, que difiere de la visión lineal de la innovación. Esto implica que cobra especial importancia el concepto de sistemas de innovación, a través de los cuales 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. Estas interacciones se dan por medio de mecanismos de mercado así como fuera de él, por lo que la política de CTI se aborda en respuesta a la resolución de fallas de mercado, así como a problemas sistémicos relacionados, por ejemplo, con fallas institucionales.

Por lo tanto, el propósito de la política de ciencia, tecnología e innovación es lograr la generación de un clima de innovación en el marco del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI), acorde con lo establecido en el artículo 186 de la Ley 1753 de 2015.

En el contexto de la economía colombiana, la inversión pública en ciencia, tecnología e innovación ayudará a sembrar las bases del crecimiento económico a largo plazo, pero al mismo tiempo se debe mejorar la eficiencia del gasto público y, en particular, incentivar una mayor inversión de recursos por parte del sector privado. Para lograrlo, esta política se basa en la evidencia que arrojan las evaluaciones para identificar un conjunto de instrumentos diseñados para hacer efectiva la inversión y lograr apalancar recursos del sector empresarial, así como el uso de mecanismos como la eliminación de las barreras normativas a la innovación o la compra pública innovadora, que no requieren inversión pública adicional.

El principal problema que se aborda en este documento es que el país y sus regiones no han logrado superar los retos que persisten en términos de capacidades de los actores, y de falencias en los resultados y eficiencia de los recursos invertidos. Por lo tanto, el objetivo general de la política es impulsar el desarrollo económico y social a través de la ciencia, tecnología e innovación, 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.

La política define, primero, el desarrollo de actividades de ciencia, tecnología e innovación requiere personas altamente calificadas que pueden incrementar la productividad, así como generar mayor producción de conocimiento y desarrollo tecnológico. Es así que en cuanto a capital humano el problema específico resulta ser las falencias en cantidad y calidad del talento altamente calificado. Por tanto, el objetivo propuesto es incrementar el capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

Segundo, la política reconoce la función que cumple la investigación en expandir la frontera del conocimiento para dar respuesta a las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo del país. Por lo tanto, se identificó como problema la baja generación de conocimiento de alto impacto que permita dar esas respuestas, y se propone como objetivo aumentar la generación de conocimiento pertinente y de alto valor.

Tercero, la política define el aparato productivo como el principal agente innovador, y se aborda el problema específico del crecimiento de las empresas debido a la baja actividad innovadora privada. En respuesta, se plantea el objetivo de aumentar el impacto de la innovación en el desarrollo productivo del país.

Cuarto, la política se enfoca en el uso del conocimiento y tecnología existente, y se aborda 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 a la resolución de este problema se plantea como objetivo generar condiciones para la cooperación de los sectores productivo, público y privado por medio de la transferencia de conocimiento y tecnología (TCT).

En quinto lugar, la política identifica algunas condiciones habilitantes para la CTI. La primera de ellas es la mentalidad y cultura de CTI, en la que resaltan los bajos niveles de apropiación social de la CTI en las prácticas productivas y sociales. En consecuencia, se propone el objetivo de consolidar una cultura favorable a la ciencia, el desarrollo y adopción de tecnología, y la innovación en los distintos actores del SNCCTI, a partir de la promoción de procesos de apropiación de la CTI.

Finalmente, la segunda condición es la gobernanza, que facilita el engranaje del sistema para obtener los objetivos de la política de CTI a través de la definición de instancias, incentivos y reglas. En este sentido, el Estado tiene la responsabilidad de generar una institucionalidad que permita mantener una visión de corto y largo plazo, así como diseñar e implementar estrategias e instrumentos con criterios de efectividad y eficacia. Para esta problemática la política propone desarrollar un sistema e institucionalidad con elementos habilitantes para la CTI.

Dado el enfoque conceptual y el nuevo rol del Gobierno nacional en esta transición hacia un sistema nacional de innovación, esta política reconoce el rol de las regiones y sus

actores públicos y privados en el diseño, implementación y evaluación de la política de CTI. Es por eso que en el proceso de elaboración de este documento, el Gobierno nacional y las regiones construyeron de manera conjunta las bases de la política de CTI, los cuales contaron con la participación de universidades, centros de investigación, empresarios, agencias locales de promoción y representantes del gobierno local de distintos departamentos de Colombia. La metodología y los resultados del proceso de construcción conjunta con las regiones se explican en el Anexo 2

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Antecedentes recientes de la política de CTI

El desarrollo reciente de la política de CTI tiene hitos importantes a partir de 2009, con la formulación de la Ley 1286 de CTI. Con ella se transformó a COLCIENCIAS en Departamento Administrativo de CTI encargada de formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar e implementar la política del Estado en esta materia. La Ley también modificó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT) para convertirlo en el Sistema Nacional de CTI (SNCTI), resaltando la importancia de la innovación en la competitividad, y creó los Consejos Departamentales de CTI (CODECTI) –basados en los anteriores Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología– con los que COLCIENCIAS elaboró los planes departamentales de CTI en 2012-2013.

A nivel de políticas, en 2009 se formuló el CONPES 3582, el cual reconoce la necesidad de mejorar los niveles de innovación de las empresas², la institucionalidad vigente, y las debilidades de la formación del recurso humano para la innovación, entre otros³. Así mismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 hace explícita la importancia estratégica de la innovación y da el lineamiento para crear el nuevo Sistema General de Regalías (SGR), establecido mediante el Acto Legislativo 5 de 2011. En este sistema se crea el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación con asignación del 10% del total de recursos del SGR, para financiar proyectos de CTI en los 32 departamentos del país y Bogotá D.C.

En materia del arreglo institucional y la gobernanza, en 2012 se expidió el Decreto 1500 con el que se creó el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) en paralelo al SNCTI, y se creó el Comité Técnico Mixto de Innovación (CTM Innovación).

² 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.

³ 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).

Después, en 2013, Colombia inició su proceso formal de ingreso a la OCDE, incluyendo el acceso al Comité de Política Científica y Tecnológica.

En el caso particular de la innovación y el emprendimiento, en 2012 se creó el programa iNNpulsa Colombia (2012)⁴ al interior del Bancóldex con el fin de asignar recursos para financiar proyectos de innovación en empresas de etapa temprana. A su vez, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el SENA desarrollaron políticas y estrategias sectoriales específicas⁵.

En este período, se dieron iniciativas regionales como Bogotá Innova (2008), Ruta N (2009) y Manizales+ (2012), programas locales creados para coordinar los esfuerzos en innovación y emprendimiento en estas ciudades.

Luego de este período de reformas nacionales y regionales, la Ley 1753 de 2015⁶ realizó modificaciones que buscaban una mayor eficacia y simplicidad para la CTI. La Ley estableció en su artículo 186 la integración del SNCI con el SNCTI para eliminar la duplicación de sistemas administrativos y consolidar un único Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI). Este nuevo sistema consolidado tiene como únicos interlocutores en los departamentos a las Comisiones Regionales de Competitividad, las cuales integran a las otras instancias departamentales como los CODECTI. Adicionalmente, en su artículo 7, la Ley 1753 creó los Planes y Acuerdos Estratégicos Departamentales de CTI como una herramienta para focalizar la inversión del Fondo de CTI del SGR en áreas acordadas entre la región y el Gobierno nacional.

En este mismo año se formularon los documentos CONPES 3834 *Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias*, y el documento CONPES 3835 *Declaración de importancia estratégica del proyecto de apoyo a la formación del capital humano altamente calificado en el exterior* para aumentar la oferta de becas en maestría y doctorado financiadas con recursos públicos. En el Anexo 3 se detallan las etapas, incluyendo leyes, decretos, documentos CONPES, con sus resultados y los retos que persisten.

A pesar de los avances en materia institucional y desarrollo de herramientas para la ejecución de la política, como se mostrará en el diagnóstico, el país y sus regiones no han logrado consolidar un sistema con las capacidades y resultados que contribuyan al desarrollo

⁴ En 2013, Fomipyme se vincula a INNPULSA bajo el nombre de iNNpulsa Mipyme.

⁵ Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2009) –Política Nacional de Emprendimiento y el Plan Estratégico Nacional de Emprendimiento Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural: i) (2007–2009): Agendas prospectivas en cadenas del sector agropecuario, ii) (2011-2012) –Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI); Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (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).

⁶ Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 *Todos por un nuevo país*.

productivo y a los retos sociales del país. Este documento de política busca formular una estrategia de largo plazo para resolver esta problemática y contar con herramientas que promuevan un crecimiento económico fundamentado en la CTI.

2.2. Justificación: entrelazando la innovación y la productividad

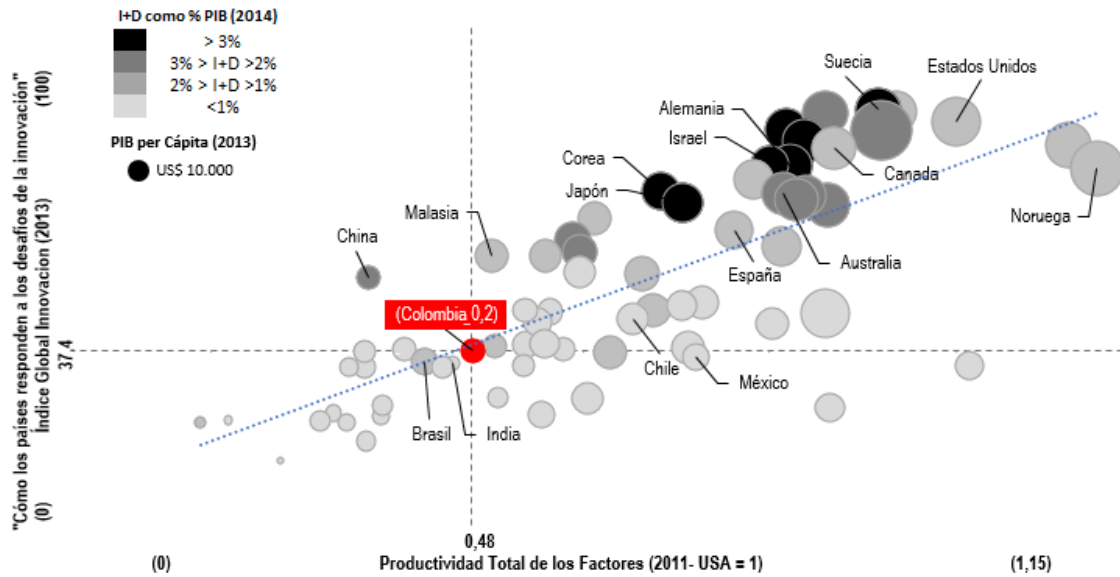
Con el fin de lograr mayores niveles de productividad y competitividad de las empresas y avanzar hacia mayores y sostenidos niveles de crecimiento económico, el PND 2014-2018 definió que “en 2018 Colombia será uno de los países más competitivos y productivos de la región, a partir de un uso eficiente 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 entender el vínculo existente entre la innovación y la productividad, el Gráfico 1 muestra la relación directa que existe entre la productividad total de los factores (PTF)⁷ y el Índice Global de Innovación (GII), el cual mide la dinámica de los sistemas de innovación de los países. Para Colombia, el bajo nivel de la PTF como proporción de productividad de Estados Unidos está directamente relacionado con su baja calificación en el GII. De hecho, en este índice Colombia figura en una posición intermedia (posición 60 de 142 en 2013, 68 de 143 en 2014, y 67 de 141 en 2015), por detrás de Chile, Costa Rica, México y Panamá. Aún más diciente, a nivel de eficiencia del Sistema de Innovación (medido como entradas sobre salidas)⁸ el GII ubica a Colombia en el último percentil (114 sobre 141). Esto implica que las estrategias de la política de CTI deben dirigirse a mejorar tanto las capacidades en innovación como la eficiencia del sistema con el fin de obtener resultados sobre productividad (Cornell U., 2015).

⁷ 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...”.

⁸ Los distintos subíndices que componen el GII son: i) 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); ii) 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).

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).

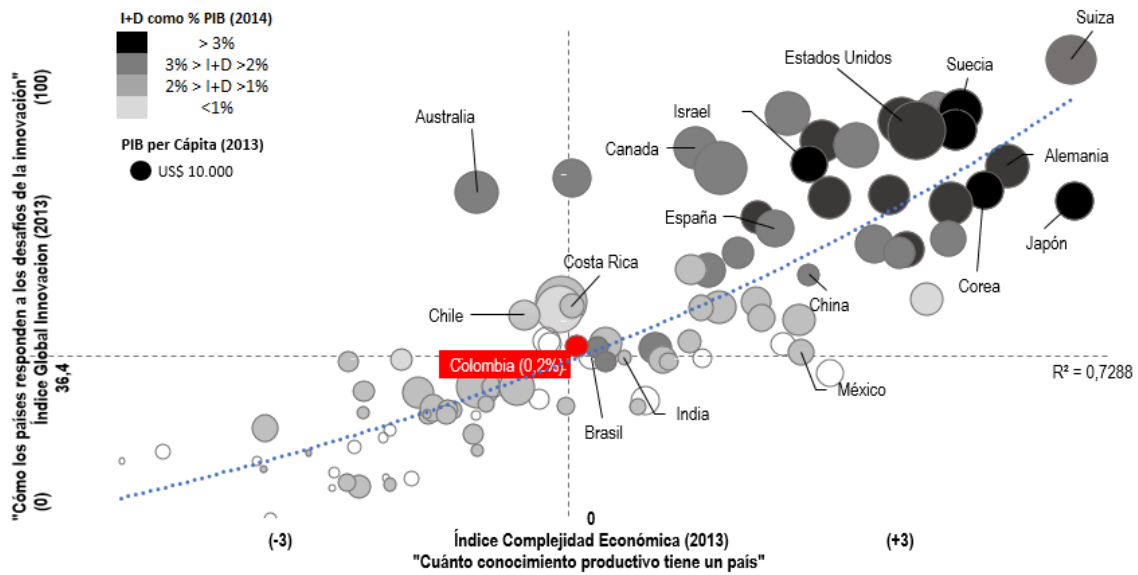
Esta relación positiva también se refleja en otras variables críticas para el desarrollo económico y el bienestar de un país. Además de la productividad, el Gráfico 2 muestra que los países con mayor PIB per cápita son aquellos con mejores puntajes en el GII, mayor inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) como porcentaje del PIB, y niveles superiores del Índice de Complejidad Económica (ICE)⁹, el cual ubica a Colombia en el puesto 53 de 124 países, por debajo de México, Panamá, Brasil y Uruguay (Gráfico 2)¹⁰ (Hausmann *et al.* 2013).

Esta última relación entre innovación y complejidad económica es importante pues las mejorías en la producción existente en la economía (sofisticación) y el desarrollo de nuevas ofertas en sectores productivos (diversificación) implican mayores capacidades de innovación para permitir la agregación de valor y aumentar las exportaciones de productos de media y alta tecnología (Acemoglu, Aghion y Zilibotti 2002, Rodrik 2007, BID 2014, y Lederman & Maloney, 2014, pág. 29).

⁹ El ICE analiza: 1) La diversidad: mide la variedad de productos que un país exporta; entre mayor sea la variedad mayor es la calificación, y 2) La ubicuidad: mide la complejidad de los productos considerados. En 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)

¹⁰ 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%).

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



Fuente: Cálculos DNP, a partir de (Hausmann *et al.* 2013; y Cornell U. 2015).

En consecuencia, para que Colombia logre mejorar su ingreso per cápita, su productividad y su complejidad, es necesario aumentar las capacidades de innovación e incrementar la inversión pública y privada en I+D. Es por esto que el Gobierno nacional no solo define esta política de CTI para buscar ser el tercer país más innovador de América Latina en 2025, sino que además plantea una Política de Desarrollo Productivo cuyo fin es aumentar la productividad de las empresas colombianas, su sofisticación y su diversificación, estrategia que se articula de manera directa con este documento.

3. MARCO CONCEPTUAL

Como se mostró en la sección anterior, la innovación, el aprendizaje, y la creación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico al ámbito productivo constituyen una de las bases más sólidas para el buen desempeño económico de las empresas y los países.

No obstante, la decisión de fomentar la CTI tiene varios retos y requiere de esfuerzos deliberados y sostenidos que garanticen su continuidad en el tiempo, y en donde buena parte de la toma de decisiones y de asignación de recursos necesita de altos niveles de coordinación entre distintos actores. Por tanto, varios expertos y estudios recomiendan adoptar una perspectiva sistémica de la innovación para lograr resultados eficaces y eficientes en el impacto de la CTI (CEPAL 2005; Maloney & Bitran 2013; BM 2014, pág. 177; BID 2014, pág. 84).

El concepto de Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) se ha desarrollado, entre otros, en los trabajos de Freeman (1987), Lundvall (1992), Nelson (1993) y Edquist (1997), quienes identifican que la eficiencia del desempeño de un sistema depende de la interacción

entre los diferentes componentes y agentes del mismo (OCDE, 1997). Además, los procesos de aprendizaje y de acumulación de conocimiento son determinantes para la evolución de un SNI.

El diseño de la política de CTI a partir del concepto de SNI va más allá del 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, pasa a la investigación aplicada y luego al desarrollo tecnológico que es incorporado en la producción (BM 2008; 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 de interacción de la CTI y la variedad de sus instituciones hacen que las fallas de Estado y las fallas sistémicas sean otros factores determinantes del diseño de la política.

Las principales fallas de mercado, de Estado y sistémicas se pueden resumir así¹¹:

- Las fallas de mercado son factores que impiden que el sector privado por sí solo genere los niveles de innovación requeridos, y cuya existencia establece la pertinencia de la intervención pública.
- 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).
- Las fallas sistémicas abordan los puntos débiles donde interactúan las políticas de CTI y las debilidades del diseño del sistema. Esto implica contar con políticas orientadas a identificar las causas de los bloqueos y a eliminar los cuellos de botella en la interacción entre actores, de tal manera que se habilite la innovación tanto a nivel de la empresa como del sistema.

3.1. El diseño de la política de CTI basado en los sistemas nacionales (SNI) y regionales de innovación (SRI)

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 oferta. Según este enfoque se entienden como componentes¹²:

¹¹ De acuerdo con la Comisión Europea (2005), el Consejo de Innovación de Chile (2007), el BID (2012), Arnold (2004), Woolthuis (2005), Edquist (2007), Rodríguez & Gómez (2013) y Technopolis (2014).

¹² Adaptado de OCDE (1997), Kuhlmann S. et al (2012), Maloney & Bitran (2013) y BID (2014).

- *Demanda*: Se refiere a las empresas, unidades productivas y en un sentido más amplio a los emprendedores. Estos son los protagonistas del proceso de innovación y por ende de los aumentos de productividad. Para ellos, cualquier factor que impida la acumulación de capital físico y de conocimiento afectará la productividad.
- *Generadores de Conocimiento (oferta)*: Se refiere a las instituciones que facilitan la identificación y la generación de nuevos conocimientos, así como la formación de una amplia oferta de técnicos/tecnólogos y de capital humano altamente calificado. Incluye, entre otros, a las instituciones de educación superior y los centros de I+D, pero también a empresas que generan conocimiento.
- *Entorno*: Son las dinámicas que permiten la acumulación y asignación¹³ de capital físico y de conocimiento.

Como se mencionó, los obstáculos en los procesos entre estos componentes dan origen a la intervención pública.

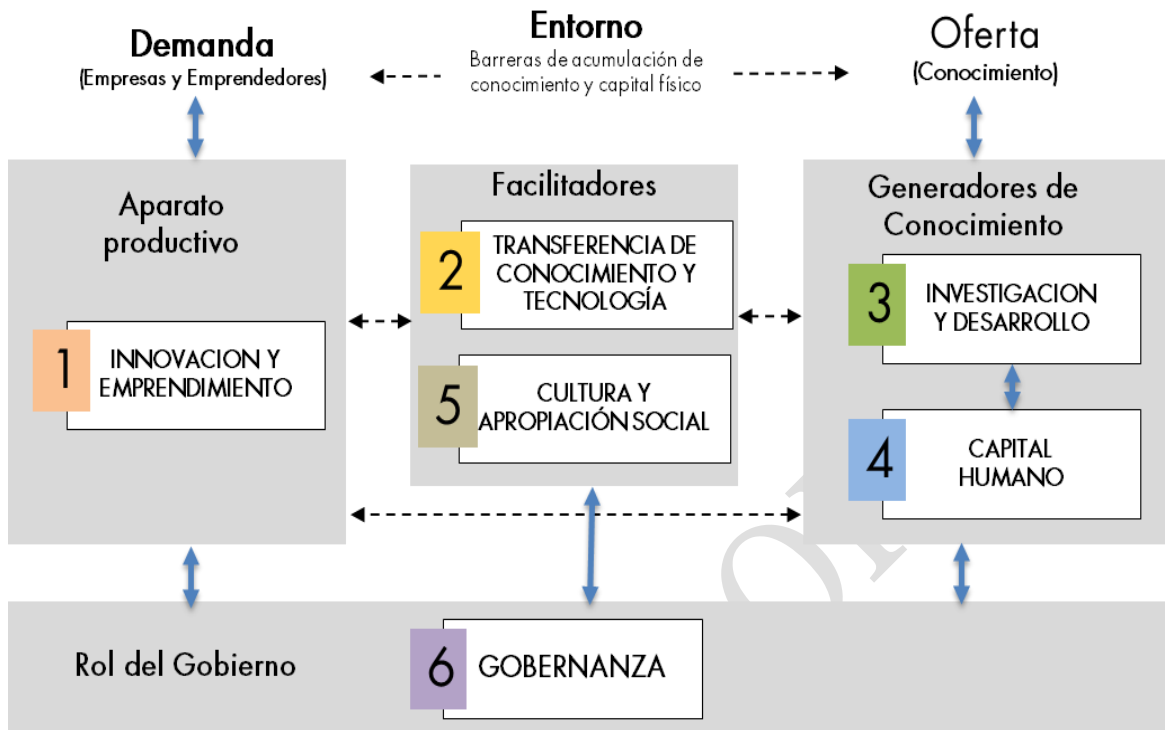
El proceso de relacionamiento entre los diversos agentes de la CTI está condicionado por factores ligados al territorio en el cual se desenvuelven. En este sentido, el lugar físico en el que se producen las interacciones entre los diferentes actores y la conexión entre la generación de conocimiento y el aprendizaje es clave para explicar las diferencias regionales de innovación y crecimiento económico (Bellido, 2012). Por ello esta política introduce también el concepto de Sistemas Regionales de Innovación (SRI), los cuales consisten en un conjunto de organizaciones que interactúan dentro de un marco que soporta la generación, explotación y uso del conocimiento a nivel regional¹⁴ (Kaplan D. *et ál.* (2013)).

Como resultado de este marco conceptual, los objetivos de política buscan enfrentar las fallas sistémicas y de mercado en cuatro frentes: a) innovación y emprendimiento, b) investigación y desarrollo, c) talento humano para la CTI, d) transferencia de conocimiento y tecnología y e) cultura y apropiación social de la CTI (Gráfico 3). Además de estos objetivos, la política debe propiciar las condiciones habilitantes para el sistema, de forma que se resuelvan las fallas de Estado. En el Anexo 4 se desarrolla el marco conceptual de los objetivos estratégicos.

¹³ Se entienden como determinantes para la Acumulación/Asignación capital físico: mercado financiero, entrada y salida de firmas, clima regulatorio y de negocios, entre otros. Se entienden como determinantes para la acumulación de conocimiento: Régimen de Propiedad Intelectual, financiamiento en etapa temprana, flexibilidad del mercado laboral, entre otros.

¹⁴ 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.

Gráfico 3. Esquema conceptual de la política de CTI



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

4. DIAGNÓSTICO

El problema principal identificado en la presente política es que el país y sus regiones no han logrado impulsar el desarrollo económico y social a través de la ciencia, tecnología e innovación. Esta problemática se explica a partir de los siguientes problemas específicos y causas, asociados a cada uno de los frentes estratégicos definidos anteriormente.

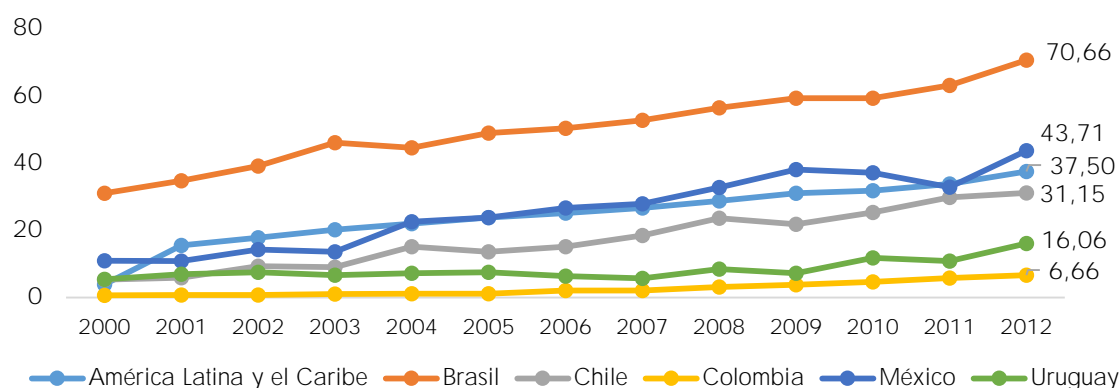
4.1. Capital humano para la CTI

El capital humano para desarrollar actividades de ciencia, tecnología e innovación concentra personas altamente calificadas que pueden incrementar la productividad laboral (OCDE, 2011) (Romer, *Endogenous Technological Change.*, 1990) (Romer, 1986) (Lucas, 1988), así como generar mayor producción de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico (Carlino & Hunt, 2009) (Vinding, 2006). Para dimensionar el problema de las brechas de capital humano, en la política de desarrollo productivo se aborda lo relacionado con la formación técnica, tecnológica y profesional, y en la presente política de CTI se aborda el 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.

4.1.1. 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. En 2012 se graduaron 6,6 doctores por millón de habitantes, mientras que se registraron en Brasil (70,6) y México (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 4) (RICYT, 2015).

Gráfico 4. Doctores graduados por cada millón de habitantes en América Latina, 2000-2012

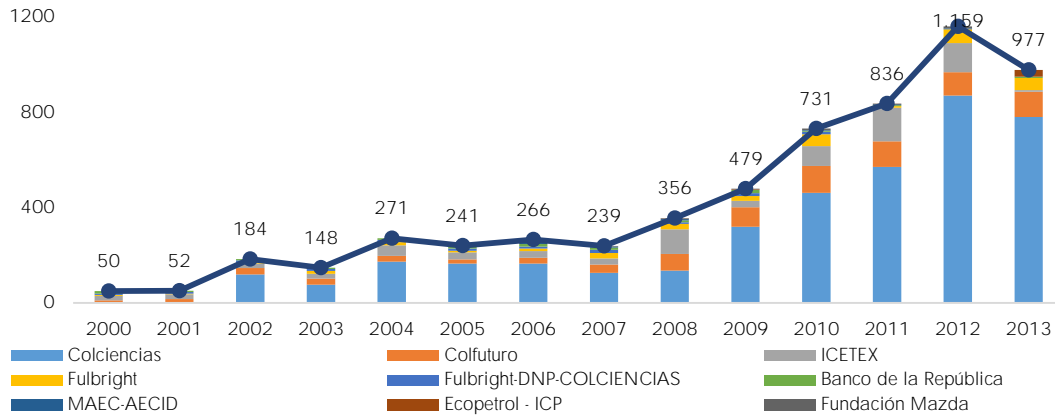


Fuente: (RICYT, 2015).

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 COLCIENCIAS lanzó el programa "Generación del Bicentenario". El Gráfico 5 muestra el apoyo a la formación doctoral en el país, destacándose incrementos significativos en el otorgamiento de becas a partir de 2009.

Por otra parte, es importante señalar que este esfuerzo 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 5. Becas, créditos y créditos-beca para doctorado según institución oferente, 2000-2013



Notas: En 2010 incluye beneficiarios del programa Becas para las Regiones ofertado 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; puede haber personas con más de un apoyo. Fuente: (OCyT, 2015) (OCyT, 2014).

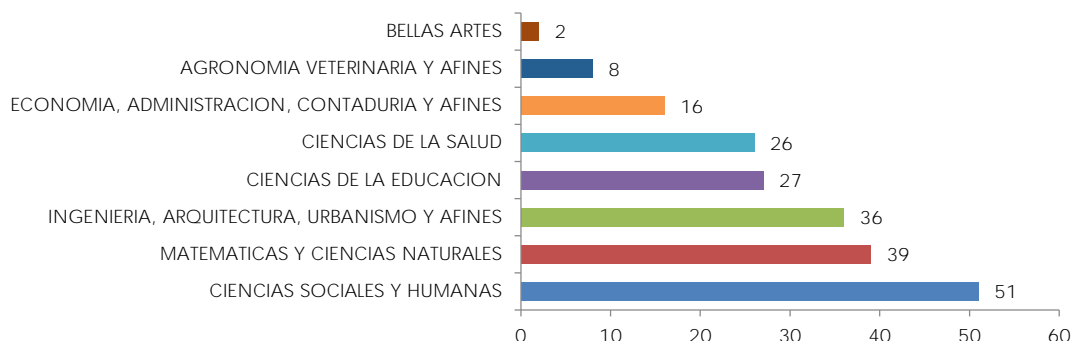
Otro esfuerzo importante para el apoyo a la formación doctoral se da a través de las apuestas regionales de Formación de Alto Nivel, usando como fuente de financiación los recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (FCTI-SGR). Entre 2012 y 2014, a 18 departamentos y al Distrito Capital les fueron aprobados proyectos de formación de alto nivel por un monto de \$313.391 millones provenientes del FCTI-SGR (COLCIENCIAS, 2015).

La oferta de capital humano de alto nivel también refleja la capacidad de las IES para formar este tipo de personal. A la fecha, el país cuenta con 205 programas de doctorado (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 (Ministerio de Educación Nacional, 2015) (Gráfico 6), 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) (Ministerio de Educación Nacional, 2015).

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 (Ministerio de Educación Nacional, 2015)¹⁵.

Gráfico 6. Programas de doctorado nacional por área de conocimiento, 2015



Fuente: SNIES-Ministerio de Educación Nacional.

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 mejorar la calidad de las IES y por ende de la educación. 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, solo 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 adicionales¹⁶ (Gráfico 7).

El impacto del capital humano altamente calificado contribuye a mejorar la calidad de las IGC (principalmente las IES). En este sentido, COLCIENCIAS identificó una alta tasa de producción de nuevo conocimiento por parte de investigadores con doctorado¹⁷. En promedio

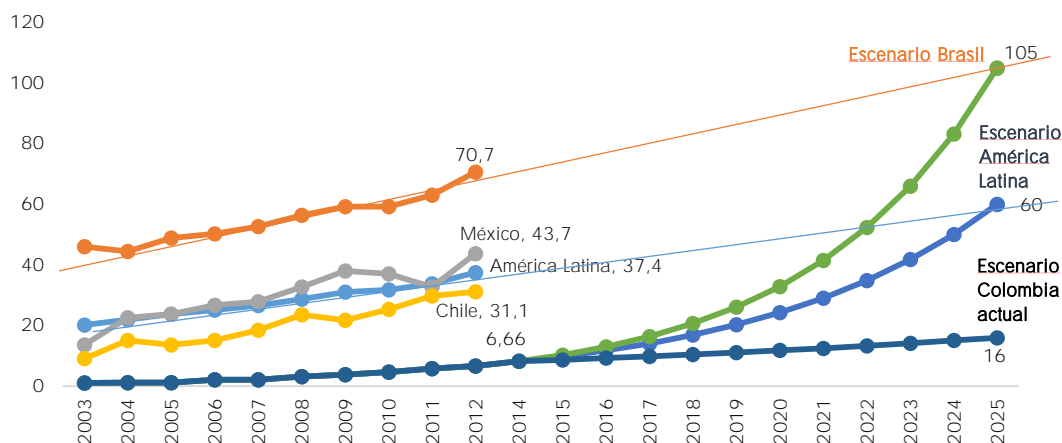
¹⁵ Los registros de alta calidad garantizan la generación de capacidades de investigación mediante la medición de criterios como la formación de los profesores vinculados, organización de los profesores y estudiantes en grupos de investigación, eventos de investigación, mecanismos para la publicación de artículos científicos, infraestructura, redes, movilidad de profesores y estudiantes de doctorado (investigadores), entre otros (Ministerio de Educación Nacional - Consejo Nacional de Acreditación, 2010).

¹⁶ 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 (GÓMEZ MEJÍA, 2015).

¹⁷ Los productos de nuevo conocimiento hacen referencia a artículos de investigación, libros, productos

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 (GÓMEZ MEJÍA, 2015). Adicionalmente, los doctores formados y becados por los recursos de COLCIENCIAS publican en promedio 39% más artículos frente a otro tipo de investigadores (Fedesarrollo, 2014)¹⁸.

Gráfico 7. Estimación de doctores graduados por millón de habitantes a 2025



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

4.1.2. 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 Colombia, la encuesta de Productividad y Formación de Capital Humano del DANE 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. (DANE, 2012). En el Anexo 5 se amplía por empleo por nivel educativo, sector y nacionalidad.

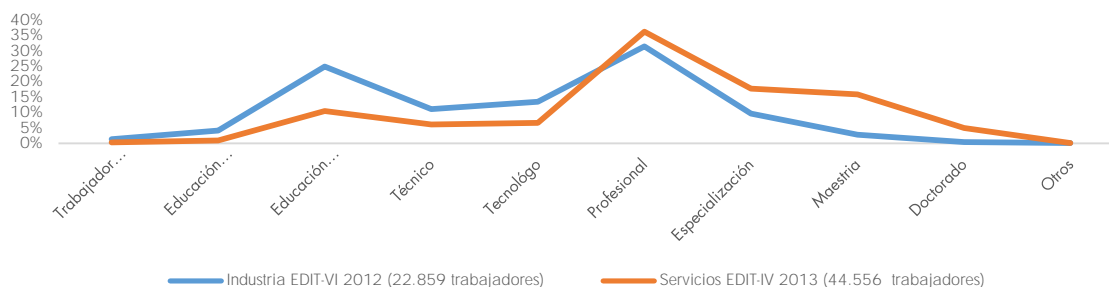
Al profundizar en el tipo de vinculación de capital humano para realizar ACTI en las empresas, en relación a los sectores de manufactura (EDIT VI-DANE, 2012) y servicios (EDIT IV-DANE, 2013), se observa la concentración por parte del sector servicios en personal con mayores niveles de formación tales como profesionales, especialización, maestrías y

tecnológicos patentados o en proceso de solicitud y modelos de utilidad, variedades vegetales y nuevas razas de animales (COLCIENCIAS, 2014).

¹⁸ 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) (Fedesarrollo, 2014).

doctorados (75,6%) mientras que el sector manufacturero en personal con formación secundaria, técnicos, tecnólogos y profesionales (81,3%) (Gráfico 8).

Gráfico 8. Distribución (%) del personal por nivel de educación que participó en la realización de ACTI en el sector manufacturero y servicios, 2012-2013



Fuente: DANE 2012-2013.

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 plantean retos importantes en cuanto a las áreas de conocimiento que se requieren para mejorar la productividad de las empresas, dado que de acuerdo con el Banco Mundial (BM, 2008) este proceso se puede acelerar mediante la formación en áreas como ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM por sus siglas en inglés).

En cuanto a la remuneración del talento, en promedio el salario de un magíster y un doctor se encuentra entre los 4 y 7 millones de pesos mensuales (Ministerio de Educación Nacional, 2015), mientras que el salario de técnicos y tecnólogos oscila entre el 1,2 y 2,1 millones de pesos (Ministerio de Educación Nacional, 2015)¹⁹. Es posible que sea por esto que los empresarios no presentan interés por vincular talento para ACTI²⁰, en especial con PhD.: 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

¹⁹ Es importante mencionar que, si bien los empresarios pueden disminuir costos vía vinculación de personal menos calificado, estos 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 & Hunt, 2009) (Vinding, 2006).

²⁰ 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. 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. 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).

por vincular este tipo de capital fue el sector servicios (45% de las empresas manifestaron este interés).

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 (Ministerio de Educación Nacional, 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 Ministerio de Educación Nacional 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 (Ministerio de Educación Nacional, 2015).

4.2. Investigación y desarrollo

En el marco de un sistema nacional de innovación, la investigación cumple la función de avanzar la frontera del conocimiento, además de contribuir en la formación de capital humano para la generación, absorción y difusión del mismo. 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.

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.

4.2.1. Insuficientes capacidades para realizar I+D

Las capacidades para llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo están 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 otros²¹; iii) adicionalmente, la financiación de las actividades de I+D como elemento habilitador.

En Colombia estas capacidades están concentradas en Instituciones de Educación Superior (IES) y centros de investigación y de desarrollo tecnológico. Sobre el sector productivo la información existente se desarrolla en las secciones de innovación y

²¹ 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.

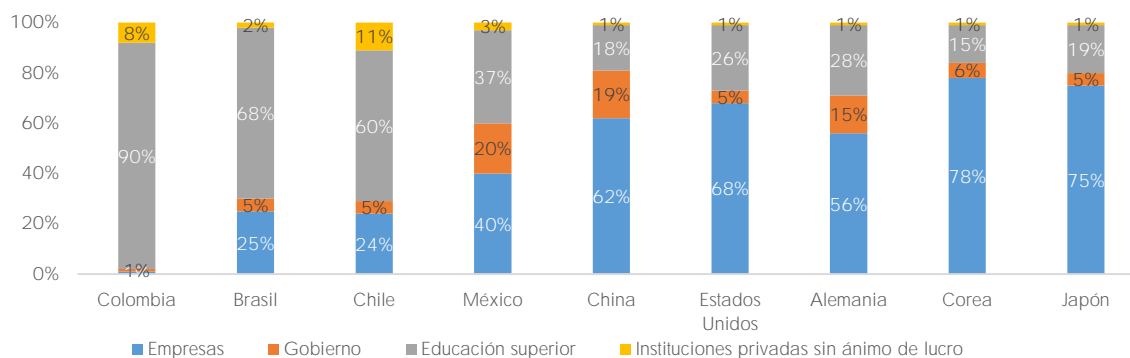
emprendimiento (4.3), y la evidencia muestra una estructura productiva con baja inversión en I+D.

Cantidad y calidad de investigadores y grupos de investigación

De acuerdo con el GII (Cornell U., 2015), Colombia cuenta con 161,5 investigadores equivalentes 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 rezago a nivel internacional.

En 2014 en Colombia fueron reconocidos 8.280 investigadores, equivalentes a 172 por millón de habitantes²². De ellos, el 13% resultó clasificado en la categoría sénior, 25% en la categoría de asociado y 62% en la categoría junior²³. De estos investigadores, se estima que el 90,6% se encuentra vinculado a IES, distribución que es distinta a la de países miembros de la OCDE, donde los investigadores tienen una mayor participación en las actividades de I+D empresariales y públicas (Gráfico 9) (Gómez-Mejía A. , 2015).

Gráfico 9. Investigadores por sector de vinculación en 2012



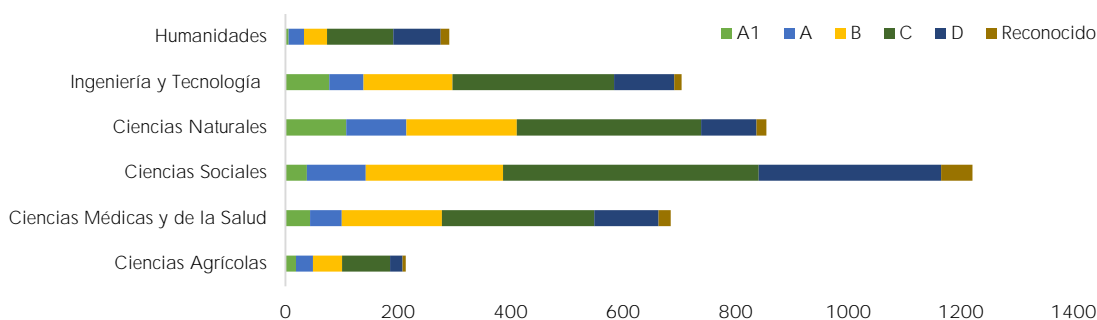
Fuente: Gómez-Mejía (2015) con base en datos del OCyT y la RICYT.

Además de investigadores, en 2014 COLCIENCIAS reconoció y clasificó 3.970 grupos de investigación, de los cuales el 17% pertenece a las categorías superiores A1 y A, mientras que la mayoría (39%) se concentra en los grupos categoría C²³. Por grandes áreas del conocimiento, la concentración de los grupos de investigación del país se da en las Ciencias Naturales (25,4%), Ciencias Sociales (30,8%) y Ciencias Médicas y de la Salud (17,3%), a los que les siguen Ingeniería y Tecnología (17,7%), Humanidades (7,3%) y Ciencias Agrícolas (5,4%). El Gráfico 10 presenta la distribución de los grupos por categoría y gran área de conocimiento a la que están adscritos.

²² Este número no es calculado con equivalencia a tiempos completos.

²³ La convocatoria 693 de 2014 de COLCIENCIAS definió los criterios de reconocimiento establecidos para categorizar grupos de investigación e investigadores (COLCIENCIAS, 2014).

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



Fuente: (COLCIENCIAS, 2014).

La concentración territorial es un tema de relevancia que caracteriza la distribución de las capacidades para I+D. Al respecto, el 57% de los investigadores y el 53% de los grupos de investigación se ubican en Bogotá D.C. 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

En 2015, COLCIENCIAS reconoció cincuenta centros de investigación (los cuales avalan noventa y seis grupos de investigación; 2,4% del total), y veintiséis centros de desarrollo tecnológico (los cuales avalan diecisiete grupos de investigación; 0,3% del total). Estos centros se ubican principalmente en Bogotá D.C., Antioquia, Valle del Cauca y Santander. La Tabla 1 presenta la distribución de estos centros por Programa Nacional o Área Estratégica de Conocimiento.

Tabla 1. Centros de I+D por programa nacional o área estratégica del conocimiento

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	5

Programa nacional o área estratégica	No. de centros de investigación	No. de centros de desarrollo tecnológico
CTI en Ingeniería	1	6
Electrónica, Telecomunicaciones e Informática	0	2
Desarrollo Tecnológico, Industrial o Calidad	0	3
Total	50	25

Fuente: COLCIENCIAS-OAP, 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 apoyo²⁴. 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 la ausencia de una perspectiva de largo plazo.

La infraestructura física comprende, además del espacio en el cual se ubican los investigadores, los laboratorios, los equipos robustos e instrumentos allí situados. El único estudio de caracterización realizado en Colombia, fue elaborado por la Asociación Colombiana de Facultades de Ciencias (ACOFACIEN, 2006), el cuál identificó un total de seiscientos sesenta equipos robustos en cuarenta y seis universidades del país, cuyo valor individual de reposición superaba los USD 20.000 y contaban una vida útil promedio (estimada) de diez años para cada equipo; el 50% de los equipos tenía una antigüedad superior a cinco años.

Por su parte, 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. De acuerdo con 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 pero solamente el 10% se encuentra acreditado para realizar ensayos y calibraciones²⁵.

Financiación de la I+D

La creación y consolidación de capacidades para investigar está estrechamente ligada a la inversión realizada en las actividades de I+D, la cual corresponde en promedio al 0,19% del PIB en Colombia entre 2004-2014 (OCyT, 2015) y refleja un esfuerzo inferior al de

²⁴ 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 (OCyT, 2010); Metodología para la evaluación del desempeño de los Centros Tecnológicos (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, 2010).

²⁵ Información suministrada por la ONAC el 16 de julio de 2015 a través de correspondencia institucional.

Brasil, Argentina y México, quienes han tenido crecimientos sostenidos en el período 2003-2013 (RICYT, 2014). En el país, esta 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.

Finalmente, de acuerdo con cálculos de COLCIENCIAS, el país invierte aproximadamente USD 88.000 en I+D por investigador, la cual es inferior a otros países de América Latina mientras que otros países latinoamericanos tales como Chile (USD 190.000), Brasil (USD 165.000) y México (USD 114.000), invierten USD 190.000, USD 165.000 y USD 114.000, respectivamente.

4.2.2. 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 5,1 artículos por cada mil millones de dólares del PIB, los países miembros de la OCDE publican en promedio 38,8 artículos (Cornell U., 2015). 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 (Cornell U., 2015).

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 (22,8% del total); ii) desarrollo tecnológico e innovación (3,2%); y el 73% adicional en iii) apropiación social del conocimiento y iv) formación de recursos humanos para la CTI (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 de acuerdo con el *Field-Weighted Citation Impact* (FWCI)²⁶. El detalle de la tipología de productos de las actividades de investigación puede consultarse en COLCIENCIAS²⁷.

Uno de los sistemas de incentivos a la producción científica del país fue creado por el decreto 1279 de 2002²⁸, el cual establece puntajes para la asignación salarial de los

²⁶ 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, 2015) Para Colombia, el factor del FWI es de 0,79.

²⁷ <http://www.colciencias.gov.co/articulos/medicin-de-grupos-de-investigacion-desarrollo-tecnologico-y-innovacion-y-recocimiento-de>

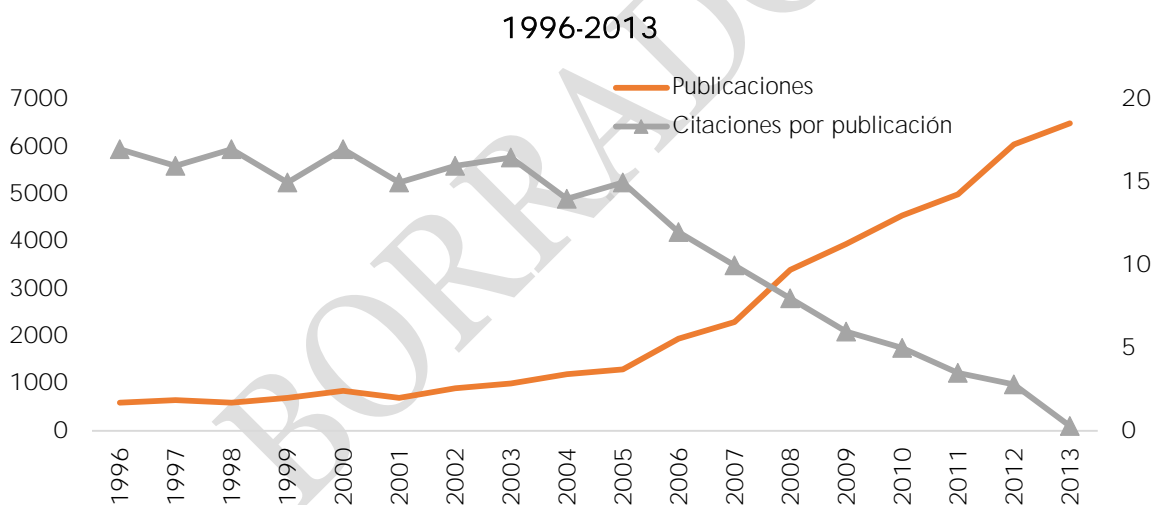
²⁸ Por el cual se establece el régimen salarial y prestacional de los docentes de las Universidades Estatales.

docentes de las universidades públicas por la productividad académica²⁹, entre otros aspectos.

Como resultado de esta intervención el país incrementó en un 355% en los últimos 10 años el número de revistas indexadas en el Sistema Nacional de Indexación y Homologación de Revistas Especializadas de CTI (Publindex)³⁰ (2004 = 119; 2014 = 542). Sin embargo, en los catálogos internacionales, solo 75 revistas (13,8%) hacen parte de Scopus³¹ y 15 en ISI *Web of Science*³¹ (2,8%).

De igual forma, estos incentivos llevaron a que las citas internacionales por publicación disminuyeran de forma significativa en los años siguientes a la emisión del Decreto 1279 (Gráfico 11). En consecuencia, los sistemas de medición y los incentivos a la divulgación científica empleados, han sido efectivos para elevar el número de publicaciones científicas pero no su impacto, creando de esa forma un desbalance entre la cantidad y la calidad (impacto) de la producción científica nacional.

Gráfico 11. Publicaciones científicas colombianas y citas internacionales



Fuente: Gómez-Mejía A., 2015.

4.2.3. 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.

²⁹ Incluye productos como revistas especializadas, videos y obras cinematográficas y fonográficas, libros, patentes, obras artísticas, entre otros.

³⁰ Datos de 2014, 1ª actualización de Publindex. – Datos 2004 – 2013 (OCYT, 2014)

³¹ Scopus (cuartiles 2, 3 y 4) y en ISI Web of Science (cuartil 4).

En términos de redes internacionales, según datos de la plataforma ScienTI de COLCIENCIAS, 699 investigadores (8,4%) participan o han participado de alguna red de conocimiento especializado cuyo nodo principal se encuentra fuera de Colombia³². En total se trata de 1.261 redes en las que participan 53 países diferentes.

Por su parte, las colaboraciones científicas han incrementado los productos bibliográficos de los grupos de investigación nacionales y su impacto (Ordoñez-Matamoras, Cozzens, & Garcia, 2010); (Elsevier, 2015). De acuerdo con (Elsevier, 2015), 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 citas que el promedio en la misma área, edad y alcance³³. Así mismo, entre el 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 (Elsevier, 2015).

Finalmente, cabe señalar que entre 2004 y 2014 apenas el 3,2% de la I+D (en promedio) del país fue financiada con recursos internacionales (OCyT, 2015), lo que evidencia los significativos retos que tiene Colombia para insertarse en las redes mundiales de conocimiento.

4.2.4. Bajo direccionamiento estratégico de la I+D

En cuanto a los ejercicios de planeación estratégica de la investigación, COLCIENCIAS desde el 1999 ha desarrollado un total de tres iniciativas (Tabla 2) que han estado encaminadas a orientar la actividad investigadora. Estas acciones constituyen importantes procesos nacionales y regionales de construcción colectiva en torno a la CTI.

Tabla 2. Esfuerzos nacionales de planeación de CTI de COLCIENCIAS

Iniciativa	Énfasis	Periodo	Dificultades
Planes Nacionales de CyT	Áreas de Conocimiento- Programas Nacionales de CTI de COLCIENCIAS ³⁴ .	5 a 10 años	No ha seguido lineamientos metodológicos comunes (sectorialmente) que faciliten la articulación de la investigación con las necesidades del país.

³² 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.

³³ Esta tasa aplica a los primeros 20 países en la lista de colaboraciones internacionales del país.

³⁴ 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, también han promovido la definición de planes estratégicos, como el de Investigación Ambiental, PENIA (Institutos de investigación adscritos y vinculados al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -2007).

Planes Estratégicos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECTI)	32 departamentos del país, los cuales establecen escenarios y estrategias en los que se vincula la investigación como factor de desarrollo regional (2011-2012).	10 años	No comparten una misma metodología y no tienen un alcance estrictamente departamental. El seguimiento y evaluación es competencia de cada departamento y no es de carácter vinculante.
Planes y Acuerdos Estratégicos Departamentales en CTI	Desarrollo armónico de la potencialidad científica y tecnológica del país, buscando así mismo, el crecimiento y la consolidación de las comunidades científicas en los departamentos y municipios.	Visión a 10 años	Actualmente en construcción.

Fuente: Elaborado por COLCIENCIAS.

Por lo anterior, es posible señalar que los esfuerzos nacionales de planeación de CTI 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 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.

4.3. Innovación y emprendimiento

De acuerdo con la (CEPAL, 2005), la creación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico al ámbito productivo, así como la innovación y el emprendimiento generan bases sólidas para el crecimiento económico de las empresas y los países, en este sentido el problema específico en Colombia es la baja actividad innovadora y de emprendimiento en el aparato productivo. Para establecer las causas de este problema, se identifican los factores internos de la empresa, los factores externos y las condiciones que promueven y determinan la innovación. De esta manera, las causas de esta problemática se describen a continuación.

4.3.1. 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, 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 período 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 a 71% para el periodo 2012-2013 (OCyT, 2014).

Por otro lado, una economía más compleja y más innovadora demanda la creación de nuevas empresas de mayor valor agregado. 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 de más de 5 años; iii) el porcentaje de empresas que logran superar las etapas nacientes y convertirse en empresas establecidas viene en tendencia decreciente (En 2008 fue del 14% mientras que en 2012 se redujo al 6%. El promedio de América Latina en 2012 fue de 8%); y iv) la principal razón (con el 31,6% de las empresas) para cerrar su operación es que no son rentables mientras que un 17,6% adicional afirmó que lo hizo por problemas financieros.

Para entender las razones que causan los anteriores hechos, la Tabla 3 presenta las debilidades en los factores determinantes de la innovación y el emprendimiento, la propiedad intelectual, el financiamiento, la cooperación y la cultura OCyT (2015), GEM (2015) y Kantis H. (2015).

Tabla 3. Debilidades en los factores determinantes para innovar y emprender

Factores determinantes ³⁵	Innovación-Diagnóstico (EDIT IV-V y VI) OCyT (2015)	Emprendimiento GEM (2015) y Kantis H. (2015)
Talento	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).

³⁵ Los datos que soportan las falencias en estos factores se encuentran en las siguientes secciones de este documento: Capital Humano (ver 4.2.1 y 4.1.2), Propiedad Intelectual (Ver 4.4.2), Financiamiento (Ver 4.3.2), Cooperación (Ver 4.4.2), y Cultura (4.5.2).

Para las empresas en etapas tempranas o *start-up*, de acuerdo con la OCDE (2013a) y Kantis H. (2015), se advierte la existencia de factores determinantes adicionales: contar con adecuados servicios de apoyo y capacitación empresarial. En el caso colombiano estos factores de apoyo se encuentran en una etapa baja de desarrollo (

Tabla 4).

Tabla 4. Apoyo directo a las *start-up* en América latina. Comparación 2012

CATEGORÍA		CO	CL	MX	BR	AR
Servicios de apoyo y capacitación empresarial ³⁶	Incubadoras	Am	Ver	Am	Ver	Ver
	Aceleradoras	Ro	Am	Am	Am	Am
	<i>Spin-offs</i> corporativos	Ro	Ro	Ro	Ro	Ro
	Transferencia tecnológica y <i>spin-offs</i> universitarias	Am	Am	Ver	Ver	Am
	Capacitación empresarial	Am	Ver	Am	Ver	Ver
Marco Regulatorio	Facilidad para crear y cerrar empresas ³⁷	Am	Am	Am	Ro	Ro
	Tributación y legislación especial	Ro	Am	Am	Am	Ro

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

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

La existencia de debilidades en estos factores determinantes, tanto para la innovación como para el emprendimiento, permite explicar en parte la baja inversión empresarial en I+D. En específico, el BID (2014) y Kantis H. (2015), señalan que la brecha en I+D empresarial entre Latinoamérica y la OCDE se explica en un 15,3% por fallas en el desarrollo financiero (crédito del sector financiero), un 23,7% por fallas en la acumulación de conocimiento, un 25,8% por el talento humano, y un 26% por la estructura de producción (manufacturas alta tecnología). Es así como en Colombia la I+D representa solo el 0,2% del PIB, del 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).

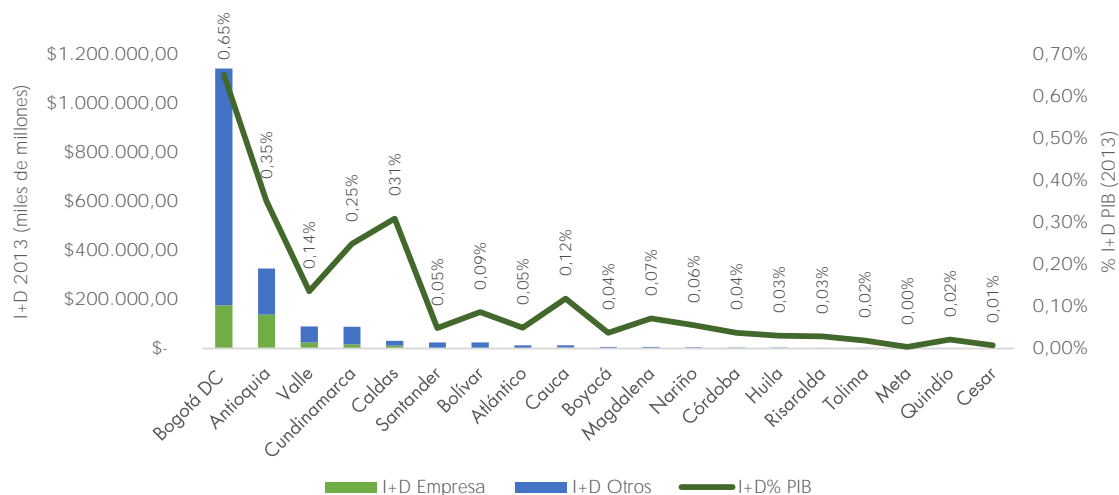
Finalmente, a nivel departamental, existe una gran heterogeneidad en estas variables, con una elevada concentración de la actividad en cuatro departamentos y principalmente sus capitales (Gráfico 12). En particular, Bogotá y Antioquia consolidaron el 83,4% de la inversión en I+D a nivel empresarial, seguidos por Valle, Cundinamarca y Caldas (OCYT,

³⁶ 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.

³⁷ Fomentar la apertura de empresas no es el único del emprendimiento. Crear y fortalecer las regulaciones necesarias que faciliten el proceso de cierre de empresas es indispensable (OCDE, 2013a).

2014). Estas características exigen el desarrollo de estrategias diferenciadas tanto para las regiones y sus SRI.

Gráfico 12. Participación empresarial en I+D por departamento, 2013



Fuente: Adaptado de (OCYT, 2014).

Evidencia de experiencias en Colombia para promover innovación: Cofinanciación y Deducciones Tributarias

Con miras a integrar la demanda empresarial con la oferta de conocimiento, COLCIENCIAS y el SENA han implementado en el pasado el mecanismo de cofinanciación³⁸, el cual se orienta a fortalecer los vínculos entre empresas (con subsidios entre 50% para empresas grandes a 70% para pymes) y centros de investigación y desarrollo tecnológico, centros de productividad y universidades. Estos vínculos se fortalecen a través de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que realicen de manera conjunta.

De acuerdo con Crespi *et al.* (2011), entre 1995 y 2007 las firmas participantes en las convocatorias de cofinanciación de COLCIENCIAS obtuvieron aumentos de la productividad de un 15,3% en promedio³⁹. 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, una mayor articulación con las instituciones generadoras de conocimiento tiene claras ventajas para las empresas en cuanto a su productividad, y es por eso que esta política resalta la necesidad de incrementar y consolidar el flujo de conocimiento y tecnología en la siguiente sección.

³⁸ Desde el 2013, COLCIENCIAS no realiza convocatorias con el uso de este mecanismo.

³⁹ En el primer año fue del 4,6% y el acumulado a los 8 años fue del 35%.

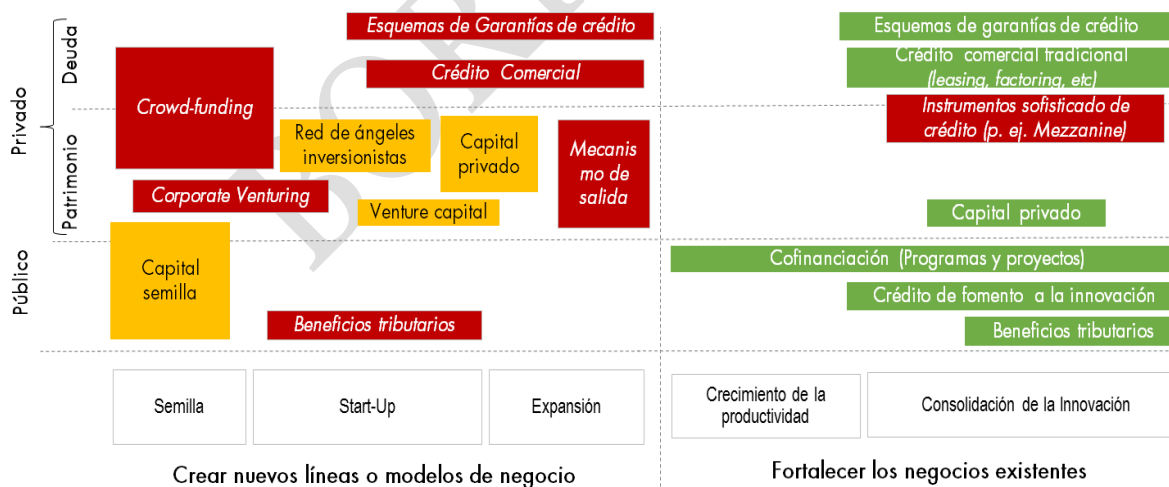
Por otro lado, las deducciones tributarias para la inversión en CTI son otro instrumento de intervención indirecta usado para promover la inversión privada en actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i)⁴⁰, y la evidencia sobre su impacto es abordado con profundidad en el documento CONPES 3834 de 2015 (DNP, 2015).

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

A nivel internacional existe consenso sobre la necesidad y pertinencia de que los países cuenten con mecanismos que permitan solventar las barreras de acceso a la financiación, tanto en etapas tempranas y como para el desarrollo de los negocios. De acuerdo con el CPC (2015), mejorar el acceso al 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.

Como lo resume el Gráfico 13, las mayores necesidades de financiamiento de la innovación y el emprendimiento en Colombia están en las etapas tempranas: semilla, *start-up* y expansión. En ellas, los vehículos financieros son incipientes, y en general hay vacíos en la cadena de financiamiento. Por su parte, la oferta de instrumentos públicos y privados para fortalecer negocios existentes es relativamente fuerte en el país.

Gráfico 13. Estado actual del financiamiento de la innovación y el emprendimiento



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

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

⁴⁰ Estos instrumentos tienen una larga tradición en países de la OCDE y representan uno de los pilares de toda Política de CTI.

Mecanismos de apoyo para crear nuevas líneas o modelos de negocio

De acuerdo con el CPC (2015), las empresas en etapa temprana con potencial de crecimiento son clave para la generación de empleo⁴¹, pero poseen limitadas opciones de financiamiento. Por ejemplo, el Índice de Condiciones Sistémicas para el Emprendimiento indica que Colombia ocupa el noveno lugar entre 15 países de la región en materia de acceso al financiamiento para empresas jóvenes, por detrás de Panamá, Chile, Perú, Brasil, Ecuador, Guatemala, México y Uruguay (Kantis, Federico, & Ibarra, 2014).

A nivel público (Tabla 5), el capital semilla en Colombia es un mecanismo incipiente. El principal instrumento de financiamiento de capital semilla es el Fondo Emprender del SENA (que contó con \$218 mil millones de pesos entre 2010-2014); sin embargo, su forma de operar ha llevado a que su impacto sobre la creación de empleos y el crecimiento empresarial sea limitado (Econometría, 2014). Por otra parte, iNNpulsa Colombia ha sido recientemente un actor clave para ofrecer Capital Semilla en etapa temprana, aunque con recursos limitados, cercanos a los \$35 mil millones de pesos entre 2012 y 2014.

A nivel privado, las redes de ángeles inversionistas, el capital privado y el denominado *venture capital* son también mecanismos en desarrollo. En 2012 existían dos redes de ángeles inversionistas en el país⁴² que agrupaban alrededor de 125 inversionistas, una cifra superada solo por México (292 ángeles en seis redes) y Argentina (133 ángeles en dos redes). En la actualidad, se estima que existen 10 redes de ángeles inversionistas de diversos tamaños (iNNpulsa, 2015). Por su parte, en cuanto a Fondos de Capital Privado, en Colombia entre 2005 y 2014 se registraron compromisos de capital para Capital emprendedor por USD 192 millones (2,4% del total de compromisos de esos Fondos)⁴³, de estos, solamente USD 26 millones fueron efectivamente invertidos frente a un promedio de América Latina de USD 39 millones (COLCAPITAL & EY, 2015). Esto evidencia la necesidad de aumentar el atractivo de inversión en etapas tempranas para estas firmas, a través de entidades intermediarias o facilitadoras como incubadoras y aceleradoras.

Más allá de estos mecanismos, el país no cuenta con instrumentos que promuevan otro tipo de financiamiento en etapa temprana como el *crowd-funding*, el capital de riesgo corporativo (*corporate venturing*) y los mecanismos de salida (p.ej. mercado de capitales y deuda) por barreras regulatorias y culturales. Lo anterior va en línea con el diagnóstico de la OCDE (2013a), el cual señaló un estado básico de la industria de capital de riesgo en etapa

⁴¹ En Colombia, las empresas jóvenes (0-4 años) muestran crecimientos de empleo más altos, mientras que las firmas más antiguas (+15 años) destruyen empleo (independiente de su tamaño).

⁴² Redes Bavaria y Colcapital. En el informe del (CPC, 2015), se señala que estas redes han invertido cerca de USD 6,5 millones en 38 empresas.

⁴³ 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 USD 7.742 millones. Si bien este crecimiento extraordinario demuestra que este tipo de financiamiento es cada vez más relevante en el país, es importante señalar que solo 2,4% (USD 192 millones) de este capital comprometido se encuentra en fondos de capital emprendedor.

temprana en comparación con países como Brasil y Chile. 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).

Mecanismos de apoyo para fortalecer los negocios existentes

Para incrementar la sofisticación del aparato productivo colombiano es clave generar mecanismos que fortalezcan tanto las empresas nacientes como las empresas existentes. Sin embargo, la información disponible muestra que este tipo de instrumentos ya está relativamente consolidado en Colombia, por lo que los esfuerzos deberán estar más dirigidos a rediseñar los instrumentos existentes.

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 realizado por el Comité Técnico Mixto de Innovación⁴⁴, se identificó que por cada \$100 de recursos públicos asignados, \$57 se dirigían a fortalecer negocios existentes, mientras que solo \$25 se dirigieron a nuevas empresas o líneas de negocios (Tabla 5). Además, en general los instrumentos mapeados requerían que las empresas tuvieran un periodo de conformación de al menos 3 años.

Tabla 5. Apoyo público a la innovación y el emprendimiento, 2010-2014^(a)

De cada \$100 de financiamiento público			
	Fortalecer los negocios existentes	\$57	44% asistencia técnica y 56% mejoramiento y consolidación de la innovación
Orientación Estratégica	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
	Insumos y Servicios de Apoyo	\$11	Dirigidos a fortalecer el SNCCTI

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

Nota: ^(a) Julio de 2014.

A nivel privado se evidencia que para las empresas consolidadas el acceso a crédito es fuerte con mecanismos tradicionales a través del sistema financiero, esquemas de garantías⁴⁵

⁴⁴ Incluye instrumentos del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (Bancóldex, iNNpulsa y PTP), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (CORPOICA), Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, COLCIENCIAS y SENA.

⁴⁵ La expedición del Decreto 1835 de 2015 el cual reglamenta la ley 1676 de 2013 de Registro de Garantías Mobiliarias, supone un impulso importante al acceso a crédito.

y recursos provenientes de Fondos de Capital Privado⁴⁶, aunque es necesario ampliar a nuevos mecanismos más sofisticados de crédito como el *mezzanine*.

4.4. 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 del conocimiento existente. Si bien estos elementos están muy relacionados con la innovación empresarial y se mencionan en el diagnóstico de innovación y emprendimiento, es importante reconocer que una de las formas de abordar las bajas capacidades del aparato productivo es a través de mecanismos de transferencia de conocimiento y tecnología, por lo que estos mecanismos se discuten también en esta sección.

En este sentido, el problema identificado es 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.

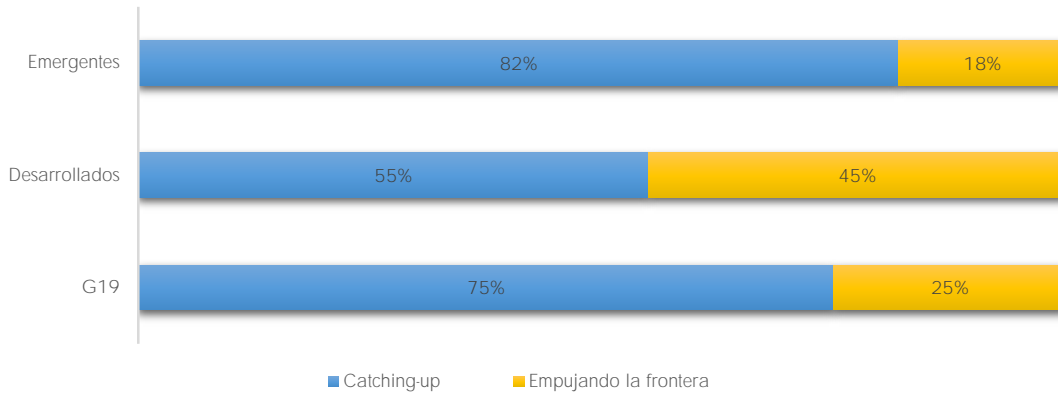
4.4.1. Bajas capacidades del aparato productivo para el uso del conocimiento y la tecnología existente

De acuerdo con el CPC (2015), la gran mayoría de las firmas colombianas están alejadas de los líderes nacionales de cada sector. Lo anterior plantea como reto inicial del sistema el uso del conocimiento y la tecnología existente vía adopción o adaptación.

Rodrik (2007) y más recientemente el McKinsey Global Institute (2015) define que la innovación vía adopción o adaptación de tecnología y conocimiento existente representa una gran oportunidad para una economía en vía de desarrollo, teniendo en cuenta las limitaciones actuales para que el desarrollo tecnológico sea el principal mecanismo de mejoramiento productivo. Como resultado aproximadamente cuatro quintas partes (82%) de la productividad potencial identificada en países emergentes vendrá de estrategias de *catching-up* y el restante (18%) vendrá de mover la frontera (Gráfico 14).

⁴⁶ La edad promedio de empresas que acceden a estos fondos es de 19 años. (COLCAPITAL & EY, 2015)

Gráfico 14. Tasa potencial crecimiento anual de productividad (%)



Fuente: (McKinsey Global Institute, 2015).

Evidencia de experiencias en Colombia para el *Catching-Up*: extensión tecnológica y asistencia técnica

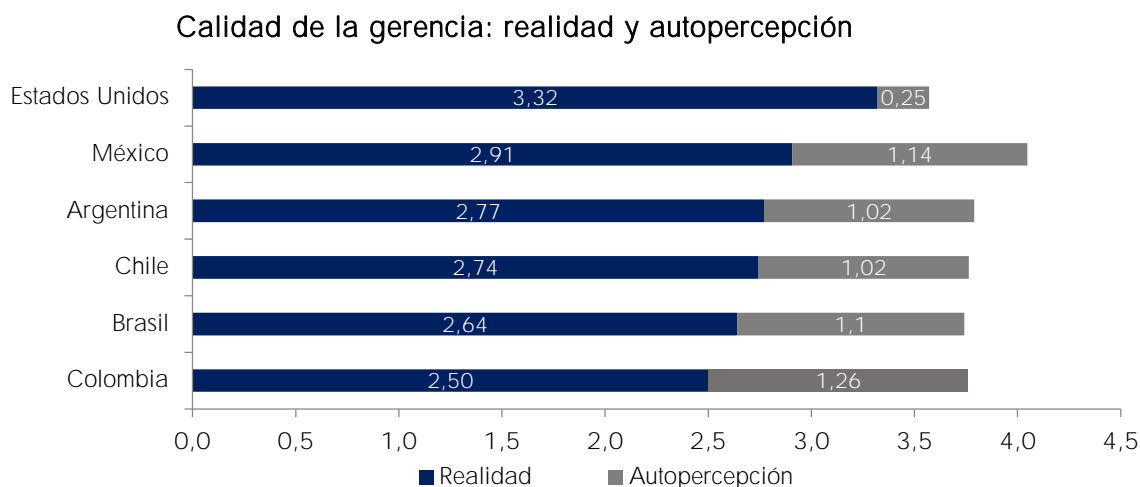
En términos de la estrategia de catching-up, uno de los factores determinantes para las empresas en niveles de desarrollo atrasado son las capacidades y prácticas gerenciales. De acuerdo con estudios de London School of Economics (2014), Maloney & Iacovone (2014) y World Management Survey (2014) y Hernández *et al.* (2014), en el World Management Survey (2014), el país ocupó el puesto 24 entre 34 países con un puntaje de 2,5 sobre 5,0. Según esta misma encuesta, la calidad gerencial de las Pymes en Colombia ocupó el último lugar en Suramérica y es similar a la calidad en Kenia y Nigeria. Además, mientras la calidad obtuvo una calificación de 2,5, la percepción que los empresarios colombianos tienen sobre sus capacidades gerenciales fue de 3,76. Estas características de las capacidades gerenciales en las empresas generan asimetrías de información y limitan la absorción de conocimiento existente por parte del sector productivo colombiano, ya que se desconoce la importancia del conocimiento como herramienta para el desarrollo de negocios (Gráfico 15).

En respuesta a este diagnóstico, Colombia ha venido trabajando el mejoramiento de la productividad a través de la extensión tecnológica en el sector manufacturero y la asistencia técnica en el sector agropecuario. El DNP, el Ministerio de Comercio Industria y Turismo y el SENA desarrollaron entre 2013 y 2015 un piloto de intervención empresarial fundamentado en el concepto de Extensión Tecnológica⁴⁷ con el objetivo de mejorar la calidad de la gerencia y la productividad de las empresas, que contó con el apoyo del Banco Mundial y la implementación por parte del Centro Nacional de Productividad (CNP). Como resultados preliminares, las 47 empresas que participaron en el programa (modalidad

⁴⁷ El concepto de Extensión Tecnológica para Colombia es: herramienta de apoyo externo a una empresa que incluye el diagnóstico, diseño e implementación del plan de mejora a través de la adopción de prácticas de gestión, con el fin de mejorar la calidad de la gerencia y alcanzar mayores niveles de productividad

individual), aumentaron en promedio un 10% de ventas y 16% su calificación en calidad de la gerencia⁴⁸. Tanto el Banco Mundial (2014) como el BID (2014), señalan estos mecanismos de intervención como ejes clave de las políticas de innovación.

Gráfico 15. Resultados de la Encuesta Mundial de Gerencia, 2014



Fuente: (WMS, 2014).

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, 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).

4.4.2. 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 3). Lo anterior se soporta en datos de la EDIT VI, en la cual solo el 4%⁴⁹ de las empresas tienen alguna relación de apoyo para adelantar Actividades de CTI (ACTI) con Instituciones

⁴⁸ 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%).

⁴⁹ 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).

de Educación Superior (IES) y entidades como Centros de Investigación o Centros de Desarrollo Tecnológico. Estos hechos tienen su origen en los siguientes factores.

La infraestructura y las condiciones para la TCT en las Instituciones Generadoras de Conocimiento son insuficientes.

En general la dotación de los intermediarios para la TCT son débiles en Colombia en comparación a países de América Latina, tanto a nivel de oficinas de transferencia tecnológica (OTT), como de incubadoras y Parques científicos y tecnológicos. En el caso particular de las OTT, de acuerdo con (Barro, 2015) el 48% de las universidades cuentan con OTT, pero tienen un promedio de solo 3 empleados (mayoritariamente destinados a actividades administrativas). Así mismo, solo el 27% de las universidades cuenta con vínculos a incubadoras de empresas y un 5% a parques tecnológicos, por debajo de los pares de América Latina (Tabla 6).

Tabla 6. Dotación de los intermediarios de transferencia en América Latina

Dotación de estructura de transferencia en Universidades		CO (2014)	CL (2012)	MX (2012)	BR (2012)
OTT	Porcentaje de universidades con OTR	48	36,7	77,16	34,14
	Edad media de las OTT	5	4,7	5,6	-
	Número medio de trabajadores (OTT)	3	-	17,9	7
	Porcentaje de personal Técnico en las OTRIS	28		57	60
INCUBADORAS	Porcentaje de universidades con incubadoras	27	31,7	57,41	37,9*
	Edad media de las Incubadoras	3	6,9*	7	7*
PARQUES CyT	Porcentaje de universidades con Parques CyT	5	-	3,09	7,93*
	Tributación y legislación especial	8	-	7,73	-

Fuente: (Barro, 2015).

Nota: (*) El dato hace referencia al año 2010.

En parte, estas falencias se deben a la falta de protocolos en las IES para realizar procesos de TCT. De acuerdo con el mismo estudio, aunque en América Latina la actividad de propiedad intelectual es la más regulada, en Colombia solo el 52% de las IES contaban con un reglamento institucional de propiedad intelectual (Tabla 7). Las cifras son incluso menores para licenciamientos y creación de *spin-offs*.

Tabla 7. IES que cuentan con un reglamento institucional para regular la TCT

Porcentaje IES que cuentan con reglamento institucional		CO (2014)	CL (2012)	MX (2012)	BR (2012)
Actividades de TCT	Propiedad Intelectual	52	32	73	53
	Licenciamiento resultados de investigación	21	-	26	46
	Creación de spin-off	28	-	10	20

Fuente: (Barro, 2015).

Estas debilidades en las IGC reflejan una insuficiente capacidad para evaluar y tomar decisiones respecto a la forma en la que se espera llevar las tecnologías al mercado. En un sondeo realizado por iNNpulsa Colombia (2013) a 17 IGC, la mayoría de las instituciones (94%) declaran tener la necesidad de fortalecerse en diseñar modelos de transferencia (licenciamiento o *spin-off*), así como desarrollar estrategias de comercialización (88%) e identificar y analizar mercados (71%). En consecuencia, aunque en este sondeo se identificaron un total de 83 tecnologías en 26 IGC, solo tres han llegado al estado de licencia y ocho a la venta de productos o servicios; es decir, solo el 13% han logrado algún esquema de transferencia, mientras que las demás continúan en etapas previas.

Estas conclusiones para intermediarios en las IGC también aplican al programa de Oficinas de Transferencia de resultados de Investigación (OTRIS) de COLCIENCIAS. Según (Gómez & Mitchell, 2014), estas entidades 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 (denominados generalmente emprendimientos o *spin-offs* de base tecnológica), Colombia presenta cuellos de botella regulatorios que impiden la creación de *spin-offs* universitarios, al menos en las universidades públicas (OCDE, 2014)⁵⁰. Por lo tanto, se requiere de un ambiente propicio para la generación de ingresos a los investigadores y las instituciones de investigación públicas, a través de esquemas de licenciamiento de tecnologías, consultorías y asesorías empresariales.

El sistema de propiedad intelectual no facilita la interacción entre actores.

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. Esta percepción se refleja en el bajo nivel en materia de producción de conocimiento y tecnología: de acuerdo, con el GII (Cornell U., 2015),

⁵⁰ Infraestructura de soporte a las *start-up* (ver Numeral 4.3.1- Gráfico 2), Limitantes normativas (Ver numeral 4.6.4 - Tabla 11).

Colombia ocupa el puesto 89 entre 141 países en el pilar “Creación de Conocimiento” por detrás de Brasil (56), Chile (67), Argentina (71) y México (83).

La Creación de Conocimiento se puede aproximar por el nivel de patentamiento de un país. Según la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), el coeficiente de invención (Número de patentes por cada 100.000 habitantes) ha venido aumentando de forma importante (2004= 0,18; 2009= 0,29; 2013 = 0,53). No obstante, el nivel es bajo en comparación con países similares como Argentina (2013= 1,3) y Chile (2013= 1,9).

Respecto a los pagos por utilización de propiedad intelectual en Colombia –una variable utilizada para medir la absorción de conocimiento– los pagos aumentaron al pasar de 0,08% del PIB en 2005 a 0,13% en 2014. Sin embargo, de nuevo, el nivel de Colombia en 2014 es bajo en relación con Chile (0,60%), Brasil (0,25%), México (0,15%), Corea (0,74%), y el conjunto de países OCDE (0,45%).

4.4.3. Débil esquema de servicios de apoyo a la TCT y desvinculación de actores

Acorde con los resultados de un estudio realizado 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 8):

Tabla 8. 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%

Principales falencias de la oferta de SDE según los empresarios	%
Poca articulación entre los oferentes para adelantar proyectos de alto impacto	18%
Rivalidad entre los oferentes	14%

Fuente: (PROPAIS, 2012).

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) y el diseño de una estrategia nacional (2010). Sin embargo, como se muestra a continuación, aún existen 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 CTI⁵¹. A continuación se profundiza en las tres causas específicas.

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 SNCCTI⁵², en la medida en que los ciudadanos no reconocen quiénes desarrollan actividades de CTI, y por ende, qué entidades posibilitan estas acciones. Su reconocimiento se concentra en Universidades y algunas entidades del Gobierno nacional, dejando por fuera a actores como la sociedad civil, ministerios, centros interactivos de ciencia, centros de desarrollo tecnológico, empresarios, organizaciones sociales y comunitarias, entre otros.⁵³

Así mismo, dentro de los actores que realizan ACTI existe poco reconocimiento de actores claves en los procesos de apropiación social, tales como la sociedad civil, las asociaciones de usuarios y consumidores, las organizaciones comunitarias y los empresarios, entre otros. En la II Consulta a la Comunidad del SNCTI (2013), los investigadores identificaron como actores relevantes a COLCIENCIAS (68%), Instituciones de Educación Superior Nacionales (63,7%) y Centros de Investigación Nacionales (48,2%). Por su parte

⁵¹Esto 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 en la baja participación de los ciudadanos en actividades y prácticas de CTI.

⁵²Los 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, pág. 25) (García Solarte, Medina Vásquez, & González, 2013).

⁵³ En la III Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, solo el 26,3% de los encuestados 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).

los actores de organizaciones ciudadanas solo son visibles en un 16,7% y las entidades de apropiación social de la CTI solo en 11,4%, mayoritariamente en las regiones Centro Oriente y Cafetera. Esto refleja la poca participación de los investigadores para realizar acciones para la apropiación social (Pérez-Bustos, Franco Avellaneda, Lozano Borda, Falla, & Papagayo, 2012).

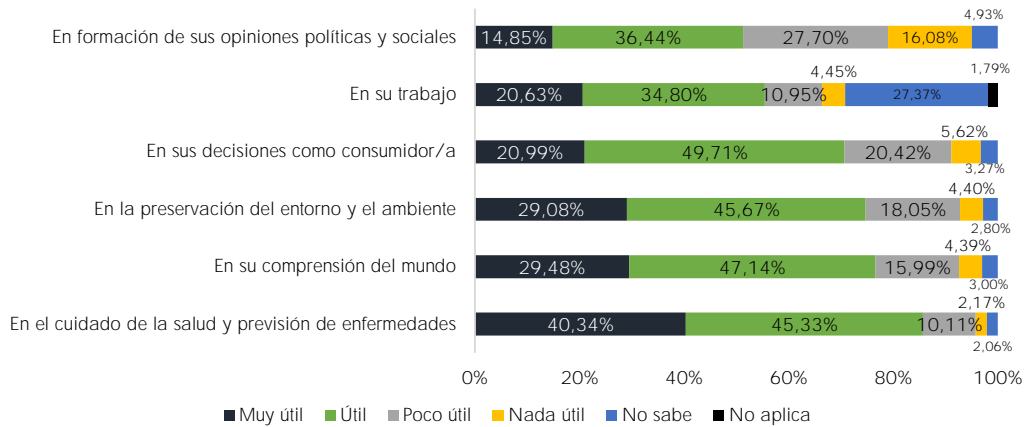
A partir de lo anterior y siguiendo con las líneas de acción de la Estrategia de Apropiación Social de CTI, desde COLCIENCIAS se desarrollaron dos programas experimentales: Ideas para el Cambio, iniciativa que ha apoyado el desarrollo de soluciones tecnológicas a problemas sociales y ambientales, y A Ciencia Cierta, el cual promueve la interacción de la CTI con el saber tradicional y popular de comunidades organizadas. 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 dinamizar el sistema, son insuficientes en cuanto a los problemas identificados.

4.5.2. Baja participación de la ciudadanía en actividades de CTI

La participación ciudadana en CTI se entiende como “un proceso organizado que [...] propicia diálogos sobre problemáticas en las cuales el conocimiento científico-tecnológico desempeña un papel preponderante” (COLCIENCIAS, 2010, pág. 26).

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, págs. 90-91) (Gráfico 16).

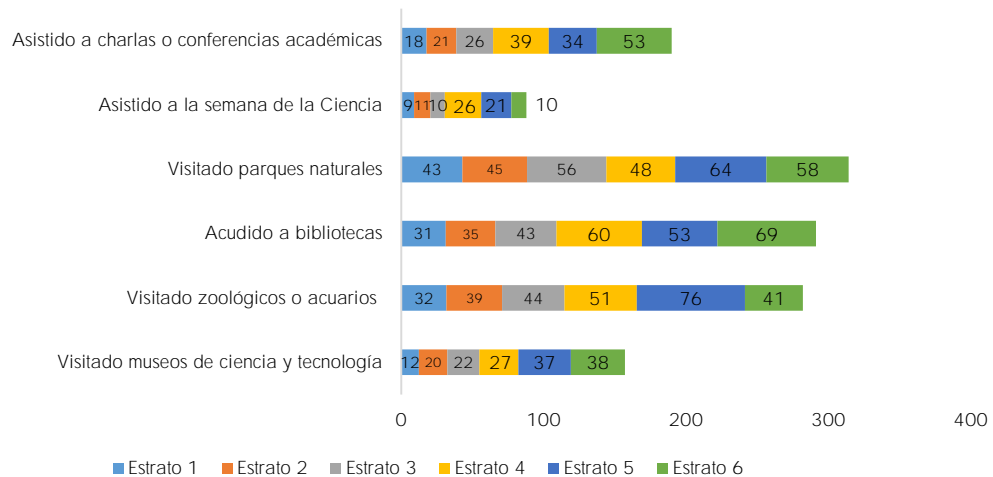
Gráfico 16. Utilidad percibida del conocimiento científico y tecnológico



Fuente: (Daza-Caicedo, y otros, 2014, pág. 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 México⁵⁴. Sin embargo, se identificó en la III Encuesta Nacional de Percepción que son los colombianos de estratos 4, 5 y 6, que trabajan o estudian y con poca o nada afinidad religiosa, quienes tienden a hacer mayor uso de estos espacios (Daza-Caicedo, y otros, 2014, pág. 135) (Gráfico 17).

Gráfico 17. Pregunta: ¿En los dos últimos años usted ha asistido a...? según estrato socioeconómico



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

⁵⁴ Fuentes *Sistema de Información de Museos Colombianos (SIMCO) y *COLCIENCIAS.

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.

En cuanto a valores y motivaciones, el estudio de (Daza-Caicedo, y otros, 2014) identificó que los valores con mayor recordación en la infancia son 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, pág. 95). Estos resultados reflejan la relativa debilidad de valores asociados con la producción y uso de conocimiento científico-tecnológico desde la infancia. Por ejemplo, en las respuestas a la pregunta “¿Quién despertó su interés por la ciencia y la tecnología?”, los modelos formales de educación como colegio y universidad no superan el 31,93% (Daza-Caicedo, y otros, 2014, pág. 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). 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 (Fedesarrollo, 2015).

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 Fes*⁵⁵, una iniciativa que ha sido diseñada para promover un entorno más emprendedor e innovador en Colombia con un método basado en ciencia cognitiva. Por último, vale la pena destacar la creación de la agencia de noticias ColombialNN como estrategia para posicionar el tema de la innovación empresarial y el emprendimiento en las agendas nacional y regional, visibilizando casos de éxito de empresarios y emprendedores.

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 de la CTI.

⁵⁵ 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

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).

4.6. Gobernanza de la ciencia, tecnología e innovación

La gobernanza facilita el engranaje del sistema para la obtención de los 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 e implementar instrumentos con criterios de efectividad y eficacia en la ejecución.

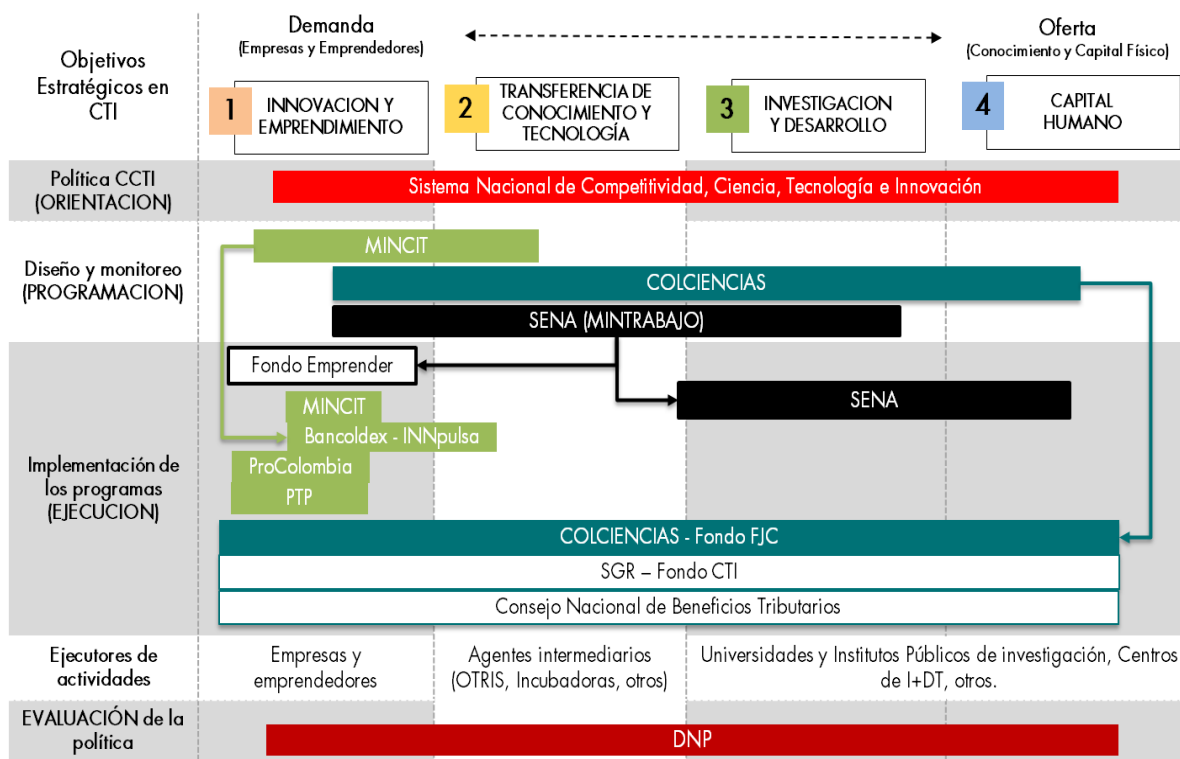
El problema identificado de la gobernanza es la debilidad en el actual marco institucional para un adecuado desarrollo de la política CTI 2015-2025, con el fin de lograr una mayor efectividad de la inversión pública y privada. Para explicarlo se identifican las siguientes causas:

4.6.1. Debilidades en la arquitectura institucional de la CTI

De acuerdo con (Maloney & Bitran, 2013) y (OCDE, 2014), es necesario contar con una arquitectura institucional que diferencie las instancias de coordinación estratégicas y las instituciones responsables de la ejecución de instrumentos.

En cuanto a la instrumentalización de la política de CTI, el Gráfico 18 evidencia la coexistencia de diseño, implementación y monitoreo las instituciones, en especial en el caso del Ministerio de Comercio Industria y Turismo, SENA y COLCIENCIAS. Lo anterior dificulta el adecuado balance de las políticas, y debilita el monitoreo de las mismas por parte de las instancias encargadas de su formulación (BM, 2014a). De acuerdo con (Maloney & Bitran, 2013) es fundamental resolver estos traslapos con un criterio de especialización de los roles de las entidades ejecutoras.

Gráfico 18. Relación entre el diseño, implementación y evaluación de políticas en CTI en sectores transversales en 2015.



Fuente: Elaborado por DNP.

En sectores como TIC, Salud, Educación, Agricultura, entre otros, se identifica una tendencia a separar los roles entre el diseño y la implementación (Tabla 9). Por el contrario, COLCIENCIAS⁵⁶ ha jugado un rol dual como diseñador y 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 TIC, Salud, Minas y Energía, Defensa y otros.

Tabla 9. Relación entre el diseño, implementación y evaluación de políticas en CTI en sectores administrativos verticales actualmente

S. Vertical	Programación en CTI	Implementación CTI	Evaluación
Comercio	Ministerio de Comercio Industria y Turismo	SIC, FNG	
TIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	FONTIC (COLCIENCIAS e INNpuls)*	DNP en articulación
Salud	Ministerio de Salud y Protección Social	FIS (COLCIENCIAS)*, INVIMA, otros	con el sector
Educación	Ministerio de Educación Nacional	ICETEX	

⁵⁶ 40 de los 88 instrumentos ejecutados por COLCIENCIAS entre 2010 - Julio 2014 son financiados por estos sectores (CTM Innovación, 2014).

S. Vertical	Programación en CTI	Implementación CTI	Evaluación
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)*	

Fuente: Elaborado por DNP.

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

4.6.2. Debilidades en el diseño, seguimiento y evaluación en CTI⁵⁷

Tratándose de una política de largo plazo, 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, en busca de la eficiencia en el uso de los recursos y los mejores resultados posibles.

Diseño, Seguimiento y Evaluación de la política de CTI

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, 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). En el Anexo 6 se describen los antecedentes en el diseño políticas sectoriales asociadas agricultura, defensa, trabajo, salud y comunicaciones.

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

Respecto a las evaluaciones, aunque Colombia ha incrementado el número de evaluaciones de resultado e impacto en CTI, estas aún son esporádicas y responden más a iniciativas institucionales que procesos planificados. (BID, 2010).

Estas dificultades se amplifican en orden regional, donde la dificultad de 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

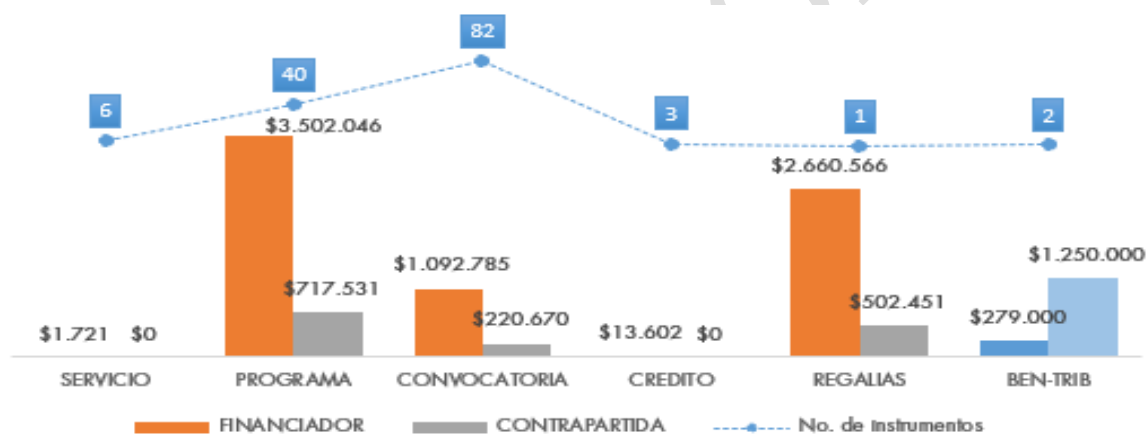
⁵⁷ Un adecuado diseño de políticas tiene a la evidencia como insumo central para lograr un mejor uso de los recursos. Así mismo, el seguimiento y la evaluación son cruciales para establecer si las iniciativas de gobierno son exitosas en contrarrestar fallas de mercado, Estado y de sistema, e introducir procesos de mejora y aprendizaje (NESTA, 2009) y (FTEVAL, 2013).

decremento 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

El Comité Técnico Mixto de Innovación analizó el marco instrumental de apoyo a la CTI para el período 2010 a 2014), mapeando un total de 134 instrumentos⁵⁸ en CTI provenientes de instituciones del gobierno central (COLCIENCIAS, Ministerio de Comercio Industria y Turismo – Bancóldex, iNNpalsa y PTP–, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y SENA). Estos movilizaron recursos cercanos 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 19).

Gráfico 19. Número y monto de los instrumentos identificados en el mapeo del CTM de Innovación, 2010-2014^(a)



Fuente: (CTM Innovación, 2014).

Nota: ^(a) Julio de 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 2010-2014⁵⁹. El objetivo de análisis es mejorar progresivamente la eficiencia y efectividad del

⁵⁸ Principales resultados: Total de proyectos = 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.

⁵⁹ 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.

gasto público a medida que se mejore el diseño de los programas, su seguimiento y evaluación.

Como resultados preliminares, se ha identificado en los instrumentos de apoyo a la CTI que: 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 dificultan 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

En 2014 la inversión de Colombia en I+D fue de 0,19% del PIB y en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI)⁶⁰ 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).

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,⁶¹(Tabla 10). En términos porcentuales, en 2011 fue del 4,9% y en 2015 el 2,5%⁶². Además, para el periodo 2012-2015, de un total 20 sectores administrativos, 9 invierten en promedio menos del 3% de sus recursos en ACTI. Por otra parte existen fuentes de recursos estables como el Fondo de Investigación en Salud (FIS) y el FONTIC, los cuales se detallan en el Anexo 7.

⁶⁰ 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.

⁶¹ 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.

⁶² 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.

Tabla 10. Participación de inversión en ACTI en el presupuesto de inversión pública de entidades del Gobierno nacional
Miles de millones corrientes.

Año	Inversión del Gobierno nacional		%
	ACTI	Total	
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 ^(a)	1.120	45.500	2,5%

Fuente: DNP, 2015.

Nota: ^(a) Incluye aplazamiento.

Segundo, a nivel regional se encuentra el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (FCTI-SGR). El Fondo de CTI ha tenido una apropiación de \$3,23 billones para el periodo 2012-2015⁶³ y modificó el relacionamiento tanto de la nación con la región, como al interior de la institucionalidad de los departamentos, para la priorización de proyectos en CTI⁶⁴. A octubre de 2015, se han aprobado 261 proyectos por \$2,57 billones, de los cuales \$2,14 billones son del Fondo de CTI del SGR y \$0,55 billones corresponden a contrapartidas de distintas fuentes (Gobierno nacional, universidades, empresas, cooperación internacional, etc.).

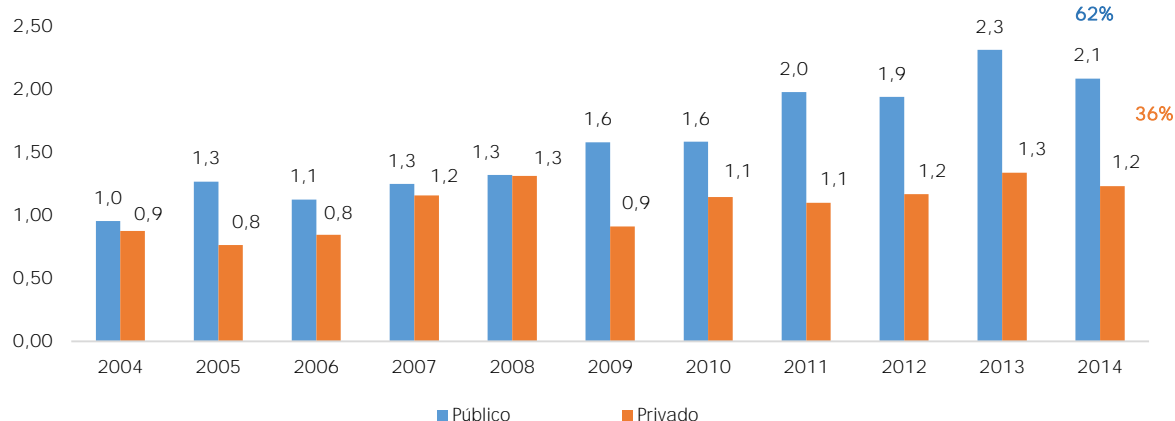
Sin embargo, del total de recursos del Fondo no se han comprometido \$1,09 billones, lo que evidencia dificultades en la presentación de proyectos de CTI por parte de las regiones. Entre las principales se destacan: i) dificultades para la priorización de proyectos de inversión en CTI en áreas estratégicas, por falta o múltiples ejercicios de focalización; ii) insuficiente articulación entre el Gobierno nacional y los gobiernos territoriales respecto a la concurrencia de fuentes de recursos públicos para CTI; iii) 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; iv) diferentes esquemas territoriales para la articulación y coordinación de actores relacionados con CTI, que pueden ser objeto de mejora y ganancia en eficiencia; y v) falta de capacidades de gestión por resultados en CTI dentro de los gobiernos subnacionales por la novedad de estas políticas públicas en varios departamentos.

⁶³ Apropiaciones: 100% de 2012, 100% de 2013-2014 y 50% de 2015-2016.

⁶⁴ Este relacionamiento se evidencia en el Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) del FCTI, en el que además de participar los Gobiernos Territoriales y el Gobierno nacional, tienen voz y voto las universidades.

Tercero, 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 privado⁶⁵, mientras que en 2014 fue 62% y 36%, respectivamente. Esto muestra una disminución en la participación del sector privado dentro del financiamiento (Gráfico 20). Lo anterior contrasta con algunos países de la OCDE en donde la participación del sector privado en la financiación de I+D⁶⁶, por ejemplo en Estados Unidos es el 74% y en Alemania el 68% (OCDE, 2012).

Gráfico 20. 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, la Tabla 11 se detalla en particular las leyes y decretos que en caso dado requieren ajustes, de acuerdo al diagnóstico del presente CONPES

Tabla 11. Marco normativo vigente para la CTI susceptible de ajustes normativos

Norma	Descripción	Motivo de ajuste
Innovación y emprendimiento		

⁶⁵ Los recursos de cooperación internacional completan el 100% de las fuentes.

⁶⁶ 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, en Colombia durante 2012 la mayor parte de la inversión en I+D fue realizada por el sector público, con un 51%.

Norma	Descripción	Motivo de ajuste
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. iNNpula 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.	
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.	Se requieren de análisis normativos para dinamizar su uso, particularmente en innovación.
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 modernización del Fondo Emprender.
Investigación 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 <i>spin-off</i> 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.	Se requiere ajustar la institucional actual en materia de CTI de acuerdo a lo expresado en la Ley 1753 de 2015.
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.	Artículo 186 <i>"Intégrese el Sistema de Competitividad e Innovación con el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación para consolidar un</i>

Norma	Descripción	Motivo de ajuste
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.	<i>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, y para alcanzar este objetivo se plantean 6 objetivos específicos: 1) Aumentar la actividad innovadora y de emprendimiento en el aparato productivo; 2) Generar las condiciones para la cooperación de los sectores productivo, público y privado por medio de la TCT; 3) Aumentar la generación de conocimiento de alto valor agregado que dé respuesta a las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo del país; 4) Incrementar el capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

Los dos últimos objetivos son considerados condiciones habilitantes de la política de CTI, 5) Consolidar una cultura favorable a la ciencia, tecnología e innovación para los actores del SNCCTI y los ciudadanos y 6) Desarrollar un sistema e institucionalidad habilitante para la CTI.

5.1. Incrementar el capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

En esta sección 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, el Gobierno nacional ha venido impulsando iniciativas para incrementar la formación de capital humano en otros niveles. En primer lugar, mediante el documento CONPES 3835⁶⁷, 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 esta sección se plantean dos estrategias, que se presentan a continuación.

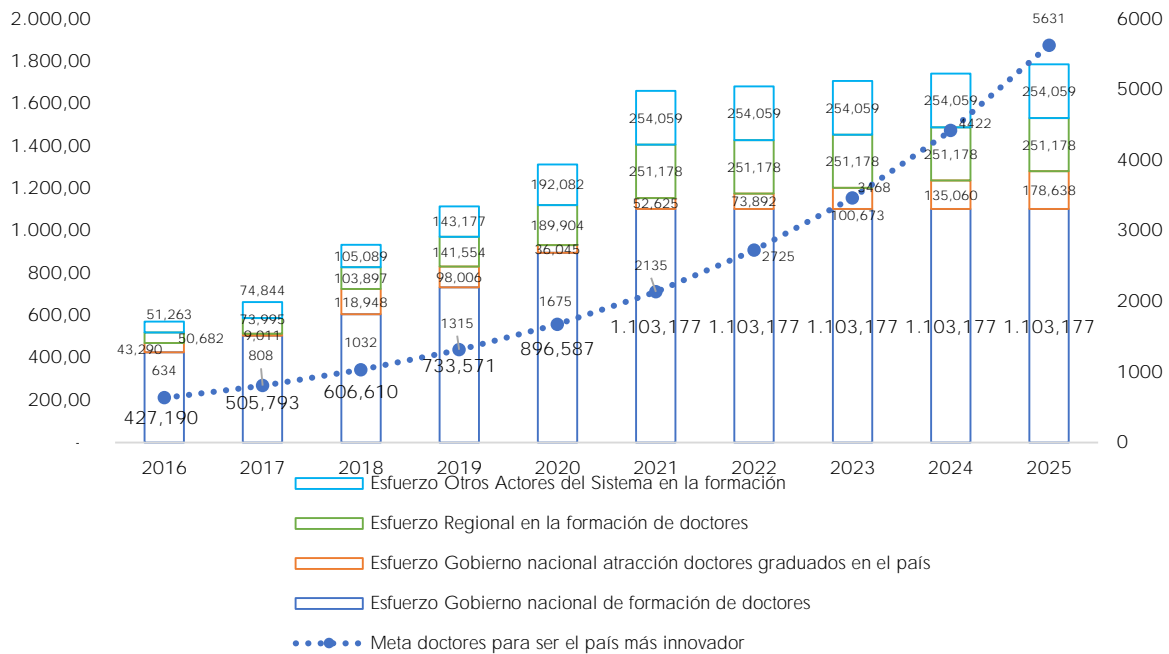
5.1.1. Incrementar el capital humano altamente calificado para la realización de actividades de ciencia, tecnología e Innovación con criterios de calidad y pertinencia.

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, la financiación ha dependido de los recursos del PGN, especialmente a través del presupuesto de inversión de COLCIENCIAS, y el 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 estima que el país necesitaría invertir por lo menos 14,4 billones de pesos durante los próximos diez años para graduar 5.631 doctores y alcanzar los niveles de Brasil, meta que se podría lograr con un aporte del Gobierno nacional del 60% (9,5 billones) (Gráfico 21). En el Anexo 8 se detallan los supuestos para el cálculo de los costos y las estrategias definidas para alcanzar estas metas. Así mismo, se presenta el escenario alternativo en cuanto a costos y estrategias para alcanzar el promedio latinoamericano en lugar de Brasil.

⁶⁷ Declaración de importancia estratégica del proyecto de apoyo a la formación de capital humano altamente calificado en el exterior.

Gráfico 21. Formación de capital humano altamente calificado y su costo para alcanzar los niveles de Brasil



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:

Primero, reconocer la formación de capital humano altamente calificado, especialmente la formación doctoral, como una inversión de importancia estratégica para el país a través de un mecanismo de financiación no menor a 10 años. Esta acción podrá evaluar diferentes tipos de ingresos para garantizar los recursos de formación, estableciendo mecanismos de retorno de las personas formadas y 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.

Segundo, identificar otros mecanismos de financiación que permitan complementar esta apuesta del Gobierno nacional, en particular con el sector privado. En este sentido se escalarán esquemas de formación de capital humano altamente calificado orientado y alineado a las necesidades productivas del país, a partir de la experiencia piloto de COLCIENCIAS de inserción de doctores en las empresas. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS, el DNP y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Tercero, promover que la investigación a realizar en los procesos de formación doctoral esté alineada con las áreas de conocimiento y tecnologías transversales priorizadas.

5.1.2. Mejorar el balance de la vinculación sectorial de capital humano altamente calificado

La formación de doctores tiene el potencial de incrementar la calidad de la investigación y de la educación superior en general. En este contexto, se hace evidente la necesidad de mecanismos que permitan vincular el capital humano formado en la academia, el sector productivo y el sector público.

Frente a la necesidad de incrementar el número de docentes con formación doctoral, y su vinculación efectiva en la academia, se establecen las siguientes acciones.

Primero, fortalecer los criterios de calidad de las universidades del país. En esta medida el Ministerio de Educación Nacional, el ACN y COLCIENCIAS elaborarán una propuesta que permita valorar la vinculación de doctores en los modelos de acreditación de las universidades del país.

Segundo, condicionar los mecanismos de condonación para los doctores formados y apoyados con recursos de la nación a su participación y vinculación en la academia y el sector privado. Para ello, COLCIENCIAS presentará un esquema de condonación.

Tercero, incrementar los incentivos para vincular capital humano altamente calificado en el sector público para lo cual se plantea 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. Además, implica 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 la estrategia se fomentará la realización 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.

Cuarto, elaborar una propuesta para tipificar la vinculación de capital altamente calificado en empresas como un proyecto calificado para acceder a beneficios tributarios de CTI. Para ello el CNBT elaborará una propuesta de tipología, y COLCIENCIAS y el DNP estimarán el impacto y el costo fiscal de esta ampliación de los beneficios tributarios.

Quinto, replicar 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, SENA, Ministerio de Comercio Industria y Turismo y COLCIENCIAS trabajarán en la implementación de este programa priorizando a empresas

que cuenten con Unidades de I+D reconocidas, Empresas Altamente Innovadoras, o empresas ubicadas en Parques de CTI.

5.2. 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, el presente documento CONPES focaliza los esfuerzos en áreas del conocimiento y tecnologías habilitantes prioritarias de acuerdo a las capacidades de investigación construidas en el país, así como a los desafíos económicos y sociales que enfrenta Colombia. Con estos criterios, las áreas de conocimiento definidas para la I+D son energías renovables, salud y alimentos, y las tecnologías transversales son biotecnología, materiales y nanotecnología, y TIC. En el Anexo 9 se encuentra la justificación de estos focos y áreas estratégicas.

El presente objetivo se desarrolla en cuatro estrategias orientadas a aumentar el impacto de la I+D.

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

Para esta estrategia se definieron las siguientes acciones:

Primero, establecer fuentes de financiación estables para una I+D de alta calidad y con propósito, en cada una de las áreas de conocimiento de alimentos, energías renovables y alimentos, así como en las tecnologías transversales de biotecnología y nanotecnología con la participación de los Ministerios y demás entidades sectoriales relacionadas. 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, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Segundo, establecer cinco Centros Nacionales de Investigación de alta calidad como mecanismo para alcanzar posiciones de liderazgo internacional en I+D en las áreas de conocimiento y tecnologías prioritarias. Estos centros 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 Minas y Energía, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y el DNP.

Tercero, fomentar la creación de unidades empresariales de I+D+i, empresas altamente innovadoras (EAI) y parques tecnológicos para estimular la vinculación de investigadores en el sector productivo. Esta acción será implementada por COLCIENCIAS y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Cuarto, caracterizar la infraestructura disponible en el país para la realización de I+D en los diferentes departamentos y por áreas del conocimiento, a través de un sistema de información 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.

Quinto, diseñar un plan de modernización y ampliación de la infraestructura nacional para I+D a partir de la caracterización resultante de la acción anterior. 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.

Sexto, diseñar incentivos e instrumentos para la certificación y aplicación de buenas prácticas internacionales en 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.

5.2.2. Ajustar el sistema de incentivos para la producción científica nacional desarrollo de alta calidad.

Las acciones de esta estrategia promueven los tipos de producción científica con mayor impacto sobre las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo del país.

Primero, 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, en conjunto con el Ministerio de Educación Nacional.

Segundo, 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:

- a) Aumentar la relevancia de los productos de “nuevo conocimiento” y de “desarrollo tecnológico e innovación”.

- b) Redefinir los productos de “apropiación social del conocimiento” y “formación de capital humano” y su valoración dentro del modelo en respuesta a las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo del país.
- c) 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.
- d) 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.
- e) Diseñar opciones de mejora para ajustar en la medida de lo posible los anteriores lineamientos en el decreto 1279 de 2002.

Esta acción será implementada por COLCIENCIAS y el DNP.

5.2.3. 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.

Primero, diseñar e implementar una Estrategia de Internacionalización de la Investigación que incluya:

- a) Acuerdos de cooperación científica con países e instituciones líderes, en las áreas y tecnologías estratégicas definidas en esta política, a partir de objetivos comunes de investigación y con un seguimiento detallado al desarrollo de estos acuerdos.
- b) Aplicación a fuentes de financiamiento de proyectos conjuntos de investigación con instituciones académicas líderes a nivel mundial y regional en las áreas y tecnologías estratégicas 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 estratégicas 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.

Segundo, identificar e implementar acciones para superar las barreras normativas que obstaculizan la vinculación de investigadores extranjeros a actividades de I+D en el país.

Esta acción será implementada por COLCIENCIAS en coordinación con los Ministerios relacionados con las áreas y focos de conocimiento y el Ministerio de Relaciones Exteriores.

5.2.4. Establecer un direccionamiento estratégico de la I+D

Para alcanzar esta estrategia se plantean las siguientes acciones.

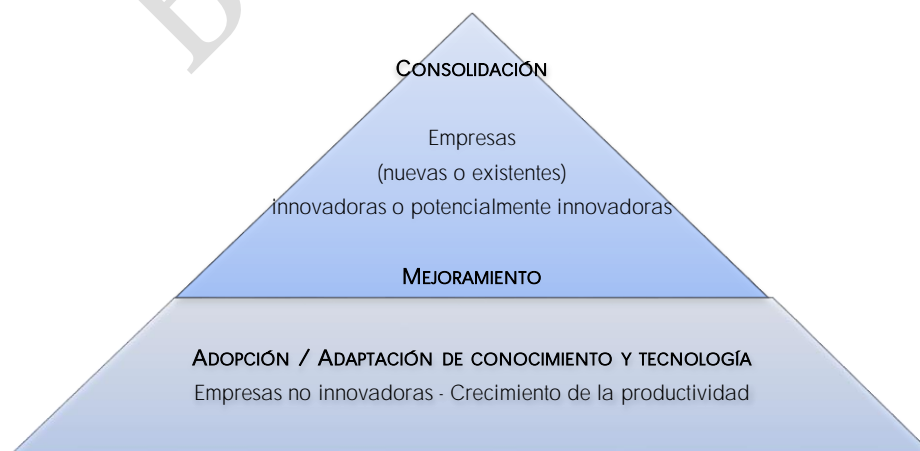
Primera, definir una agenda nacional de investigación con visión de mediano y largo plazo. Dicha agenda incluirá: i) una agenda para la investigación básica, orientada a la generación de conocimiento de frontera en las áreas de salud, alimentos, energías renovables, biotecnología, nanotecnología y TIC; y ii) una agenda para la investigación aplicada, orientada a la solución de problemas del sector productivo y de problemas sociales nacionales y regionales. Esta acción será liderada por COLCIENCIAS en coordinación con sectores administrativos.

Segunda, crear e implementar un único sistema de información que reúna datos normalizados y comparables a nivel nacional e internacional de 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.

5.3. Aumentar la actividad innovadora y de emprendimiento en el aparato productivo.

De acuerdo al diagnóstico, es necesario desarrollar estrategias diferenciadas de intervención en innovación y emprendimiento de acuerdo al nivel de desarrollo de las empresas. Para ello se implementará un plan de innovación y emprendimiento al 2020, el cual adoptará el siguiente marco de intervención (Gráfico 22).

Gráfico 22. Énfasis del plan de innovación y emprendimiento al 2020



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

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta la estrecha relación entre innovación, emprendimiento y TCT, el presente objetivo se enfoca en el mejoramiento y consolidación de las capacidades de innovación y emprendimiento y se establecen las siguientes estrategias y acciones:

5.3.1. Consolidar las capacidades de los agentes y sus relaciones de acuerdo a sus nivel de desarrollo

Para esta primera estrategia se definen las siguientes acciones. Primero, rediseñar e implementar el programa de cofinanciación con base en la experiencia de las convocatorias de innovación expuestas en el diagnóstico.

Segundo, buscando promover la articulación entre las empresas y las entidades de soporte, incluir como mecanismo de ese programa un *voucher* de innovación. Los *voucher* promoverán la competencia entre IGC para proveer soluciones pertinentes y serán destinados a cofinanciar procesos de innovación como por ejemplo, desarrollo de prototipos y pilotaje, pruebas de concepto, validación comercial y propiedad intelectual. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en articulación con iNNpulsa Colombia (UGCE), COLCIENCIAS y el SENA, con plazo del diseño y pilotaje del mecanismo hasta 31 de diciembre de 2016.

Tercero, desarrollar un programa de formación y entrenamiento orientados al fortalecimiento y desarrollo de capacidades en emprendimiento, a través de instrumentos que abordan las distintas etapas de creación de nuevas líneas o modelos de negocio. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo a través de iNNpulsa Colombia (UGCE), en coordinación con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Cuarto, desarrollar un programa de consolidación de capacidades para las entidades de apoyo en incubación y aceleración de empresas, con criterios de desempeño asociados a resultados en la calidad del acompañamiento y el éxito de los proyectos. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo a través de iNNpulsa Colombia (UGCE).

Quinto, desarrollar un programa para la consolidación de la innovación a nivel empresarial, a través de instrumentos que aborden: i) gestión de la innovación, el conocimiento y la tecnología; ii) desarrollo de nuevos productos y servicios; iii) innovación abierta, y iv) emprendimiento corporativo (*spin off* Corporativos, intraemprendimiento). Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en articulación con iNNpulsa Colombia (UGCE), COLCIENCIAS, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y el SENA.

Sexto, para fortalecer el desarrollo de proyectos de innovación, todas las entidades adscritas al SNCCTI promoverán el uso de los beneficios tributarios, de acuerdo a las recomendaciones del CONPES 3834 de 2015, ampliando el alcance de la estrategia de comunicación y capacitación en las regiones.

Séptimo, escalar Iniciativas regionales de innovación y emprendimiento que permitan dinamizar los Sistemas Regionales de Innovación, como lo han hecho programas como Ruta N en Medellín o Manizales+. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en coordinación con el DNP.

5.3.2. 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:

Primero, 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 Bancóldex e iNNpulsa Colombia (UGCE). Esta acción incluirá para el periodo 2016-2018: i) 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 Bancóldex en seguimiento en lo establecido en el artículo 14 de la Ley 1753 de 2015; ii) realizar procesos de análisis de impacto normativo para superar las barreras en cuanto a: la creación de nuevos instrumentos de financiamiento en etapa temprana, la llegada al país de inversionistas (capital de riesgo y constitución de empresas) en innovación y emprendimiento, y el cierre de empresas.

Segundo, desarrollar programas de acompañamiento para empresas con potencial de crecimiento para su ingreso al mercado de valores y deuda, superando las barreras regulatorias existentes.

Tercera, 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.

Cuarto, modernizar el Fondo Emprender del SENA, incluyendo validación temprana en mercados, para que en conjunto con todos los actores relacionados con el emprendimiento se fortalezca el apoyo a proyectos para la creación de empresas que tengan pertinencia con la realidad productiva y económica de las regiones.

Quinto, desarrollar en las entidades del gobierno central esquemas de intervención que hagan uso de las compras públicas innovadoras con el fin de dinamizar la inversión privada en actividades que impliquen la generación de nuevo conocimiento y tecnologías, a partir

del aprendizaje de los pilotos implementados por Colombia Compra Eficiente. Esta acción será liderada por el DNP en articulación con Colombia Compra Eficiente, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y COLCIENCIAS.

5.4. Generar condiciones para la cooperación de los sectores productivo, público y privado por medio de la TCT

La transferencia de conocimiento y tecnología se constituye en el eje articulador de los demás objetivos abordados por la política de ciencia, tecnología e innovación y determinante en la interacción de los distintos actores del SNCCTI. Las siguientes son las estrategias definidas para TCT:

5.4.1. Preparar al aparato productivo para el aprovechamiento de la TCT

Esta estrategia se enfoca en la adopción y adaptación del conocimiento y tecnología existente. Para ello, la principal acción es implementar el Programa Nacional de Escalamiento de la Productividad, teniendo en cuenta los resultados de la evaluación del programa piloto de extensión tecnológica. Este programa se enfocará en:

- a) Mejoramiento de las capacidades gerenciales a través del diagnóstico e implementación de plan de mejora.
- b) Diagnóstico del estado actual de la tecnología de la empresa.
- c) Acompañamiento para la adaptación y absorción de conocimiento y tecnología.

Para esta acción será liderada por el Viceministerio de Desarrollo Empresarial del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, quien establecerá la Unidad Coordinadora del programa, y trabajará en la ejecución en conjunto con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el SENA.

5.4.2. Fortalecer a las instituciones generadoras de conocimiento para la TCT

Para esta estrategia se definen las siguientes acciones:

Primero, desarrollar programas de entrenamiento para gestores de las IGC, que 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 IGC; 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, en coordinación con el SENA y COLCIENCIAS.

Segundo, generar incentivos a los investigadores con interés en crear empresas de base tecnológica, para que adquieran habilidades gerenciales, comerciales y de TCT. Esta acción

incluirá la realización de un análisis de impacto normativo para superar las barreras en cuanto a la conformación de *spin-off* universitarios en IES públicas y será liderada por el Ministerio de Educación Nacional y COLCIENCIAS.

5.4.3. Fortalecer los servicios de apoyo a la TCT y vinculación de actores

En cuanto a los servicios de apoyo a la TCT, estos se fundamentan en las capacidades de los agentes que interactúan en representación de instituciones facilitadoras para la transferencia de conocimiento y tecnología. Para esta estrategia se establecen las siguientes acciones:

Primero, implementar una plataforma tecnológica para el Descubrimiento y Aprovechamiento de Tecnologías Aplicables (DATA) que permita la conexión entre expertos de diversos campos para coordinar oferta y demanda de soluciones técnicas y su implementación en el sector privado. Esta plataforma permitirá identificar y tener actualizada la oferta de servicios de apoyo a la TCT respecto a: i) tecnologías, capacidades y servicios tecnológicos que sean ofertados por las IGC y las entidades de apoyo a la TCT, útiles al aparato productivo; y ii) necesidades, demandas y brechas tecnológicas de los sectores productivos en las regiones, que evidencien la necesidad de adelantar procesos de reconversión tecnológica y de TCT. Esta acción será liderada por el DNP, en coordinación con los sectores administrativos que diseñan y ejecutan recursos de CTI, y en especial con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en lo relacionado a la plataforma tecnológica.

Segundo, en conjunto con la anterior acción, implementar una estrategia de comunicación y búsqueda de empresarios dirigida a los potenciales usuarios del programa de Escalamiento de la Productividad. Esta acción será liderada desde el Gobierno nacional por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en conjunto con los gobiernos locales y entidades en las regiones, como los gremios, las Cámaras de Comercio, los Centros de Productividad e Innovación, los CDT, las grandes empresas, entre otros.

Tercero, 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).

Cuarto, desarrollar un programa nacional para la consolidación los servicios de apoyo a la TCT. Este programa incluirá mecanismos que permitan: i) apoyar las alianzas estratégicas entre IGC nacionales y entidades internacionales; ii) adelantar acciones de cooperación internacional que promueva 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; iii) acreditar 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); iv) diseñar una estrategia para atraer *brokers* tecnológicos internacionales; y v) desarrollar un mercado de agentes intermediarios para la TCT en el mercado nacional e internacional. Esta acción será liderada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en coordinación con el Ministerio de Educación, COLCIENCIAS y el SENA.

Quinto, promover la inclusión de los parques de CTI en los planes de ordenamiento territorial municipales para consolidar espacios de interacción entre IGC y el sector productivo, promoviendo el aprovechamiento de economías de escala y uso de bienes comunes a través del artículo 12 de la Ley 1753 de 2015.

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.

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

Primero, 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, Ministerio de Cultura, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (iNNpulsa), Ministerio de Comercio Industria y Turismo, Ministerio de Educación Nacional, empresarios, y organismos internacionales serán fundamentales.

Segundo, 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.

Tercero, 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. 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.

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 las siguientes.

Primero, 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 Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Cultura, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Educación Nacional, e iNNpulsa implementarán espacios de movilización masiva para la participación como ferias de ciencia, semanas o temporadas de ciencia, campus, y festivales del conocimiento.

Segundo, 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 aras de buscar la sostenibilidad de los centros, se buscará trabajar coordinadamente con las regiones, así como con Cámaras de Comercio, ONG, organismos internacionales, fundaciones sin ánimos de lucro y empresarios que busquen procesos de responsabilidad social de sus regiones.

Tercero, establecer 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, para lo cual será necesario que COLCIENCIAS coordine esta acción en conjunto con aliados como Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Ministerio de Cultura, Ministerio de Educación Nacional, iNNpulsa, la Comisión Nacional de Televisión., Fondo Cinematográfico, el Sistema de Medios Públicos, RTVC y organismos internacionales.

Cuarto, afianzar programas como Ondas, Jóvenes Investigadores, Semilleros y Nexo Global. Para ello, se deberán ajustar estos programas de acuerdo a los resultados que arrojen las evaluaciones de impacto realizadas a cada uno. En los próximos 10 años el Programa Ondas, jóvenes investigadores y Nexo Global de COLCIENCIAS impactará 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 una batería de indicadores de productos y resultados de procesos de Apropiación Social para el fomento de una cultura en CTI.

5.6. Desarrollar un sistema e institucionalidad habilitante para la CTI

Este objetivo 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. Consolidar la arquitectura institucional actual de la CTI

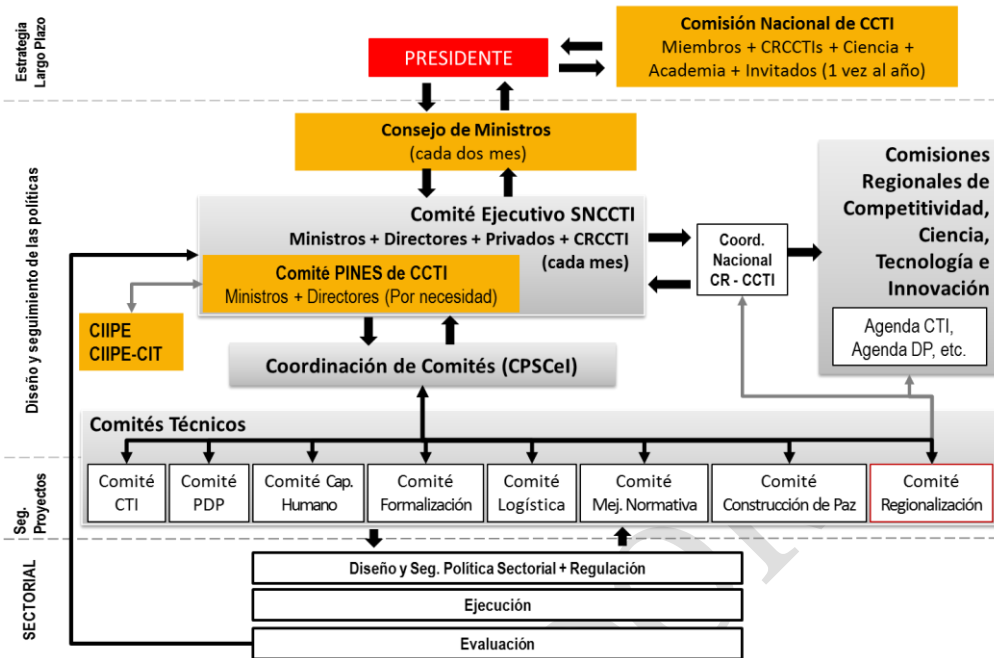
El artículo 186° de la Ley 1753 de 2015, referente a la creación del Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI), ordenó al Gobierno nacional reglamentar la organización, articulación y funcionamiento de ese Sistema, teniendo en consideración los siguientes aspectos:

- 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 10 el detalle de la gobernanza del SNCCTI (.).

Gráfico 23). Con el fin de implementar el sistema, se deberá adoptar la configuración de la gobernanza del SNCCTI a través de Decreto Reglamentario, con plazo máximo el 31 de diciembre de 2016. La entidad líder de esta acción es Presidencia de la República, en coordinación con todas las entidades del SNCCTI.

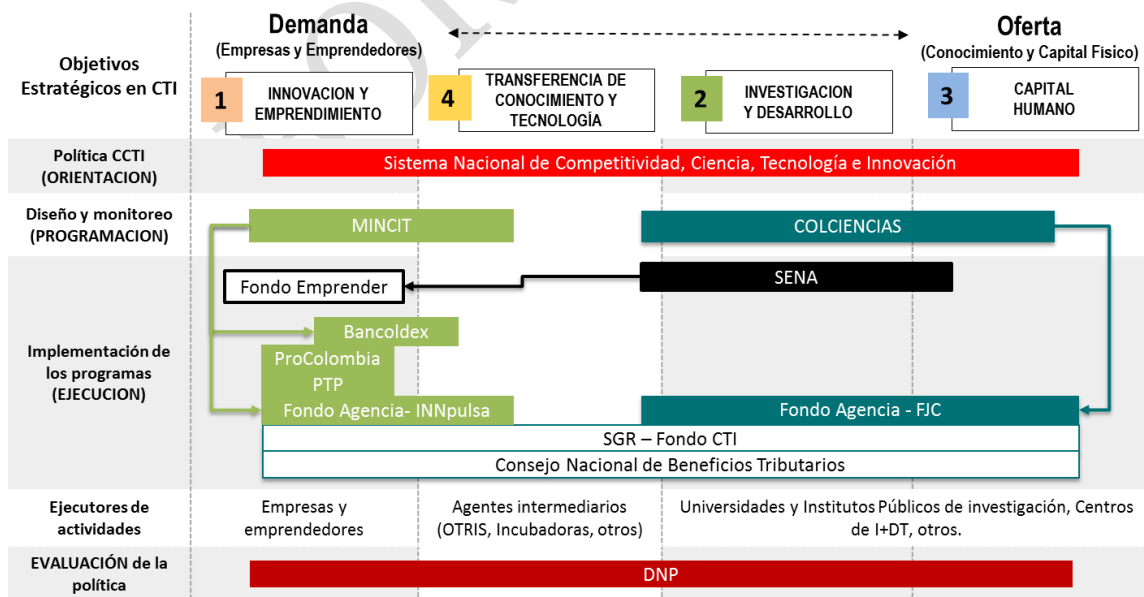
Gráfico 23. Gobernanza propuesta para el SNCCTI



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

En cuanto a los roles de las entidades dentro del SNCCTI, el presente documento CONPES establece la siguiente configuración (Gráfico 24).

Gráfico 24. Roles y responsabilidades de la política de CTI



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

Para poner en marcha esta configuración, se plantean las siguientes acciones. Primero, asignar en la función de formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar e implementar la Política de Estado en materia de innovación y emprendimiento, al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en articulación con la PDP, y en materia de ciencia y tecnología a COLCIENCIAS.

Segundo, separar los roles de programación de las políticas con la ejecución de programas e instrumentos en el SNCCTI. Para ello se requiere:

- a) Designar a iNNpulsa Colombia (UGCE) como el principal ejecutor de instrumentos de Innovación y Emprendimiento.
- b) Separar en el proceso de reestructuración de COLCIENCIAS explícitamente las funciones de programación y ejecución, fortaleciendo la Unidad de Diseño y Evaluación de la Política de CTI de COLCIENCIAS, y designando al Fondo Francisco José de Caldas como el principal ejecutor de instrumentos 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, 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 y de instrumentos.

En el diseño, seguimiento y evaluación de la política de CTI, se establecen como acciones:

Primero, 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 a cargo de COLCIENCIAS, con fecha de ejecución a 30 de diciembre de 2016. Estos planes buscan dar los lineamientos de mediano plazo acordes a la estrategia de largo plazo del presente documento CONPES.

Segundo, el Comité Ejecutivo del SNCCTI con el apoyo de su Secretaría Técnica, establecerá indicadores de referencia de la política de CTI con el fin de analizar periódicamente el avance en el cumplimiento de las metas de los mismos. Estos indicadores deberán contar con líneas base, metas intermedias y metas objetivos para cada uno de los cuatro objetivos de este documento (Tabla 12). En el Anexo 11 se muestran los Indicadores de referencia del PND 2014-2018 vinculados a la política de CTI.

Tabla 12. 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				
Investigación y Desarrollo				
Capital Humano				
Transferencia de conocimiento y tecnología				
Impacto				

Fuente: DNP.

Tercero, 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. En este aspecto se realizarán 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.

Cuarto, con miras a atender la recomendación de la (OCDE, 2014) en cuanto a los retos en información (Ver Numeral 4.6.2), se implementará 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). El Plan deberá incluir la revisión de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) tanto en manufactura como en servicios para mejorar en cuanto a cobertura sectorial, representatividad departamental y periodicidad. Esta acción estará a cargo de COLCIENCIAS en coordinación con el DANE, DNP y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Quinto, fortalecer el desarrollo indicadores e índices subregionales en CTI con comparabilidad internacional, a partir de referentes internacionales como el *Global Innovation Index*. Esta acción estará a cargo del DNP y COLCIENCIAS.

Ahora, en el diseño, seguimiento y evaluación de los instrumentos de CTI, se busca mejorar la eficiencia y efectividad del gasto en CTI, para lo cual se establecen las siguientes acciones.

Primero, implementar cada cuatro años un análisis de gasto público en CT, 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 (DSEPP), con coordinación de la Dirección de Desarrollo Empresarial (DDE).

Segundo, implementar el Portal de Innovación como una ventanilla única de la oferta de instrumentos de CTI guardando coherencia con lo establecido en el PND 2014-2018. 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, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y COLCIENCIAS, y con fecha de ejecución a 30 de diciembre de 2017. En el Anexo 12 se establecen los mecanismos de seguimiento y evaluaciones realizadas.

Tercero, desarrollar una evaluación para los proyectos de CTI financiados con fondos parafiscales del sector agro, acción que será liderada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, COLCIENCIAS, el Departamento Nacional de Planeación. En el Anexo 13 se encuentra un mayor detalle de la normatividad y entidades ejecutoras de fondos parafiscales para CTI.

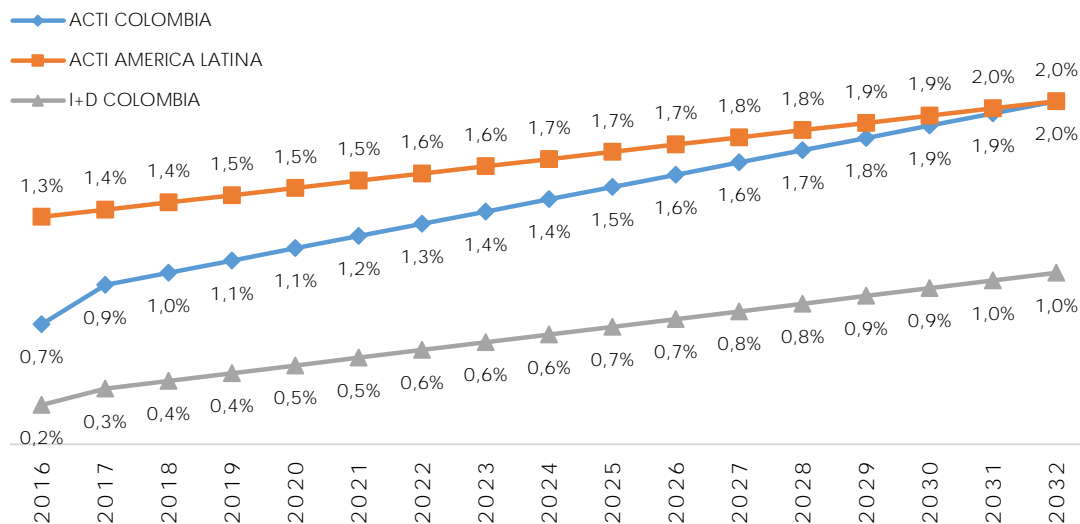
5.6.3. Aumentar el esfuerzo público para financiar la CTI como mecanismo de desarrollo económico y social.

De acuerdo con el diagnóstico, la inversión en I+D está relacionada con los niveles de complejidad económica y de ingreso per cápita (OCDE, 2015). Por lo tanto, con el fin de plantear un aumento sostenido de los recursos para 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 (Gráfico 25). 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) Colombia alcanza la senda de crecimiento de América Latina en 2032, con esfuerzos públicos y, en especial, de los privados.
- c) 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*.

- d) Alcanzar un porcentaje similar al promedio de América Latina en la inversión en I+D como porcentaje del PIB.

Gráfico 25 Proyección de inversión en ACTI e I+D, 2015-2032



Fuente: Cálculos DNP, 2015.

Como resultado de este ejercicio el país debe alcanzar una meta del 1% del PIB en ACTI en 2018, así como el 1,5% en ACTI en el 2025. En el Anexo 14 se muestra para el periodo 2016-2025 la desagregación de la inversión en ACTI por fuentes.

Las acciones relacionadas con el aumento del esfuerzo público para financiar la CTI como mecanismo de desarrollo económico y social, están en construcción. Las siguientes acciones corresponden a recursos adicionales al PNG.

Primero, estructurar proyectos tipo (estandarizados) de la oferta de instrumentos públicos en CTI del orden nacional que pueden aplicarse en cada departamento. Esta acción favorece 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. Esta acción será liderada por COLCIENCIAS y DNP en coordinación con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Educación Nacional, SENA e iNNpulsa, con plazo de ejecución hasta diciembre de 2016.

Segundo, implementar un conjunto de incentivos para favorecer la vinculación del sector empresarial dentro de los proyectos regionales financiados con recursos del Fondo de CTI del Sistema General de Regalías. Para esto se incluirá la armonización procedimental con los beneficios tributarios en materia de CTI, la optimización de las modalidades de asociación público-privadas, el uso de las modalidades contractuales para actividades de

CTI, entre otros. Esta acción será liderada por COLCIENCIAS en coordinación con el DNP y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Tercero, construir un programa de fortalecimiento y transferencia de capacidades para la gestión pública subnacional 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 formales y virtuales de formación a través de MOOC⁶⁸, entre otros. Esta acción será liderada por COLCIENCIAS y DNP en coordinación con el DAFP.

Cuarto, 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 corresponderá con las estrategias y acciones definidas en la presente política y con la política de desarrollo productivo. Esta acción será liderada por COLCIENCIAS y DNP.

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 presentar un proyecto de Ley de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación que incluya: i) ajustes al 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), y iv) Mecanismos de Financiamiento. 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.

6. 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

⁶⁸ Massive Online Open Courses. Algunos ejemplos se encuentran en www.edx.org o www.coursera.org.

recursos para la financiación de las estrategias que se proponen, acorde con el Marco de Gasto de Mediano Plazo (MGMP) del respectivo sector.

Esta sección está en construcción con los sectores administrativos que lideran el Plan de Acción y Seguimiento (PAS)

7. RECOMENDACIONES

Esta sección está en construcción y tendrá en cuenta las recomendaciones enviadas durante el proceso de socialización de la política pública de CTI.

BORRADOR

8. 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	http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf

Concepto	Descripción	Autor	Año	Fuente
Estrategia de arriba hacia abajo (Top-Down)	<p>Punto de partida del análisis de la implementación de la política pública: Decisiones de las autoridades político-administrativas (PPA, planes de acción).</p> <p>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.</p> <p>Criterios de evaluación de la calidad de la implementación de la política pública:</p> <p>Regularidad (conformidad legal) del proceso de implementación y Eficacia: grado de realización de los objetivos formales del PPA.</p> <p>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?</p>	Sabatier & Mazmanian,	1979	THE IMPLEMENTATION OF PUBLIC POLICY: A FRAMEWORK OF ANALYSIS

Concepto	Descripción	Autor	Año	Fuente
Estrategia de abajo hacia arriba (Bottom-up)	<p>Punto de partida del análisis de la implementación de la política pública:</p> <p>Actividades de la red de implementación a nivel local (APA, red de acción pública)</p> <p>Proceso para la identificación de los principales actores de la política pública: Desde abajo (<i>street-level actors</i>), hacia arriba, considerando de manera simultánea los actores públicos y privados</p> <p>Criterios de evaluación de la calidad de la implementación de la política pública: No tiene criterios claramente definidos a priori.</p> <p>Evaluación del grado de participación de los actores involucrados. Evaluación del nivel de conflicto de la implementación</p> <p>Interrogante fundamental (para la gestión de las políticas públicas): ¿Qué interacciones entre los actores públicos y privados de una red de acción pública deben tomarse en cuenta durante la implementación para que esta sea aceptada?</p>	Hjern & Hull,	1982	Helping Small Firms Grow: An Implementation Analysis of Small Firm Assistance Structures

Concepto	Descripción	Autor	Año	Fuente
Innovación	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.	Manual de Oslo, OCDE-EUROSTAT	2005	http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion
Innovación de mercadotecnia	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.	Manual de Oslo, OCDE	2005	http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%3%ADa-e-Innovaci%3%B3n-2008.pdf
Innovación de organización	Es la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.	Manual de Oslo, OCDE	2005	http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%3%ADa-e-Innovaci%3%B3n-2008.pdf
Innovación de proceso	Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales 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.	Manual de Oslo, OCDE	2005	http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%3%ADa-e-Innovaci%3%B3n-2008.pdf

Concepto	Descripción	Autor	Año	Fuente
Innovación de producto	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. 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.	Manual de Oslo, OCDE	2005	http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf
Innovación nueva para el mercado	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 empresas nacionales e internacionales.	Manual de Oslo, OCDE	2005	http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf

Concepto	Descripción	Autor	Año	Fuente
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>	Manual de Oslo, OCDE	2005	http://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/09/Conceptos-B%C3%A1sicos-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovaci%C3%B3n-2008.pdf
Innovación tecnológica	<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>	Manual de Oslo	2005	http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion

Concepto	Descripción	Autor	Año	Fuente
I+D	<p>El término I+D engloba tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental, que se describen con detalle en la sección 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 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>	OCDE	2002	Manual Frascati

Concepto	Descripción	Autor	Año	Fuente
Modelo de la Triple Hélice	Universidad-Empresa-Estado	Henry Etzkowitz, Loet Leydesdorff	2000	The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations.
Modelo de la Cuádruple Hélice	Universidad-Empresa-Estado-Sociedad	Carayannis and David F.J. Campbell	2009	Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems
Modelo de la quintuple Hélice	Universidad-Empresa-Estado-Sociedad-Medio Ambiente	Eliás 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	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 & Country Rank)	Scimagolab		http://www.scimagolab.com/

Concepto	Descripción	Autor	Año	Fuente
Transferencia de tecnología	<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> <p>* Proveedor: quien provee la tecnología.</p> <p>* Receptor: quien recibe la tecnología.</p> <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>	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD)	1990	Informe sobre conferencia de las naciones unidas sobre comercio y desarrollo

BORRADOR

ANEXOS

Anexo 1. Plan de Acción y Seguimiento (PAS)

Ver archivo en Excel (pendiente).

BORRADOR

Anexo 2. 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 solo 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 desarmen de preconcepciones 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.

BORRADOR

Anexo 3. Etapas de la política de CTI

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

La reforma constitucional de 1968 dio paso a un fortalecimiento institucional y administrativo de las entidades públicas que venían desarrollando actividades de ciencia y tecnología. La creación de Departamentos Administrativos y Establecimientos Públicos con estructuras presupuestales propias fue un primer paso para generar iniciativas como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (hoy COLCIENCAS) y el Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales Francisco José de Caldas, bajo el decreto 2869 de 1968.

BORRADOR

Segunda etapa: La construcción del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT)

Tabla 13. 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 Ley 393 de 1991	Estableció las formas asociativas para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías.	Estimuló e incentivó que los particulares se asociaran con el Estado en el desarrollo y promoción de la ciencia	Facilitar la articulación entre estas formas de asociación y nuevos modelos como Asociaciones Público Privadas, Compra Pública Innovadora, entre otros.
Decreto Ley 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)
Decreto Ley 591 de 1991	Por el cual se regulan las modalidades específicas de contratos de fomento de actividades científicas y tecnológicas.	Creación de un régimen de contratación específico para las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación.	Corregir la dispersión normativa, es necesario recurrir tanto al Estatuto General de Contratación de la Administración Pública y sus múltiples decretos reglamentarios.
Ley 6 de 1992 artículos 3,4 y 21	Estímulos tributarios a la CyT	Deducción por donaciones, inversiones en CyT y exención de IVA a equipos importados en proyectos de I+D	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 para estimular la inversión privada en actividades de privadas de CTI.

CONPES/Ley/Decreto	Descripción	Resultados	Retos
Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo 1993	"Colombia al filo de la oportunidad".	Recomendaciones en torno a los cambios de la educación, la ciencia y la tecnología.	Los principales retos después de 20 años siguen vigentes: "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..."
CONPES 2739 de 1994	Política nacional de ciencia y tecnología 1994-1998	Recoge el diagnóstico y las principales recomendaciones de "Colombia al filo de la oportunidad". Fortalecimiento del Sistema nacional y regional de Innovación al interior del SNCyT. 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.	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 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.
Ley 344 de 1996, Artículo 16	Recursos del SENA a programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo.	Nuevos y significativos recursos al SNCyT, especialmente en Programas de Desarrollo Tecnológico Productivo \$345 mil millones en 2012. Articulación de las entidades del gobierno, y los diversos actores del SNCyT.	Articular, en una sola política de CTI a los diferentes actores del sistema, especialmente al Sena. Tener en cuenta la evaluación de resultados del programa, adelantada en 2010.

Fuente: Elaborado por DNP.

Tercera etapa: Fortalecimiento del SNCyT, 2000-2008

Tabla 14. 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).
Ley 643 (artículo 42, literal B) de 2001	Creación del Fondo de Investigación en Salud	Ingresaron y se aseguraron nuevos recursos para el sector salud en el presupuesto de COLCIENCIAS en proyectos a nivel departamental.	Evaluación de impacto y réplica del modelo de creación de Fondos Sectoriales.
Acuerdo del CNCyT 004 de 2002	Reconocimiento de autoridades departamentales en CyT.	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.	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 y Crédito BM 2002-2003	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)	Mejorar la calidad de los programas de doctorado nacionales, así como su pertinencia
Visión 2019 Ciencia, Tecnología e innovación (DNP, 2006)	Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación	Elaboración de propuesta <i>para 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	Visión de la CTI en 2019 "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".
Colombia construye y siembra futuro (Colciencias, 2008)	Plan nacional de fomento a la investigación y a la innovación.	Elaboración de <i>documento para discusión</i> , fundamentado en la generación de conocimiento científico y tecnológico aprovechando el talento humano.	"Crear condiciones para que el conocimiento sea un instrumento de desarrollo"

CONPES/Ley/Decreto	Descripción	Resultados	Retos
CONPES 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"	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.	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.

Fuente: Elaborado por DNP.

BORRADOR

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

Tabla 15. 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.	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). Creación del Consejo Nacional de Beneficios Tributarios.	Coordinación entre la política de desarrollo productivo y la de ciencia, tecnología e innovación. Posicionar la CTI como un punto central de la política pública.
CONPES 3582 de 2009	Política nacional de CTI.	Incremento sustancial y sostenido en COLCIENCIAS para financiar PhD y maestrías, así como apalancamiento de recursos del SGR del fondo de CTI. Reconocimiento de la importancia estratégica de la formación doctoral	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"
CONPES 3674 de 2010	Sistema de formación de capital humano.	Si bien se logró la creación de la comisión interinstitucional de Gestión del Talento Humano, no se cumplieron la totalidad de las metas previstas.	Persiste la implementación del marco de cualificaciones y el marco de certificaciones.
Acto Legislativo 06 de 2011	Fondo de CTI del SGR	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.	Empoderar a los actores regionales de la triple hélice (Empresarios, académicos y Estado) en la participación, diseño y ejecución de políticas de CTI de abajo hacia arriba.
CONPES 3697 de 2011	"Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del uso Sostenible de la Biodiversidad"	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.	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.

CONPES/Ley/Decreto	Descripción	Resultados	Retos
Ley 1607, artículos 24 y 32, de 2012	Reforma tributaria 2012	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.	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.
Ley, del PND 2014-2018, 1753 de 2015, artículos 7, 10, 12 y 186	Aumento de la productividad y la competitividad.	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, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y DNP desarrollaran 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).	Aumentar la cantidad y calidad del capital físico y humano, la CTI, y arreglos institucionales para generar mayores niveles de crecimiento y productividad.
CONPES 3834 de 2015	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.	Por implementar	Implementar las recomendaciones del CONPES: Acompañamiento a Pymes Deducción automática a empresas altamente innovadoras Beneficios tributarios para empresas ubicadas en parques tecnológicos.

Fuente: Elaborado por DNP.

Anexo 4. Marco conceptual de los objetivos estratégicos

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 (tres a cinco 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, pg. 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 agregada 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 este 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, 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, pág. 160).

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.

Anexo 5. Información adicional Formar

Tabla 16. 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 6. Políticas sectoriales de ciencia, tecnología e innovación

Política del sector Defensa y Seguridad

La política de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) para el Sector Defensa y Seguridad fue publicada en 2011 (Ministerio de Defensa Nacional, 2011) y posteriormente desarrollada por la Directiva 8 de 2013 (Ministerio de Defensa Nacional, 2013) del Ministerio de Defensa Nacional. 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.

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. A continuación se presentan los lineamientos de política en 5 áreas específicas:

1. Adquisiciones de material de defensa: Deben cubrir las necesidades de cada Fuerza y responder a un ejercicio de vigilancia tecnológica.
2. Investigación y desarrollo conjunto en CTI: Búsqueda de plataformas tecnológicas integradas y estandarizadas que beneficien a la mayor cantidad de usuarios dentro del SDS.
3. Cooperación industrial y social (Offset): Permiten al país comprador, en el marco de una adquisición de bienes y servicios de defensa, 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.

4. Propiedad Intelectual⁶⁹: El Ministerio de Defensa Nacional ha diseñado una estrategia de gestión de la propiedad intelectual 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 Ministerio de Defensa Nacional 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 Ministerio de Defensa Nacional expidió la Directiva 8 de 2013 (Ministerio de Defensa Nacional, 2013), la cual tiene como propósito principal “establecer los parámetros de ejecución de la Política Sectorial de Ciencia, Tecnología e Innovación...”. Esta Directiva 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).

Política 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. A continuación se presenta un resumen de estos documentos.

Antecedentes: En el documento Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sector Agropecuario se describen 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). Esta estrategia tiene como elemento central la Construcción de Sistemas Territoriales de Innovación.

⁶⁹ En 2011 el Ministerio de Defensa Nacional expidió la Directiva 3669, la cual contiene los lineamientos para incentivar la protección, uso y explotación de los derechos de propiedad intelectual del Ministerio de Defensa Nacional.

Al respecto, se plantea establecer un proceso de transición para iniciar la construcción de estos sistemas 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. 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 eco sistémicos 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) fueron 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.

Política del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

En 2010 el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones formuló el Plan Vive Digital, cuyo principal objetivo fue el de masificar el uso de internet en el país como un mecanismo para reducir la pobreza, generar empleo y aumentar la competitividad de la industria colombiana. A partir de los logros alcanzados gracias a este Plan, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones formuló el Plan Vive Digital para el período 2014-2018, con el objetivo de generar más contenidos y aplicaciones que contribuyan a la reducción de la pobreza, la generación de empleo y la mejora en la competitividad de la industria nacional. A continuación se presentan los antecedentes y lineamientos de política más relacionados con CTI de este plan, conforme al Plan Estratégico del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para el período 2014-2018, adoptado por la Resolución 828 de 2015⁷⁰ (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2015) de este Ministerio.

Antecedentes: El Banco Mundial desarrolló un modelo para visualizar los componentes que permiten la masificación del uso de internet en la sociedad y sus interacciones, el cual ha sido denominado como Ecosistema Digital. Este modelo tiene cuatro componentes principales: a) aplicaciones, b) usuarios, c) infraestructura y d) servicios. Estos componentes pueden agruparse en la oferta y la demanda del mercado digital: la demanda se genera por los usuarios de las aplicaciones, mientras que la oferta está compuesta por la infraestructura y servicios prestados por operadores.

De los componentes del Ecosistema Digital, el más cercano a la CTI es el de aplicaciones, puesto que involucra la incorporación de conocimiento para el desarrollo de herramientas informáticas acorde con la demanda de los usuarios. Para incentivar este componente, el Plan Vive Digital 2014-2018 plantea las líneas de acción para promover la generación de contenidos y aplicaciones que se presentan a continuación.

Lineamientos de política: El Plan Vive Digital 2014-2018 tiene como objetivos: a) Ser líderes mundiales en el desarrollo de aplicaciones sociales dirigidas a los más pobres y b) Tener el Gobierno más eficiente y transparente gracias a las TIC. Para alcanzar estos objetivos, el plan establece lineamientos de política para uno de los componentes del

⁷⁰ Por la cual se adopta el Plan Estratégico Sectorial e Institucional del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, para el período 2014-2018.

Ecosistema Digital. En particular, los lineamientos relacionados con el desarrollo de aplicaciones se presentan a continuación.

1. Generación de aplicaciones y contenidos:
 - Fortalecimiento de la industria de Tecnologías de la Información (TI): Intervención de empresas exportadoras de software a partir de diagnósticos personalizados, fortalecimiento de las capacidades de internacionalización de la industria, entre otras acciones.
 - Estrategia de talento TIC: Formación y certificación de profesionales en desarrollo de habilidades transversales para la industria TI, certificaciones en desarrollo de plataformas líderes, entre otras.
 - Promoción del emprendimiento TIC: entre otras acciones, se destaca la optimización del programa Apps.co a través de la capacitación de 90.000 emprendedores.
 - Contenidos digitales: Impulso a la red nacional de Vive-Las para el desarrollo de contenidos digitales en diecisiete regiones, así como convocatorias, capacitaciones y apoyo a la internacionalización de las empresas del sector, entre otras.
 - Desarrollo del comercio electrónico: Regulación de aspectos específicos para el comercio electrónico.
2. Aplicaciones sociales: Desarrollo de aplicaciones en los sectores de salud, agricultura y para la adopción de TIC en Mi pymes y la superación de la pobreza.
3. Aplicaciones de Gobierno: Acciones dirigidas a consolidar el programa Gobierno en Línea, así como para fortalecer la gestión pública con TI.

Política del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) ha consolidado sus programas relacionados con CTI en el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA) (SENA, 2015). SENNOVA integra los programas de: a) Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (IDTI); b) Tecnoparques y c) Tecnoacademias.

Antecedentes: A continuación se describen brevemente los programas que conforman SENNOVA:

1. Programa de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación: Este programa tiene por objeto llevar a cabo acciones que contribuyan al fortalecimiento de los procesos de IDTI en el sector productivo colombiano, cuyos resultados incidan sobre los niveles de productividad y competitividad del mismo, así como en la formación profesional integral y la formación para el trabajo.
2. Tecnoparques: Es un programa para el desarrollo integral del talento humano, que con ambientes de aprendizaje especializados para la apropiación de innovación y tecnología, complementa la formación ofrecida por el SENA e integra actores adicionales de los sectores público, privado y educativo.

3. Tecnoacademias: Es un programa en donde se inicia el ciclo de la innovación, formación y enriquecimiento científico para jóvenes de la educación media con el objetivo de fortalecer competencias básicas a partir del uso y desarrollo de competencias usando tecnologías aplicadas.

Lineamientos de política: Los objetivos de SENNOVA son los siguientes:

1. Formar capital humano con habilidades y destrezas que incrementen la capacidad de innovar de las empresas colombianas.
2. Formar capital humano de los niveles técnico y tecnológico para la ciencia, la tecnología y la innovación.
3. Contribuir a la competitividad de las empresas colombiana.
4. Actualizar el diseño curricular de los programas de formación.

BORRADOR

Anexo 7 Fondos sectoriales para la CTI

En el país existen fondos sectoriales que destinan, ya sea total o parcialmente, recursos para la ejecución de actividades de CTI enmarcadas en los objetivos de cada sector. Este es el caso del Fondo de Innovación en Salud (FIS) del Ministerio de Salud y el Fondo de Tecnologías de Información y las Comunicaciones (FONTIC), que se describen a continuación.

Fondo de Investigación en Salud

Los recursos del Fondo de Investigación en Salud (FIS) provienen de un monopolio rentístico. De acuerdo con el artículo 336 de la Constitución Política, estos monopolios deben contar con una finalidad de interés público o social y en virtud de la ley y su organización, administración y control de estos monopolios tendrá un régimen propio provisto por la ley. Este mismo artículo establece que las rentas obtenidas en el ejercicio de los monopolios de suerte y azar estarán destinadas exclusivamente a los servicios de salud.

El monopolio sobre los juegos de suerte y azar es desarrollado por la ley 643 de 2001⁷¹. Las rentas de este monopolio están constituidas principalmente por un porcentaje de los ingresos brutos de cada juego, los excedentes obtenidos en el ejercicio de su operación, y para el caso de las loterías el 12% de los ingresos brutos de cada juego (artículo 6). De las rentas obtenidas por este monopolio, el 7% está destinado al Fondo de Investigación en Salud (artículo 42).

A su vez, el decreto 1437 de 2014⁷² reglamenta el funcionamiento del fondo estableciendo que este es una cuenta sin personería jurídica ni planta de personal propia administrada por COLCIENCIAS (artículo 1). Estos recursos son girados mensualmente en los términos de la ley 643 de 2001 y **“están exclusivamente destinados a financiar los proyectos de investigación en salud de los departamentos y el Distrito Capital”** (artículo 2). La asignación y seguimiento de estos recursos es realizada por un comité conformado por funcionarios del Ministerio de Salud y COLCIENCIAS, el cual tiene su propio reglamento y define los criterios para la asignación y seguimiento de los proyectos (artículo 3).

Los recursos son ejecutados por COLCIENCIAS mediante una convocatoria anual y contratados mediante la normatividad de ciencia y tecnología. Estos recursos son girados anualmente por el Ministerio de Salud a COLCIENCIAS y en promedio son de 20.000 a 30.000 millones de pesos cada año.

⁷¹ Por la cual se fija el régimen propio del monopolio rentístico de juegos de suerte y azar.

⁷² Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 42 de la Ley 643 de 2001 sobre el Fondo de Investigación en Salud.

Fondo de Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones

Este Fondo fue creado por la ley 1341 de 2009⁷³, transformando el antiguo Fondo de Comunicaciones regulado por un decreto de 1976. Este fondo, a diferencia del FIS, es una Unidad Administrativa Especial del orden nacional, dotado de personería jurídica y patrimonio propio, adscrita al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (artículo 34).

El objeto del Fondo es “financiar los planes, programas y proyectos para facilitar prioritariamente el acceso universal, y del servicio universal cuando haya lugar a ello, de todos los habitantes del territorio nacional a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, así como apoyar las actividades del Ministerio y la Agencia Nacional del Espectro, y el mejoramiento de su capacidad administrativa, técnica y operativa para el cumplimiento de sus funciones” (artículo 34).

Dentro de sus funciones, vale la pena destacar la de “financiar planes, programas y proyectos para promover la investigación, el desarrollo y la innovación de las TIC dando prioridad al desarrollo de contenidos” (artículo 35).

En cuanto a los recursos del fondo, el artículo 10 de esta ley habilita de manera general la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones (no incluye el derecho al uso del espectro electromagnético), lo cual genera una contraprestación periódica a favor del fondo. El valor de esta contraprestación a cargo de los proveedores es fijado como un porcentaje sobre sus ingresos brutos (artículo 36). Además de la anterior, los recursos del fondo provienen de la contraprestación por el uso del espectro radioeléctrico, multas y sanciones impuestas por el Ministerio, recursos provenientes del presupuesto nacional, entre otros (artículo 37).

⁷³ Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones.

Anexo 8. Pasaporte a la Ciencia. Por una Colombia más innovadora y competitiva. Estrategias para la financiación y vinculación de personal con formación de doctorado

Objetivo

Identificar los principales esfuerzos del país, las regiones y los actores del SNCCTI para alcanzar las metas propuestas en materia de capital humano de este documento, liderando el promedio de doctores graduados de América Latina o alcanzando el promedio de la región, para así avanzar en el objetivo de consolidarse como el tercer país más innovador de la región, teniendo como base la formación y atracción de capital humano altamente calificado.

Metas en formación doctoral

Esta apuesta no solo contará con los esfuerzos del Gobierno nacional, sino que además requiere trabajar conjuntamente con las regiones y otros actores del SNCCTI. Esto teniendo en cuenta que si solo se focalizan recursos del Gobierno nacional, apoyando en promedio para los próximos diez años la formación de 1.750 doctorandos adicionales al número de becas otorgadas actualmente (750), esto representaría apenas el 50% de los doctores necesarios para lograr la meta. Es por ello que requiere la participación de los actores del sistema que permitan apalancar el 50% de los recursos para formar los doctores restantes y cumplir con esta meta ambiciosa de alcanzar a Brasil y liderar América Latina, incluyendo también la atracción de doctores al país.

Tabla 17. Metas en formación doctoral a 2025

Alcanzar el nivel de:	Colombia (2015)	Doctores graduados anualmente, 2025	Doctores por millón de habitantes, 2025
Latinoamérica	496 doctores anuales	3.218	60
Brasil	5,6 doctores por millón de habitantes	5.631	105

Fuente: (Gómez Mejía, 2015).

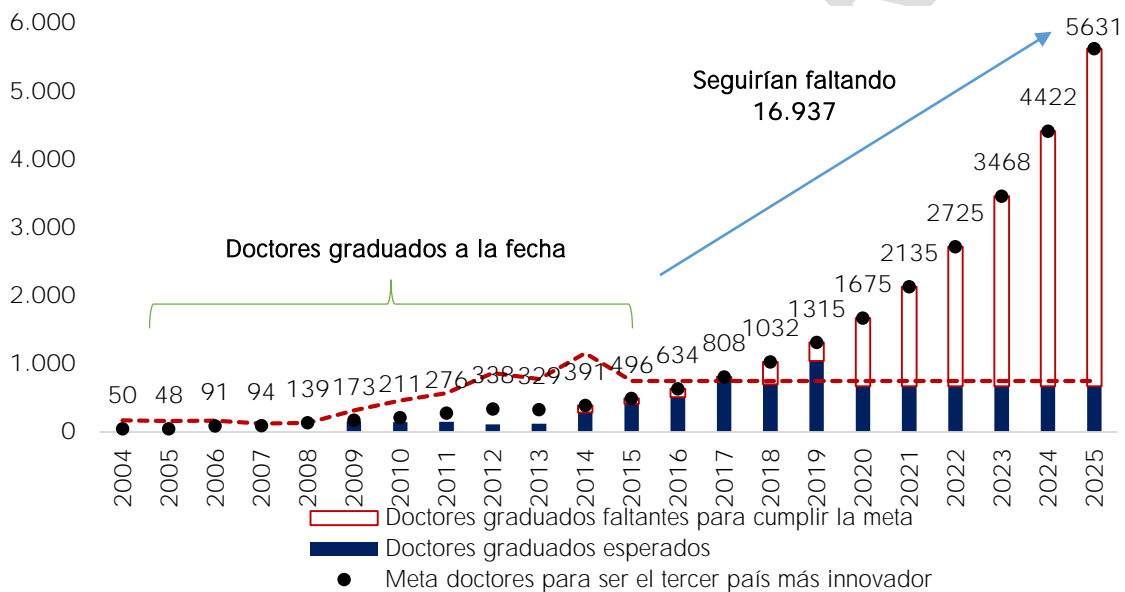
Pasaporte a la Ciencia presenta cuatro estrategias a partir del trabajo conjunto de los distintos actores del SNCCTI que permitirán comprometer la formación de doctores como una inversión de importancia estratégica para el país en los próximos 10 años. Este compromiso, y de acuerdo a las prioridades presentadas en el Consejo Nacional de Competitividad de 2015, se consolidará a través de una política presupuestal emitida por el Consejo Superior de Política Fiscal (CONFIS).

Estrategias para la formación y atracción de capital humano altamente calificado

El Gráfico 26 presenta el número de graduados de doctorado en programas nacionales entre el 2004 y el 2014; adicionalmente, dado el apoyo a la formación doctoral iniciado en 2004, se relaciona el retorno estimado de este personal graduado, cinco años después de su proceso formación (barras azules), siendo este la primera base de doctores (PhD) con los cuales cuenta el país.

Regresando a la meta planteada sobre el número de doctores graduados a 2025, se observa que el esfuerzo nacional no sería suficiente. Suponiendo que el Gobierno mantiene el mismo apoyo que ha venido realizando durante los últimos años, especialmente entre 2014 y 2015, esto es, otorgando 750 becas anuales, y esperando el retorno de este personal en 4 años; los doctores graduados no lograrían alcanzar la meta, evidenciando con ello un déficit de 16.937 doctores graduados acumulados al 2025.

Gráfico 26. Doctores necesarios para alcanzar los niveles de Brasil en 2025

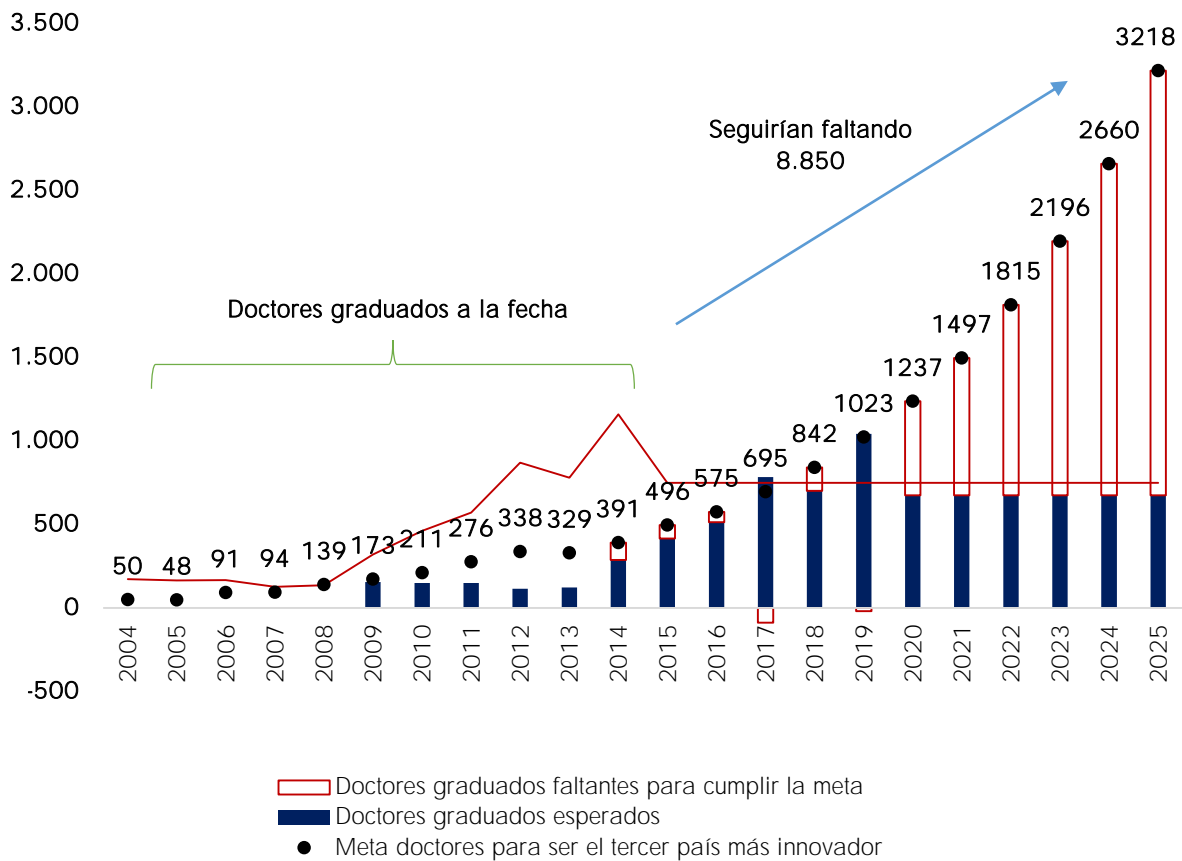


Nota: Se hace el supuesto de una tasa de graduación de los doctores apoyados del 90%.

Fuentes: Trabajo elaborado para Colciencias, (Gómez-Mejía A., 2015), (OCyT, 2014), COLCIENCIAS (2015).

Si en cambio se plantea alcanzar el promedio de América Latina (Gráfico 27), el déficit sería de 8.850 doctores graduados.

Gráfico 27. Doctores necesarios para alcanzar el promedio de América Latina en 2025



Nota: Se hace el supuesto de una tasa de graduación de los doctores apoyados del 90%.

Fuentes: Trabajo elaborado para Colciencias, (Gómez-Mejía A. , 2015), (OCyT, 2014), COLCIENCIAS (2015).

Pasaporte a la ciencia define acciones compartidas entre los principales actores del SNCCTI, siendo el Gobierno nacional quien hace el mayor esfuerzo, aportando el 60% de los recursos para el cumplimiento de la meta a través de la formación y atracción de doctores. Esta iniciativa también busca mejorar las condiciones regionales y departamentales del país, con base en las inversiones priorizadas por los departamentos mediante el SGR, por lo que se plantea una participación de los departamentos en el cumplimiento de esta meta con el 25%, y finalmente, teniendo en cuenta el rol de las Universidades, Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico en la formación y vinculación de investigadores, se hace necesario la participación de estos actores con el 15% de los doctores a graduar.

1. Incrementar el apoyo a la formación doctoral desde el Gobierno nacional

Esta estrategia busca comprometer recursos hasta el 2025 que permitan financiar de forma estable este personal de alto nivel para el país. Para ello, el Gobierno aumentará el apoyo a la formación doctoral a partir del 2016 de dos formas: la primera, manteniendo los

esquemas actuales de formación doctorales otorgando en promedio 750 becas anuales hasta 2025 como una inversión base; y segundo, establecerá un apoyo adicional de forma incremental, aportando entre el 2016 y 2025, el 50% de la formación doctoral necesaria para alcanzar la meta de formación doctoral.

Estas acciones permitirán para los próximos 10 años, financiar 25.415 doctorandos por un monto de 8,6 billones de pesos en los próximos 10 años o, de manera alternativa, 16.873 por un monto de 5,7 billones para alcanzar el promedio de América Latina.

2. Apoyo en la formación de capital humano altamente calificado por parte de las regiones

El aporte departamental se toma con base en lo evidenciado durante los tres años de implementación del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (FCTI-SGR), y la apuesta que han realizado varios departamentos del país en la formación de alto nivel.⁷⁴

En este sentido, COLCIENCIAS prevé una participación de los departamentos en la formación doctoral del 25%, esto es apoyando durante los próximos 10 años 8.958 doctorandos por un valor equivalente a 3,06 billones de pesos o, como alternativa, 4.686 doctorandos por un valor de 1,6 billones para alcanzar el promedio latinoamericano (Gráfico 31).

3. Apoyo a la formación de capital humano altamente calificado por otros actores del Sistema

Finalmente se prevé la participación de Universidades y Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológicos, entre otros actores, en la formación de doctores, aportando el 15% de la meta prevista, esto de 5.375 doctorandos en los próximos 10 años, por un monto aproximado de 1,8 billones (Gráfico 28) o 2.812 doctorandos para alcanzar el promedio latinoamericano por un valor de 960.000 millones de pesos (Gráfico 29).

4. Atraer capital humano altamente calificado formado al país

Esta estrategia se encuentra dirigida a doctores nacionales y extranjeros que se encuentran en la etapa de finalización de estudios doctorales, a doctores colombianos graduados radicados en el exterior y a doctores extranjeros que identifiquen en Colombia una opción para desarrollar investigaciones, desarrollos tecnológicos y contribuciones, tanto en la productividad de las empresas como en la Educación Superior en Colombia. Esta atracción implica un esfuerzo adicional del Gobierno nacional por mantener este personal

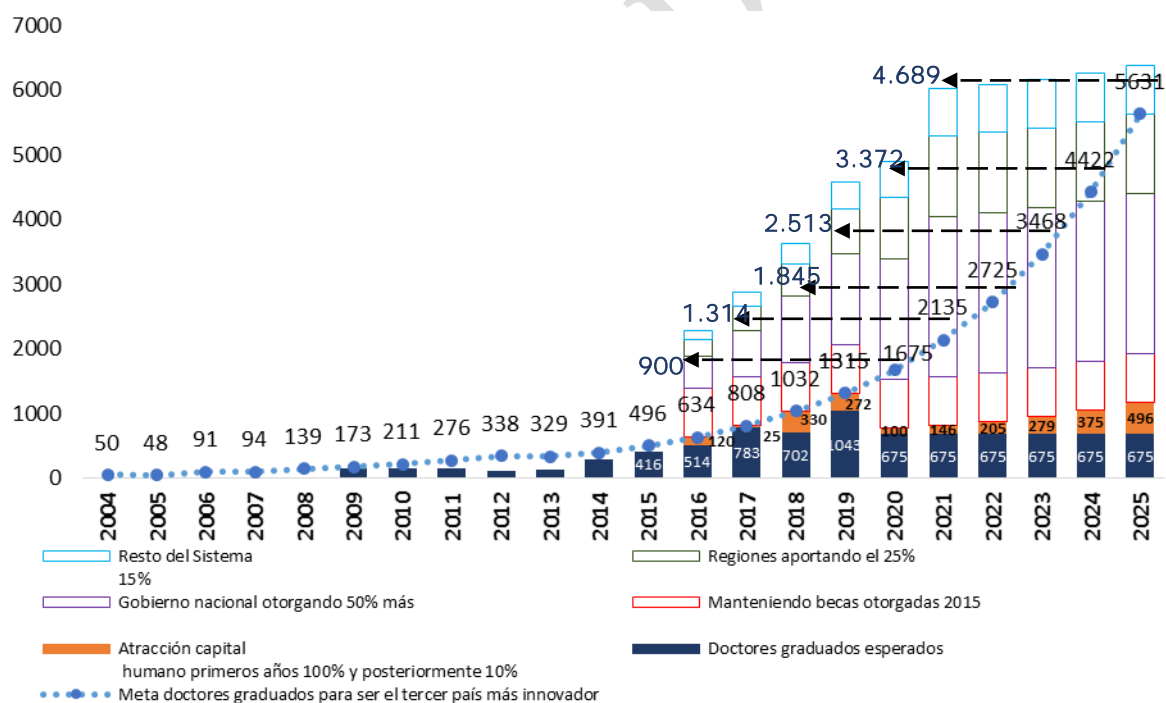
⁷⁴ Entre 2012 y 2015, 23 departamentos y el Distrito Capital les fueron 28 aprobados proyectos de formación de alto nivel por un monto de \$427.396 millones provenientes del FCTI-SGR (Colciencias, 2014). Siendo los departamentos de Magdalena, Atlántico, Huila, Sucre, Cesar y Chocó las primeras entidades territoriales en conformar bancos de elegibles con esta fuente de recursos (Atlántico (34%) y Magdalena (17%)) (Colciencias, 2014).

en el país por un período no menor a tres años y generar incentivos en el sectores de educación, investigación y productivo que permita vincular este capital humano.

Este esfuerzo será mayor en los primeros cuatro años, teniendo cuenta que en este mismo lapso de tiempo se iniciará el proceso de formación de nuevas cohortes. Por tanto, se debe atraer el número de doctores graduados faltantes para ser el tercer país más innovador entre 2016 y 2020. Vale anotar que la atracción de capital humano tenderá a disminuir entre 2020 y 2025, puesto que se incorporarán los doctorandos apoyados en 2016.

Con estas acciones complementarias por parte del Gobierno, se estaría por un lado aportando un 10% adicional en la meta de doctores graduados anuales atrayendo en total de 2.348 doctores con una inversión de 846.147 millones para alcanzar los niveles de Brasil o 842 por un monto de 303.569 para alcanzar el promedio de América Latina, y segundo, se podrá dar respuesta a las necesidades de corto plazo de los actores del sistema en materia de educación, productividad e investigación.

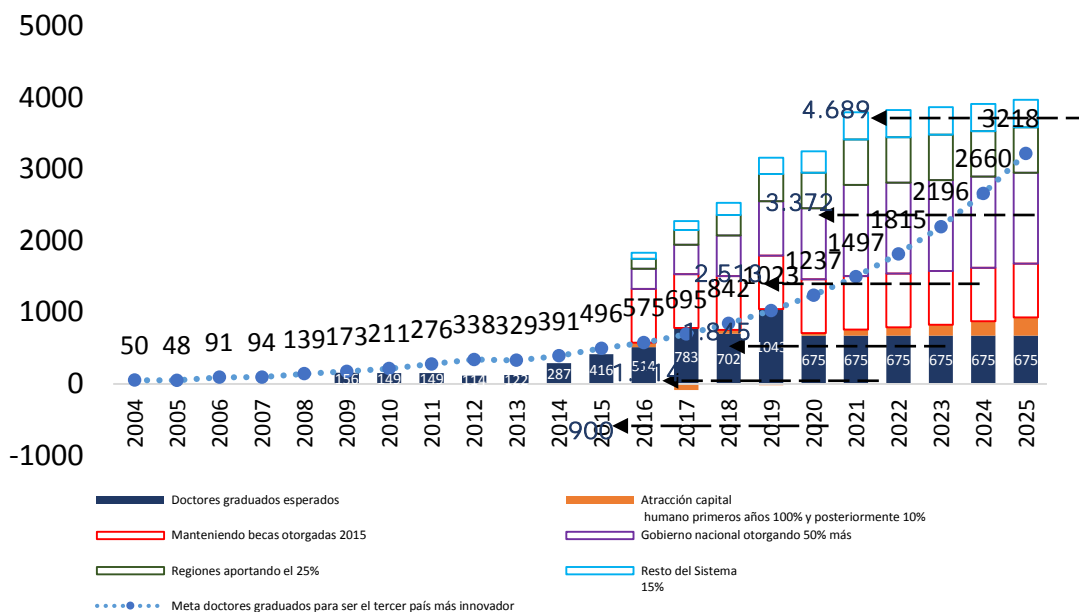
Gráfico 28. Esfuerzos nacionales, regionales y del sistema anual para alcanzar los niveles de Brasil en 2025



Fuentes: Trabajo elaborado para Colciencias, (Gómez-Mejía A., 2015), (OCyT, 2014), COLCIENCIAS (2015).

Nota: Se hace el supuesto de una tasa de graduación de los doctores apoyados del 90%.

Gráfico 29. Esfuerzos nacionales, regionales y del sistema anual para alcanzar el promedio de América Latina



Fuentes: Trabajo elaborado para Colciencias, (Gómez-Mejía A., 2015), (OCyT, 2014), COLCIENCIAS (2015).

Nota: Se hace el supuesto de una tasa de graduación de los doctores apoyados del 90%.

Con base en estas estimaciones, así como en las estrategias y recursos necesarios estimados, se observa la necesidad de declarar a Pasaporte a la Ciencia un programa de importancia estratégica para el país en los próximos 10 años, comprometiéndose estos recursos a través del CONFIS para su financiamiento con recursos del Estado, conforme al detalle de las estrategias y costos asociados que se relacionan en la Tabla 18 y la Tabla 19 para alcanzar a Brasil y el promedio de América Latina, respectivamente.

Tabla 18. Estrategias para alcanzar los niveles de Brasil en 2025

No.	Estrategia	Descripción	Período	Doctores apoyados	Costo Total
1	Esfuerzo Gobierno nacional de formación de doctores	• 50% en formación	2016-2025	25.415	8.685.636
		• 10% en atracción		2.348	846.187
2	Esfuerzo Regional en la formación de doctores	• 25% en formación	2016-2025	8.958	3.061.247
3	Esfuerzo Otros Actores del Sistema en la formación	• 15% en formación	2016-2026	5.375	1.836.748
Totales				42.095	14.429.816

Tabla 19. Estrategias para alcanzar el promedio de América Latina en 2025

No.	Estrategia	Descripción	Período	Doctores apoyados	Costo Total
1	Esfuerzo Gobierno nacional de formación de doctores	• 50% en formación	2016-2025	16.873	5.766.216
		• 10% en atracción	2016-2025	842	303.569
2	Esfuerzo Regional en la formación de doctores	• 25% en formación	2016-2025	4.686	1.601.537
3	Esfuerzo Otros Actores del Sistema en la formación	• 15% en formación	2016-2026	2.812	960.922
Totales				25.213	8.632.244

Cálculos COLCIENCIAS.

Notas: Los supuestos de estos cálculos son: a) Costo promedio apoyo doctorado nacional (2010-2014): \$ 289.000.000; b) Costo promedio apoyo doctorado exterior (2010-2014): \$ 405.000.000; c) porcentaje de becas doctorado nacional apoyadas entre 2004-2014: 67%; d) porcentaje de becas doctorado exterior apoyadas entre 2004-2014: 33%; e) Tiempo previsto de graduación doctores apoyados a partir de 2016: 4 años; f) Salario mensual doctores graduados a vincular (promedio entre salario apoyado piloto COLCIENCIAS): \$10.000.000; g) Tiempo previsto de apoyo doctores graduados vinculados (mínimo 3 años); h) Promedio IPC 2015: 4,5%. Fuente: Banco de la República, i) Promedio tasa crecimiento inflación 2015: 4%. Fuente: Banco de la República. j) desde el año 2021 se mantiene el número de becas a otorgar por cada actor para mantener el nivel de doctores graduados de 2025, por ello el número de becas duplica la meta de doctores graduados esperados a 2025.

¿Dónde estarán vinculados los doctores graduados atraídos y esperados?

Mediante los lineamientos previstos en esta política, se busca mejorar el balance de la vinculación de capital humano altamente calificado en los diferentes sectores de educación, investigación y productivo.

Bajo esta perspectiva, *Pasaporte a la ciencia* estima que los doctores por atraer al país y los graduados esperados para impactar las actividades en estos tres sectores, tendrán la siguiente participación (Tabla 20):

Tabla 20. Supuestos para la vinculación de capital humano altamente calificado

Participación sectorial del personal vinculado		
1	Vinculación doctores en el sector de Educación	40%
2	Vinculación doctores en el sector Investigación	35%
3	Vinculación doctores en el sector Productivo	25%

Fuente: Cálculos COLCIENCIAS.

Bajo estos supuestos, y teniendo en cuenta que durante los primeros cuatro años se requerirá atraer la totalidad de los doctores para alcanzar la meta planteada, así como la

vinculación de los doctores que estaban en proceso de formación, se prevé la siguiente distribución de personal por sector entre 2016 y 2025 (Tabla 21 y Tabla 22):

Tabla 21. Distribución del capital humano altamente calificado por sector y por estrategia para alcanzar los niveles de Brasil en 2025

Año	Sector Educación			Sector Productivo			Sector Investigación			Totales		
	Atraídos	Graduados esperados	Total	Atraídos	Graduados esperados	Total	Atraídos	Graduados esperados	Total	Atraídos	Graduados esperados	Total
2016	48	206	254	30	128	159	42	180	222	120	514	635
2017	10	313	323	6	1960	202	9	274	283	25	2547	808
2018	132	281	413	83	176	258	116	246	361	331	703	1032
2019	109	417	526	68	261	329	95	365	460	272	1043	1315
2020	40	270	310	25	169	194	35	236	271	100	675	775
2021	58	270	328	37	169	205	51	236	287	146	675	820
2022	82	270	352	51	169	220	72	236	308	205	675	880
2023	112	270	382	70	169	239	98	236	334	280	675	955
2024	150	270	420	94	169	262	131	236	367	375	675	1049
2025	198	270	468	124	169	293	173	236	410	495	675	1171
Total general	939	2.837	3.776	587	1.773	2.360	822	2.482	3.304	2.349	8,857	9,440

Fuente: Cálculos COLCIENCIAS.

Tabla 22. Distribución del capital humano altamente calificado por sector y por estrategia para alcanzar el promedio de América Latina en 2025

Año	Sector Educación			Sector Productivo			Sector Investigación			Totales		
	Atraídos	Graduados esperados	Total	Atraídos	Graduados esperados	Total	Atraídos	Graduados esperados	Total	Atraídos	Graduados esperados	Total
2016	24	206	230	15	128	144	21	180	201	61	514	575
2017	0	313	313	0	196	196	0	274	274	0	783	783
2018	21	281	302	13	176	189	18	246	264	52	702	754
2019	0	417	417	0	261	261	0	365	365	0	1.043	1.043
2020	14	270	284	9	169	178	13	236	249	36	675	711
2021	33	270	303	21	169	189	29	236	265	82	675	757
2022	46	270	316	29	169	197	40	236	276	114	675	789
2023	61	270	331	38	169	207	53	236	289	152	675	827
2024	79	270	349	50	169	218	69	236	306	199	675	874
2025	102	270	372	64	169	232	89	236	325	254	675	929
Total general	380	2.837	3.217	238	1.773	2.011	333	2.482	2.815	950	7.092	8.042

Fuente: Cálculos COLCIENCIAS.

Supuestos estadísticos Pasaporte a la Ciencia.

En esta sección se presentan los supuestos y cálculos que soportan el Programa Nacional de Pasaporte a la Ciencia, por una Colombia Innovadora y Competitiva para la formación, atracción y vinculación de capital humano altamente calificado.

Para realizar la estimación de los doctores necesario, con base en el ejercicio realizado para COLCIENCIAS por (Gómez-Mejía A. , 2015), se identificaron las siguientes sendas de crecimiento (Tabla 23):

Tabla 23. Escenarios de crecimiento doctores para América Latina Brasil y manteniendo la tendencia actual de Colombia

Año	Escenario A (alcanzando a América Latina)		Escenario B (alcanzando a Brasil)		Escenario C (manteniendo tendencia actual)	
	Doctores/milón de hab.	Cantidad de doctores	Doctores/millón de hab.	Cantidad de doctores	Doctores/millón de hab.	Cantidad de doctores
2014	8,2	391	8,2	391	8,2	391
2015	9,8	472	10,3	496	8,7	419
2016	11,8	575	13	634	9,3	453
2017	14,1	695	16,4	808	9,8	483
2018	16,9	842	20,7	1.032	10,5	523
2019	20,3	1.023	26,1	1.315	11,1	559
2020	24,3	1.237	32,9	1.675	11,8	601
2021	29,1	1.497	41,5	2.135	12,5	643
2022	34,9	1.815	52,4	2.725	13,3	692
2023	41,8	2.196	66	3.468	14,2	741
2024	50,1	2.660	83,3	4.422	15,1	802
2025	60	3.218	105	5.631	16	858

Por otra parte, y en aras de identificar el apoyo del pasado para la formación doctoral, se relacionó el número de doctores graduados registrados entre 2004 y 2013, dato publicado por el OCYT (2014), y las becas otorgadas para la formación de capital humano altamente calificado, haciendo énfasis en la formación doctoral otorgada por COLCIENCIAS entre el período 2004-2013. Estos datos se presentan en la Tabla 24:

Tabla 24. Doctores graduados en programas nacionales y becados por Colciencias 20014-2013

Año	Doctores graduados en programas nacionales	Becados Colciencias
2004	50	173
2005	48	165
2006	91	166
2007	94	127
2008	139	136
2009	173	319
2010	211	462
2011	276	571

2012	338	870
2013	329	780

Fuente: (OCyT, 2014), (Gómez-Mejía A., 2015).

Para estimar la participación de las estrategias planteadas en esta política se usaron los siguientes supuestos:

Tabla 25. Supuestos para la estimación de la participación de las estrategias

No.	Supuesto	Descripción	Indicador	Descripción del supuesto
1	Tasa de graduación doctores apoyados por COLCIENCIAS		90%	Datos tomados del ejercicio realizado por Gómez (2015).
2	Años estimados en terminar un doctorado	2003-2014	5	Para las becas adicionales a apoyar por parte del Gobierno nacional (50%) se espera el retorno del capital humano en 4 años. • El esfuerzo se mantendría hasta 2025 tomando como base las becas de 2020 • La participación de las becas a otorgar en el año t, tiene en cuenta el número de graduados que se espera en el año t+4 • A partir de 2021 se mantiene el valor a apoyar.
		2016-2025	4	
		Manteniendo becas	750	
		Otorgando 50% más de las que faltan	50%	
3	Nacional	Atracción de capital formado	100%	Para los doctores graduados ya formados, los primeros años deberán traerse la totalidad de los doctores que necesitamos para cumplir la meta.
		Atracción de capital formado	10%	A partir de 2020, una vez se obtenga la primera promoción de doctores apoyados a través de becas, se atraerá el 10% de los doctores que faltarían para cumplir la meta. El 90% de los doctores graduados, se tendrán los frutos de los años previos en formación, es decir, 4 años después de la primera oleada de formación.
4	Regional	Participando	25%	El esfuerzo se mantendría hasta 2025 tomando como base las becas de 2020. La participación de las becas a otorgar en el año t, tiene en cuenta el número de graduados que se espera en el año t+4. A partir de 2020 se mantiene el valor a apoyar tal y como se tiene con el Gobierno nacional.
5	Resto del Sistema	Participando	15%	El esfuerzo se mantendría hasta 2025 tomando como base las becas de 2020.

Para estimar la participación de los diferentes actores para la formación y atracción de capital humano altamente calificado se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

Tabla 26. Supuestos para la estimación de la participación de los actores en las estrategias de formación y atracción de capital humano altamente calificado

No.	Supuesto	Descripción	Escenario actual
1	Costo promedio doctorado nacional	2010-2014	289,000,000
2	Costo promedio doctorado exterior	2010-2014	405,000,000
3	Salario mensual doctores graduados	Promedio entre salario apoyado piloto COLCIENCIAS y salario devengado en el mercado nacional	10,000,000
4	Tiempo previsto de apoyo doctores	Mínimo 3 años	36
5	Porcentaje de becas doctorado nacional	2004-2014	67%
6	Porcentaje de becas doctorado exterior	2004-2014	33%
7			
8	Promedio IPC 2015	Fuente: Banco de la República	4,5%
9	Promedio tasa crecimiento inflación 2015	Fuente: Banco de la República	4%

BORRRA

Anexo 9. Focos y áreas estratégicas del conocimiento para la investigación en la política nacional de ciencia, tecnología e innovación

A. 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 CTI 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, FIDA, & PMA, 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.

Además, según (ONU, 2015a) desde 1900, el 75% de la diversidad de las cosechas se ha perdido en los campos, con lo que el mejor uso de la biodiversidad agrícola contribuirá a una alimentación sana, mejorar la vida de las comunidades agrícolas y hacer más resistentes y sostenibles los sistemas agrícolas.

En relación con la investigación en temas relacionados con alimentos y su producción, entidades como USDA y la Dirección de Alimentos de Canadá (DAC) han focalizado en temas particulares. USDA estableció siete metas i) intensificación sostenible de la producción agrícola; ii) respuesta al cambio climático y las necesidades energéticas; iii) usos sostenibles de los recursos naturales; iv) nutrición y obesidad infantil; v) seguridad alimentaria; vi) educación en ciencias, y vi) prosperidad rural relacionado con interdependencia urbano/rural (USDA, 2015). Por su parte, la DAC priorizó i) Plan de Acción de Seguridad alimentaria y del consumidor; ii) Agenda de Innovación de Alimentos; iii) Modernización de la legislación sobre seguridad alimentaria, y iv) Etiquetado de alimentos (Godefroy, 2014).

En países sin problemas de seguridad alimentaria, las tendencias se enfocan en las dinámicas de consumo, (Mintel, 2015) señala para el mercado de Estados Unidos cinco tendencias relacionadas 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.

Adicionalmente, (Euromonitor, 2015) indica cuatro tendencias de consumo de comida empacadas: i) esfuerzo de gobiernos y organizaciones internacionales para desestimular el consumo de azúcar y dificultad de venta de productos que lo incluyen (incluso con impuestos asociados); ii) frente a esta situación, las empresas pueden diversificar sus portafolios incluyendo productos con beneficios para la salud; iii) lo saludable es una verdadera prioridad estratégica, las empresas incluyen productos más o menos saludables o con alternativas como miniaturizar productos indulgencia, además prevé que los consumidores recibirán con agrado nuevos productos, y iv) el auge de marcas limpias en contraposición a las grandes y tradicionales.

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 CTI en temáticas relacionadas y 63 grupos en la áreas de Ingeniería y Tecnología, que en su conjunto trabajan por responder a los problemas y oportunidades del sistema agroalimentario colombiano. Los 348 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 dieciocho centros de los cuales diez corresponden a Centros de Investigación y ocho a Centros de Desarrollo Tecnológico. Las áreas de actuación a las que se adscriben estos centros van desde la Agroindustria, Biotecnología, Ciencias Sociales, Ciencias del Mar, Ambiente y hasta grupos que responden a temas de Gestión y Productividad también requeridos por el sistema agroalimentario colombiano.

Contribuciones a la solución de problemas nacionales

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, 2015) 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.

B. Energía

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 participación de los combustibles fósiles, y por ende su contribución a la emisión de GEI. Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Naciones Unidas (ONU, 2015b), 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.

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 (EIA, 2015). 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 (EIA, 2015). 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; 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; v) estabilización de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) 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 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

A nivel nacional, la temática energética ha estado en el centro de atención de las políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación. La institucionalización de los Programas Nacionales a partir del año 1991, dinamizó la producción científica y tecnológica en el sector minero-energético, con algunos altibajos debidos al comportamiento de los presupuestos de inversión de Colciencias. Dicha producción ha sido encabezada principalmente 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.

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 trabajando en iniciativas con la UPME.

Contribuciones a la solución de problemas nacionales

Para el país los principales retos son: i) la diversificación de la matriz energética del país; ii) la reducción de la intensidad energética del país, en este aspecto (UPME, 2010) mencionaba como metas de ahorro de energía para Colombia en el año 2015 del 14,8% frente a un potencial del 20,3% y en el sector industrial una meta de 3,43% frente a un potencial de ahorro del 5,3% (ahorro de energía eléctrica), y iii) avance en el diseño de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas (ZNI) aprovechando el potencial de fuentes renovables, y disminución de emisiones de CO₂ pues las ZNI corresponden a más del 60% del área nacional e incluyen 17 departamentos, 5 capitales departamentales, 54 cabeceras municipales y 1.262 localidades (IPSE, 2010 citado por (Esteve, 2011).

Así estos retos a resolver se pueden sinterizar 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.

C. 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 (EY, 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.

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) son la principal causa de muerte en Latinoamérica (tres de cada cuatro defunciones en particular por enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes y enfermedades respiratorias crónicas), además, el cerca de 200 millones de personas con alguna ECNT y en ocasiones con varias lo que complica su prevención, tratamiento y atención. De manera similar, en el mundo las enfermedades cardiovasculares provocan al año 1,9 millones de muertes, el cáncer 1,1 millones, la diabetes 260.000 y las enfermedades respiratorias crónicas 240.000 muertes. Estas enfermedades tienen una carga en términos de muertes prematuras anuales en menores de 70 años de 1,5 millones, lo cual genera consecuencias para el desarrollo social y económico. Así mismo, los años vividos con discapacidad y la disminución de la actividad que a menudo preceden a la muerte prematura por ECNT, suponen una mayor carga social y económica (PAHO, 2012).

Las políticas públicas en este aspecto deben considerar los determinantes sociales de esas enfermedades, como la equidad, el género, la educación, los derechos humanos y la protección social. En Latinoamérica existen niveles elevados de inequidad en cuanto al estado de salud y el acceso a servicios de atención sanitaria. Esas desigualdades en materia de salud coexisten con desigualdades socioeconómicas más amplias que causan diferentes niveles de exposición a riesgos para la salud asociados con la pobreza, la degradación del medio ambiente, las condiciones de trabajo peligrosas y otros factores de riesgo vinculados con el comportamiento. Esta situación repercute considerablemente en la prevalencia de las ECNT (PAHO, 2012).

La Declaración política de la Reunión de Alto Nivel de la Asamblea General de ONU indica que solo se tendrá éxito en la prevención y el control de las ECNT si se forjan vínculos y alianzas con diversos sectores que combinen recursos, competencias y alcances. Las alianzas deben incluir al sector público y privado, así como ONG, asociaciones profesionales, sector académico, y organizaciones internacionales (PAHO, 2012).

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 diarreicas 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 1. Infecciones del tracto respiratorio (ITR) son causadas por diferentes microorganismos y virus. Las ITR permanecen como las causas principales de morbilidad y mortalidad en adultos y niños en el mundo, ocasionando millones de muertes cada año (Zumla & Ustianowski, 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.

Además, en Colombia existen alrededor de 150 grupos de investigación en ECNT, el 70% de ellos se clasifican como B y C, según la convocatoria 693 de 2014 de Colciencias. Esto implica que, aunque existen capacidades para abordar el tema, estas aún deben ser desarrolladas o reforzadas con miras a intentar dar soluciones a través de la investigación científica a problemáticas tan críticas para la calidad de vida de los Colombianos.

Contribuciones a la solución de problemas nacionales

De acuerdo con (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012) la situación de salud en Colombia refleja no solo la relación con los determinantes sociales de la salud, como los vinculados con la pobreza y el hambre, sino también con aquellos ligados al desarrollo, el consumo y la globalización. La situación de salud en Colombia es el claro reflejo de las desigualdades e inequidades en salud, y del rezago en el desarrollo de grupos de población y territorios de Colombia".

En el caso de las enfermedades tropicales, 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, tétanos 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 Interprogramático para la Prevención, el Control y la Eliminación de las Enfermedades Infecciosas Desatendidas 2013-2017 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015).

Por otra parte, las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) de acuerdo con (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012) el análisis por grandes grupos de carga de enfermedad, corresponde al 76% de la morbilidad, porcentaje similar al de los países

desarrollados. El 15% corresponde a enfermedades transmisibles, maternas, perinatales y nutricionales; y el 9% de la morbilidad está asociada a lesiones de causa externa. Además, las principales causas de mortalidad en Colombia por grandes grupos, registradas en el periodo 1997-2010, fueron por enfermedades del sistema circulatorio (28 al 30%), causas externas (17 a 24%), neoplasias (14 a 18%), enfermedades respiratorias (8,7%) y las enfermedades del aparato digestivo (4,3%). Las tasas ajustadas de mortalidad en el año 2010 fueron superiores para los hombres (506 en hombres y 373 en mujeres por 100.000 habitantes) (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012)

En las enfermedades infecciosas y maternas perinatales, la prevalencia de bajo peso al nacer es uno de los principales factores de riesgo para la mortalidad neonatal. En el quinquenio 2005-2010 esta tendencia incrementó, alrededor del 9% de los niños nació con un peso inferior a 2.500 gramos, siendo la pobreza un de sus determinantes. Además, este **riesgo es más frecuente en los hijos de mujeres con nivel educativo superior**” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

En este contexto se plantean las siguientes áreas de trabajo:

1. Priorizar las estrategias en términos de diagnóstico, prevención y tratamiento del cáncer (en particular cáncer de colon, colorrectal, gástrico, próstata, seno, tiroides, pulmón, cuello uterino, leucemias, linfomas y del sistema nervioso central).
2. En relación con la diabetes (mellitus y gestacional) desarrollar estrategias para la prevención y promoción de hábitos saludables para disminuir su incidencia; desarrollo y evaluación de intervenciones que fomenten cambios de estilo de vida; diagnóstico oportuno y tratamiento; evaluación e identificación de mecanismos involucrados en el fracaso terapéutico y desarrollo y evaluación de nuevas terapias para el tratamiento del pie diabético.
3. En relación con la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) la intervención de pacientes con factores de riesgo asociados.
4. Desarrollar planes de promoción e intervención que apoyen a las Políticas de seguridad alimentaria y nutricional tanto en el entorno regional como nacional.
5. Integración de capacidades para garantizar la calidad de los alimentos (químicos y biológicos), buscando la Inocuidad de los mismos.
6. Fortalecimiento de capacidades, alianzas entre grupos del sector farmacéutico y productos naturales para la búsqueda de alimentos u componentes derivados funcionales (nutracéuticos) que contribuyan a la salud Humana.
7. Desde la perspectiva de la salud materna y perinatal implementar estrategias enfocadas a la prevención de la transmisión materno-infantil del VIH, sífilis congénita, mortalidad materna, bajo peso al nacer.

D. 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 cuadrupliquen 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, catalíticos 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 biobasados, 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 (EY, 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 (IEA, 2011), así la actual I+D está dirigida a lograr un portafolio diverso de fuentes de energía que garanticen mayor eficiencia con menor 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 desarrollarán 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 el 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 solo 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.

Contribuciones a la solución de problemas nacionales

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.

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.

E. 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.

Por ejemplo, (IEC, 2013) en su estudio de la nanotecnología aplicada a la energía solar y el almacenamiento de la energía elaboró un *roadmapping* tecnológico en el cual prevé diversas nanotecnologías a desarrollarse entre el 2015 y el año 2030 dentro de las que se destacan nanotubos de carbono para electrodos transparentes en celdas fotovoltaicas y nano partículas distribuidas como catalizadores.

Posteriormente, en 2005 Europa estableció su desarrollo sustentado en la nanotecnología, como se define 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 2000 y 2006 (Saxl., 2005).

De acuerdo con (Kaiser, Jordan, & Moore, 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 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 sustentando 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, y otros, 2013) sintetiza la previsión para tecnologías en nanotecnología identificados por Su y Lee (2008, citado por (Abad, y otros, 2013) de Japón, Taiwán y China que entre otros considera nano-dispositivos y sensores, técnicas nano-médicas y nanomateriales.

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 apoyan 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.

Contribuciones a la solución de problemas nacionales

El país cuenta con recursos naturales renovables y no renovables (recursos mineros como ferróniquel, manganeso, coltán, entre otros) fuente de materia prima para la industrial, productos a los que se debe agregar valor y transformar para suplir la demanda interna y

externa del mercado. Además, la diversidad de Colombia en recursos biológicos se constituye en fuente para biomateriales y materiales análogos de interés industrial. En este contexto, los materiales avanzados permitirán a futuro 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: i) el desarrollo de conocimientos científicos y tecnológicos asociados; ii) el desarrollo de equipos y técnicas de nanofabricación, manipulación e integración y de análisis, control y medida de nanomateriales y nanodispositivos; iii) el escalamiento a nivel industrial a partir de su desarrollo a nivel laboratorio, iv) la metrología, normalización de ensayos y acreditación de laboratorios, y v) la normatividad y la protección de nuevos productos y procesos por mecanismos de propiedad intelectual.

F. TIC

Tendencias mundiales

Las economías con altos niveles de uso de TIC alcanzan una productividad siete veces mayor que el promedio de países con menor uso; el crecimiento del PIB 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 PIB del 1,6% en una economía con bajo uso de TIC y 3,6% en las de alto uso. 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 i) posibilitan mayor eficiencia en los procesos; ii) mejoran la eficacia de la cooperación entre interesados, y iii) 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, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (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. Finalmente, el monto de ventas por innovaciones de producto en empresas manufactureras del sector TIC para el 2012 fue de 199 mil millones de pesos y el de ventas por innovaciones de producto en empresas de servicios fue de 56.503 millones de pesos para el 2013 (OCYT, 2014).

Por otra parte, las tendencias internacionales de CTI en TIC consideradas por (Gartner, 2013) según la clasificación de la ACM son:

1. 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, bioacoustic sensing, web applications, specialized information retrieval.*
2. 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, decision support systems, information integration, wireless devices, cloud computing.*
3. En transferencia tecnológica: tendencias estables, maduras susceptibles de transferir: *Embedded systems, speech recognition, virtual reality, data analytics, social networks, 3D printing, 3D scanners.*

Además, el Programa TIC, desde el año anterior, ha venido desarrollando su hoja de ruta a través de un consorcio integrado por expertos nacionales. 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, (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 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.

Colciencias (2014) menciona que para el año 2014 contaba con 364 grupos de los cuales 32 grupos corresponden a la categoría A1, 23 a la categoría A, se destaca que las categorías B, C y D reúnen la mayor cantidad de grupos con 70, 108 y 88, respectivamente, mientras que los restantes 43 están reconocidos. Es importante precisar que dentro de la construcción de la hoja de ruta del Programa TIC estas cifras están siendo ajustadas y tendrán variaciones para el año 2015.

Además, como parte de la construcción de la hoja de ruta del Programa TIC, la revisión del conjunto de capacidades de los grupos de investigación 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, nanoelectromechanical 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*.

Por otra parte, incorporar adecuadamente las TIC en el área educativa incrementa significativamente el flujo de información, facilitando el acceso al mismo de sectores más amplios de la población; y 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:

1. *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.
2. 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*.

Anexo 10. Gobernanza del SNCCTI

Configuración de la Gobernanza del SNCCTI (Tabla 27).

Comisión Nacional de CCTI: Es el órgano asesor del Gobierno nacional y de concertación entre este, las entidades territoriales y la sociedad civil en materia de competitividad, ciencia, tecnología e innovación (CCTI). De igual forma, es la instancia de rendición de cuentas del Presidente de la República a los diferentes actores del SNCCTI (entidades del Gobierno nacional, entidades territoriales, sector privado, academia y sociedad civil) respecto al estado del país en dichas áreas. En esta asamblea, el Presidente presentará el Informe Anual de CCTI, y adquirirá compromisos del Gobierno nacional para el avance de estos temas. A esta comisión, que sesionará una vez al año, asistirán, además de los miembros del SNCCTI, representantes de la Ciencia y la Academia, representantes de todas las Comisiones Regionales de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (CRCCTI), e invitados seleccionados por el Presidente de la República.

Consejo de Ministros: sesionará dos veces al año para tratar exclusivamente temas de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación. En esas sesiones se presentará la agenda de competitividad y se hará un seguimiento de las metas en materia de productividad sectorial (que serán propuestas por el DNP y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y aprobadas por el Consejo mismo cada dos años), así como una evaluación general del desempeño de los instrumentos de política a los que les hace seguimiento el Comité Ejecutivo. Además, se trazarán lineamientos estratégicos de política en materia de desarrollo productivo y CTI (más específicamente, en materia de objetivos y roles óptimos de la misma en cada momento del tiempo), teniendo siempre en cuenta los principios definidos en el presente documento. En estos consejos se podrá contar con la presencia de expertos según la necesidad y el tema de discusión de las sesiones. Durante los mismos el Presidente dará los respectivos lineamientos de política a los ministros y directores miembros del sistema.

Cabe mencionar que los problemas específicos derivados de las fallas de articulación entre entidades del Gobierno nacional, y entre estas y las entidades territoriales y el sector privado, serán tratadas en los comités técnicos y, solo cuando sea estrictamente necesario, en el Comité Ejecutivo del SNCCTI. Así, estos no serán tratados en ningún caso en los consejos de ministros.

Comité Ejecutivo del SNCCTI: Este comité, que sesionará mensualmente, estará conformado por ministros, directores, representantes del sector privado y de las CRCCTI, y tendrá ocho funciones esenciales.

- i) Escoger los proyectos de inversión estratégicos a los que les hará seguimiento, y que estarán, en general, incluidos en la Agenda del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación y sujetos al esquema de seguimiento y evaluación

explicado más adelante. Para ello se basará en un informe que le proporcionará anualmente el DNP que establecerá qué proyectos del Presupuesto General de la Nación (PGN) vigente aportan a los objetivos de las políticas de desarrollo productivo o de ciencia, tecnología e innovación, y escogerá a cuáles de esos proyectos hará seguimiento prioritario. Una vez un proyecto sea elegido como prioritario, el sector encargado de su ejecución estará en obligación de reportar al Comité Ejecutivo la información necesaria para hacer seguimiento al mismo.

- ii) Hacer sugerencias al Consejo de Ministros en materia de roles y objetivos de la PDP en cada momento del tiempo, y presentar al Consejo de Ministros, cada vez que este sesione para tratar temas de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación, un resumen del desempeño general de los proyectos a los que hace seguimiento.
- iii) Sugerir, a partir de los conceptos del Grupo Técnico de PDP, cuáles de los instrumentos en materia de desarrollo productivo que se encuentran actualmente en ejecución deberán mantenerse o modificarse, cuáles dejarán de ser cofinanciados por la nación, y cómo será el periodo de transición.
- iv) Definir e implementar soluciones a aquellos cuellos de botella y problemas de articulación y coordinación pública y pública-privada en materia de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación que i) condicionen negativa y significativamente la correcta implementación de instrumentos de política que sean fundamentales para el logro de los objetivos de las políticas de desarrollo productivo o de ciencia, tecnología e innovación a juicio del mismo Comité Ejecutivo, y ii) no hayan podido solucionarse en el seno de los comités técnicos, a pesar de la labor de la CPSCel. Cuando un problema de este tipo sea presentado ante el Comité Ejecutivo, las entidades encargadas de su solución deberán explicar claramente durante la sesión respectiva las razones por las que fue imposible de resolver antes de ser llevado a esa instancia.
- v) Aprobar o desaprobar la creación y supresión de comités técnicos, de acuerdo a las necesidades y prioridades establecidas y con base en los criterios explicados más adelante.
- vi) Hará parte del Comité Ejecutivo el **Comité PINES** (Proyectos de Interés Nacional y Estratégicos) de CCTI, al cual pertenecerán las entidades públicas del Comité Ejecutivo y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, y cuyo rol será la discusión y resolución de problemas de coordinación de proyectos PINES de CCTI que requieran, entre otras, acciones y decisiones exclusivamente públicas que no hayan podido ser tomadas o implementadas en los comités técnicos. Para ello, se deberá modificar el decreto 155 de 2015 por el cual se creó la Comisión Intersectorial de PINES del Sector Comercio, Industria y Turismo.

vii) Dar instrucciones a los grupos técnicos que conduzcan a la solución de problemas ya existentes o potenciales para la implementación de los proyectos definidos como estratégicos según lo planteado en el punto i.

viii) Hacer seguimiento al cumplimiento de los acuerdos establecidos en el Comité PINES.

Coordinación de Comités (CPSCI): es la instancia de consejería del sistema que se encargará de articular el accionar de los diferentes grupos técnicos del SNCCTI cuando ello sea estrictamente necesario. Si uno de dichos grupos requiere para su gestión alguna acción de otro grupo o de otra entidad del Gobierno nacional, y la concreción de dicha acción no se consigue a través de mecanismos más expeditos (como la comunicación directa y las reuniones bilaterales), el (los) grupo(s) interesado(s) solicitará(n) a la CPSCI que ejerza su labor de coordinación, presentando a dicha consejería las razones por las que la acción en mención no pudo gestionarse al nivel técnico.

La CPSCI evaluará las razones expuestas por la(s) entidad(es) interesada(s), coordinará las acciones de los comités técnicos para lograr la solución de aquellos problemas que afecten la ejecución de los instrumentos de política que considere estratégicos para el logro de los objetivos de la presente PDP, y subirá al Comité Ejecutivo únicamente aquellos problemas que considere estratégicos en ese mismo sentido e imposibles de solucionar en otras instancias o con otros mecanismos.

Comités Técnicos: son grupos de trabajo del nivel viceministerial en los que las entidades analizan y solucionan problemas asociados a la ejecución de sus instrumentos de política que requieren desarrollar estrategias conjuntas. Aunque, como ya se mencionó, el Comité Ejecutivo aprobará la creación y eliminación de los comités técnicos, resulta fundamental definir aquí cuáles son los principios que deberá seguir para ello.

En particular, la creación o el mantenimiento de un comité obedecen a la necesidad vigente de resolver problemas que impidan la correcta aplicación de instrumentos de política que apunten a un determinante relevante de la productividad en Colombia.

En relación a la articulación entre el nivel nacional y el nivel regional, se realizarán arreglos institucionales para que exista correspondencia entre la institucionalidad regional y la nacional, a través de la creación de las siguientes instancias articuladoras para la participación activa de las CRCCTI.

De esta forma, las CRCCTI serán los órganos que liderarán en territorio la identificación, junto con los diferentes actores del sistema, de las apuestas productivas a priorizar siguiendo ya sea la metodología definida por el Gobierno nacional o la metodología que determine cada entidad territorial siempre y cuando esta última sea consistente con los principios de priorización establecidos en esta Política de CTI. Lo anterior permitirá definir agendas integradas de CCTI y potenciará el efecto de los instrumentos de

política del Gobierno nacional. Las Comisiones velarán por la alineación de este ejercicio con el Plan Departamental de Desarrollo y con las políticas de CCTI del orden nacional. Estas Comisiones serán espacio de discusión para la alineación y articulación de planes e instancias, atracción de recursos públicos y privados, e identificación y coordinación de proyectos de desarrollo regional. Cada CRCCTI determinará sus respectivos grupos técnicos mixtos, como los CODECTI y los CUEE. Adicionalmente, las CRCCTI podrán formular proyectos PINES para ser evaluados por el Comité Técnico de Regionalización.

Para el correcto funcionamiento del SNCCTI y el cumplimiento de los objetivos de las políticas de desarrollo productivo y de ciencia, tecnología e innovación es importante distinguir entre las entidades que diseñan la política y las que las ejecutan, les hacen seguimiento y las evalúan.

- Los ministerios, agencias y departamentos administrativos del Gobierno nacional reciben lineamientos de las anteriores instancias de articulación y son los encargados de aterrizar dichos lineamientos en proyectos e instrumentos de desarrollo productivo, así como de hacer seguimiento a los mismos.
- Los Fondos y Programas asociados a las anteriores entidades son los encargados de la ejecución de los proyectos e instrumentos.
- Por último, el DNP es el encargado de la evaluación de la política y los instrumentos de desarrollo productivo y de la consolidación del seguimiento, con el apoyo de las demás entidades.

Tabla 27. Miembros de instancias articuladoras del SNCCTI

Instancia	Integrantes	Preside o lidera	Secretaría Técnica	Frecuencia de reunión
Comisión del SNCCTI	Ministros, directores de departamento, Comisión de Expertos, un representante de las CRCCTI por cada región del SGR (elegidos por la Asamblea de CRCCTI), Ciencia y Academia.	Presidente.	Consejería Presidencial SNCCTI.	1 vez al año.
Consejo de Ministros	Miembros del Consejo de Ministros	Ministra de la Presidencia.	Consejería Presidencial SNCCTI.	2 veces al año.
Comité Ejecutivo	Ministros, directores de departamento, sector privado (CPC), un representante de las CRCCTI por cada región del SGR (elegidos por la Asamblea de CRECI).	Ministra de la Presidencia.	Consejería Presidencial SNCCTI-DNP.	Cada dos meses.
Comité PINE	Ministros y directores de departamento.	Ministra de la Presidencia.	Consejería Presidencial SNCCTI-DNP.	Cada dos meses, intercalado con el Comité Ejecutivo.

Instancia	Integrantes	Preside o lidera	Secretaría Técnica	Frecuencia de reunión
Grupos técnicos mixtos	Técnicos de sectores de la PDP y CTI agrupados por temas, representantes de las CRCCTI (Confecámaras y otros, según el tema a tratar), CPC, ANDI.	Ministerio o agencia sectorial, según tema del grupo.	Ministerio o agencia sectorial, según tema del grupo.	Por demanda.

Fuente: DNP.

Nota: La versión anterior de esta tabla contenía un error que fue corregido en esta versión (14 de enero de 2016).

BORRADOR

Anexo 11. Seguimiento y evaluación

Tabla 28. Indicadores de referencia del PND 2014-2018 vinculados a la política de CTI

Meta Intermedia	L.B. 2014	Meta a 2018	Producto	L.B. 2014	Meta a 2018
Objetivo 1. Incrementar la productividad de las empresas colombianas a partir de la sofisticación y diversificación del aparato productivo⁷⁵					
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
Objetivo 2. Contribuir al desarrollo productivo y la solución de los desafíos sociales del país a través de la CTI					
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
			Porcentaje de los recursos ejecutados a través del FFJC por entidades que aportan 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
Porcentaje de 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
Porcentaje de 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).

⁷⁵ 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).

Anexo 12. Mecanismos de seguimiento y evaluaciones realizadas

Tabla 29. 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"> o 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). o DANE: Encuesta de Innovación y Desarrollo tecnológico (EDIT)⁷⁶: Se realiza un año para manufactura (Reciente: VI: 2012/2013), y servicios (Reciente: III: 2013/2014). o 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. o Proyectos de Inversión (DNP) <ul style="list-style-type: none"> o SINERGIA (http://sinergiapp.dnp.gov.co/), 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. o SPI (https://spi.dnp.gov.co/): Es una ventana directa para ver los logros y analizar la gestión de las entidades del Estado en materia de inversión pública. o SUIFP (https://suifp.dnp.gov.co/): 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 http://maparegalias.sgr.gov.co/#/ y GESPROY https://www.sgr.gov.co/SMSCE/CargueyReportedeInformaci%C3%B3n/MaterialcomplementarioGesproy.aspx).
Internacional	<ul style="list-style-type: none"> o GII: <i>Global Innovation Index</i> (Reciente 2014-2015): Colombia está ubicada en el puesto 67 de 141 economías analizadas. Es la sexto economía de América Latina y el Caribe. o <i>Global Competitiveness Index</i> (Reciente 2014-2015): Pilar de Innovación: Colombia se ubicó en el puesto 77 entre 144 economías. o 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).
Plataformas de soporte	

⁷⁶<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)	
Enfocadas para la CTI	<ul style="list-style-type: none"> o 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.

Fuente: DNP, 2015.

Tabla 30. Evaluaciones de resultado e impacto de políticas de CTI

Evaluaciones desarrolladas entre 2009 y 2015	
Formación de capital humano	
Impacto:	<ul style="list-style-type: none"> o Evaluación de impacto programas jóvenes investigadores y becas doctorado COLCIENCIAS (Métrica-2014). o Evaluación de impacto del programa ACCES (Apoyo a programas doctorales) COLCIENCIAS (U. Rosario-2010). o Formación especializada del recurso humano vinculado a las empresas- Sena (Fedesarrollo 2009).
Investigación y desarrollo	
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> o 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).
Resultado	<ul style="list-style-type: none"> o Evaluación del financiamiento de COLCIENCIAS a la investigación y el desarrollo y a la innovación (I+D+): proyectos de ciencia, tecnología e innovación y grupos de investigación (elaborado por Innovos, 2013).
Innovación	
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> o Evaluación de Impacto del Fondo Colombiano para la Modernización y Desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (Fomipyme), (Econometría, 2007). o Innovación y desarrollo tecnológico con el medio externo a la entidad Sena (Fedesarrollo 2009). o <i>Public Support To Innovation: The Colombian COLCIENCIAS Experience</i> (Crespi et al., (2011). o Exenciones fiscales para la I+D+i experiencias en América Latina y retos pendientes- Evaluación del caso Colombiano- (Parra Torrado, 2013). o Piloto Programa Extensión Tecnológica (elaborado por Econometría, 2014). o Evaluación del Fondo Emprender: 2002-2013 (elaborado por Econometría, 2014).
Resultado	<ul style="list-style-type: none"> o Evaluación de resultados del convenio especial de cooperación COLCIENCIAS-SENA (2010). o Sistema General de Regalías (SGR). (Elaborado por Fedesarrollo 2014). o El caso de iNNpulsar Colombia. La evolución de una política pública para el crecimiento EMPRESARIAL EXTRAORDINARIO (elaborado por CAF, 2014). o Evaluación de resultados del programa piloto Inserción Laboral de Doctores en el Aparato Productivo Colombiano (COLCIENCIAS; en curso). o Evaluación de resultado del instrumento gestión de la innovación: programa piloto. (COLCIENCIAS; en curso). o Estudios de caso del programa de gestión de la innovación (COLCIENCIAS; en curso).

Fuente: DNP, 2015.

Anexo 13 Fondos parafiscales del sector Agropecuario

De acuerdo con el artículo 29 del Estatuto Orgánico del Presupuesto⁷⁷, las contribuciones parafiscales son gravámenes establecidos con carácter obligatorio por la ley y que afectan a un determinado y único grupo social y económico y se utilizan para el beneficio del propio sector. De igual manera, el manejo, administración y ejecución de estos recursos se realizará conforme a la ley que los cree. Por su parte, la ley 101 de 1993⁷⁸, establece que los ingresos parafiscales agropecuarios y pesqueros no hacen parte del PGN (artículo 29), que su administración será realizada por entidades gremiales que reúnan condiciones de representatividad nacional (artículo 30) y establece como destinación de los recursos la “Investigación y transferencia de tecnología, asesoría y asistencia técnicas”, entre otras (artículo 31). Sin embargo, y como lo ha señalado la Corte Constitucional, estos recursos son contribuciones especiales de carácter público (CGR, 2014).

Según la Contraloría General de la República, en el período 2008-2012 la inversión de los Fondos Parafiscales del Sector Agropecuario, sin contar el Fondo Nacional del Café, fue de \$1,05 billones. De estos recursos ejecutados por los Fondos, el 68% fue destinado al desarrollo de proyectos de inversión en cumplimiento de sus objetivos misionales. A su vez, de este porcentaje el 45% se destinó a proyectos de investigación, innovación, transferencia de tecnología y asistencia técnica, para lo cual se ejecutaron 682 proyectos con una inversión de \$305.000 millones (CGR, 2014).

Los proyectos de CTI financiados por estos Fondos tuvieron un valor promedio de \$460 millones. Así mismo, el valor de los proyectos varía de acuerdo con el Fondo, por ejemplo los correspondientes a ganado tienen asignación promedio de \$2.324 millones y a panela \$1.180 millones, mientras que los de cacao, porcicultura, entre otros, oscilan entre \$102 y \$165 millones. De igual manera, no se dispone de indicadores que permitan evaluar el impacto y desempeño de estos proyectos (CGR, 2014).

Finalmente, en la Tabla 31 se presentan los Fondos Parafiscales del Sector Agropecuario junto con sus recursos presupuestales para el período 2008-2012:

Tabla 31. Recursos de los fondos parafiscales el sector Agropecuario, 2008-2013
Millones de pesos de 2012

Fondo	2008	2009	2010	2011	2012
F.N. del Café	330.198	280.578	260.006	302.535	295.728
F.N. del Ganado	87.360	95.608	94.376	91.965	92.545
F.N. Porcícola	14.217	14.853	14.543	15.852	23.193
F.N. Avícola	8.141	10.035	11.868	13.104	13.481
F.F. Palmero	28.588	22.977	21.188	32.137	31.933

⁷⁷ Decreto 111 de 1996. “Por el cual se compilan la Ley 38 de 1989, la Ley 179 de 1994 y la Ley 225 de 1995 que conforman el estatuto orgánico del presupuesto”.

⁷⁸ Ley 101 de 1993 “Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero”.

Fondo	2008	2009	2010	2011	2012
F.N. del Arroz	13.664	14.151	10.929	13.007	14.331
F.N.F. Hortofrutícola	11.240	10.848	10.955	12.192	12.272
F.N. del Cacao	5.675	5.580	7.194	6.288	5.049
F.N. Cerealista	3.794	3.045	2.772	3.122	3.602
F.N. Panelero	2.974	3.629	3.088	3.150	3.397
F.N. Tabaco	1.690	1.632	2.015	1.500	1.355
F.F. Algodonero	948	738	983	1.355	833
F.N. Leguminosas	584	507	421	552	698
F.N.F. Cauchero	219	95	-	-	695
F.F. Frijol soya	32	11	322	442	651
Total sin F.N. el	179.126	183.709	180.654	194.666	204.035
Café					
Total con F.N. del	509.324	464.287	440.660	497.201	499.763
Café					

Fuente: Contraloría General de la República (CGR, 2014). Última actualización: noviembre de 2013.

Notas: F.N.: Fondo Nacional, F.F.: Fondo de Fomento, FN.F.: Fondo Nacional de Fomento.

BORRADOR

Anexo 14. 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 de 2014, a precios corrientes, publicado por el DANE.
- b) Se utilizó la proyección de inversión en ACTI 2016-2032, mostrada en el (Gráfico 30) 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: $22\% \times 1$ 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 2015⁷⁹.
 - 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 la Tabla 32 se muestran las cifras en cada una de los supuestos descritos anteriormente y en el Gráfico 30 la proyección como porcentaje del PIB.

Tabla 32. Supuestos de la proyección de ACTI

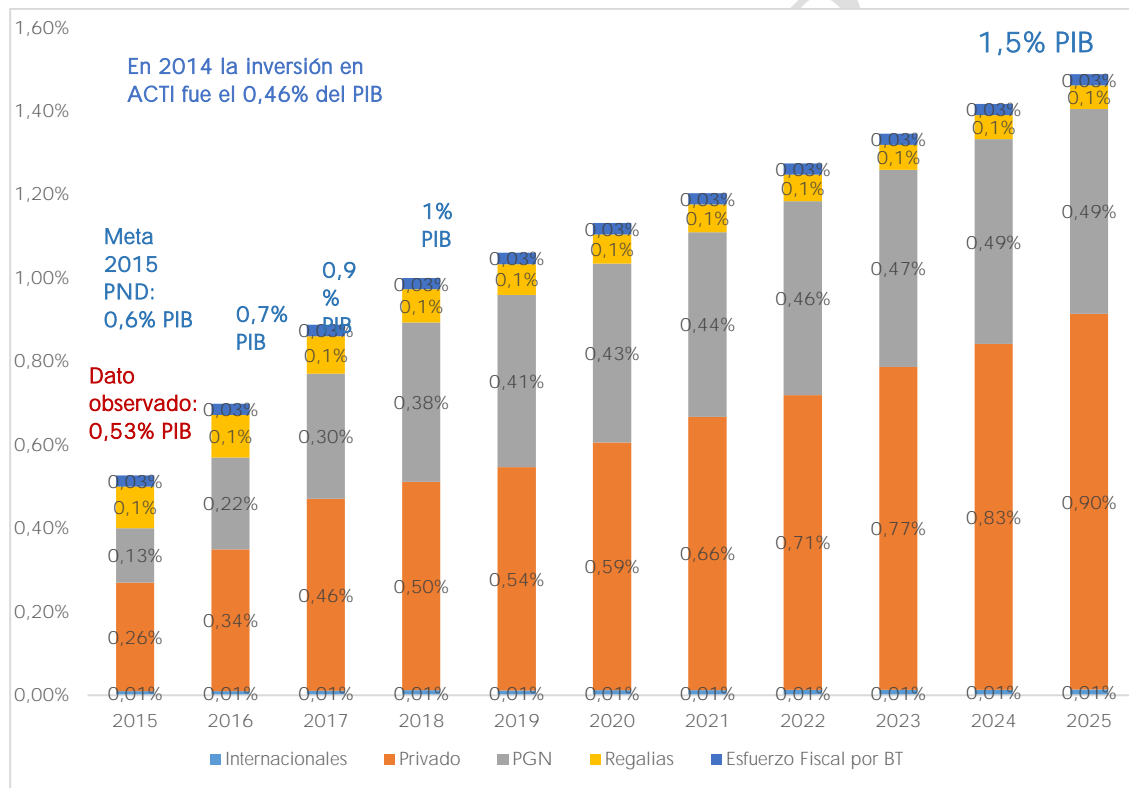
AÑO	PIB y meta de ACTI			Ponderaciones		
	Tasa de crecimiento CONPES 3837	PIB (EN 2014 se utiliza último dato DANE, billones de pesos)	META para alcanzar a América latina en 2032	Internacionales	Privado	Público
2014		756,15				
2015	3,60%	783,37				

⁷⁹ Página web del Ministerio de Hacienda, consultada en Agosto de 2015: <http://www.minhacienda.gov.co/HomeMinhacienda/SistGralRegalias/presupuesto/>.

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 30. Proyección 2019-2025 de inversión en ACTI por fuentes



Fuente: Cálculos DNP-DDE.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, P., Paucar, C., Restrepo, O., Roa, J., Rodríguez, J., Rosales, A., . . . Vinasco, C. (2013). *Agenda: Ciencia y Tecnología de Materiales y Minerales*. (VRI, Ed.) Bogotá. Recuperado el Noviembre de 2015, de <http://www.investigacion.unal.edu.co/images/stories/agendas/04-ciencia-tecnologia-materiales-minerales.pdf>
- 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>
- ACOFACIEN. (2006). *Inventario de Equipos Robustos*. Bogotá: Asociación Colombiana de Facultades de Ciencias.
- 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.
- BP. (2015). *BP Statistical Review of World Energy. June 2015. 64th edition*. Recuperado el Noviembre de 2015, de BP: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf>
- CAF, IDOM. (2010). *Metodología para la evaluación del desempeño de los Centros Tecnológicos*. Corporación Andina de Fomento e IDOM.
- 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
- Carlino, G., & Hunt, R. (2009). *WHAT EXPLAINS THE QUANTITY AND QUALITY OF LOCAL INVENTIVE ACTIVITY? Working Paper Research Department*. Federal Reserve Bank of Philadelphia.
- Carlson, R. (2011). *Biodesic 2011, Bioeconomy Update*. Recuperado el Noviembre de 2015, de Biodesic: http://www.biodesic.com/library/Biodesic_2011_Bioeconomy_Update.pdf
- CE&OTB. (2015). *¿Qué cuentas?: estudio realizado por el Consorcio CE-OTB (CE = Cognitive Edge; OTB = Out of the blu) para iNNpulsa Colombia, actualmente en fase de hallazgos preliminares*. Bogotá.
- CEPAL. (2005). *Una mirada a los sistemas nacionales de innovación en el Mercosur - Serie Estudios y Perspectivas No. 22*. Santiago de Chile, CHILE.: CEPAL.

- CEPI. (2011). *The Forest Fibre Industry - 2050 Roadmap to a low-carbon bio-economy*. (C. o. Industries, Ed.) Brussels. Recuperado el Noviembre de 2015, de Confederation of European Paper Industries: <http://www.unfoldthefuture.eu/uploads/CEPI-2050-Roadmap-to-a-low-carbon-bio-economy.pdf>
- CGR. (2014). *Parfiscalidad en el Sector Agropecuario*. Bogotá: Contraloría General de la República.
- Cielap. (2009). *Cielap Brief on Nanotechnology and Metals*. (C. I. Policy, Ed.) Recuperado el Noviembre de 2015, de Advancing Environmental Agenda. Canadian Institute for Environmental Law And Policy: http://www.cielap.org/pdf/Brief_NanoMetals.pdf
- 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). Absorptive 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 . (2015). Hoja de ruta del Programa TIC. Documento interno de trabajo. Bogotá.
- COLCIENCIAS. (2004). *Documento conceptual para la creación y apoyo a centros de investigación de excelencia*. . SPDCT.
- COLCIENCIAS. (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*. Bogotá: COLCIENCIAS.
- COLCIENCIAS. (2010). *Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Bogotá. Obtenido de www.colciencias.gov.co.
- COLCIENCIAS. (2013). *Boletín Estadístico Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación*.
- COLCIENCIAS. (2013). *Convocatoria "ideas para el cambio" para seleccionar soluciones científico - tecnológicas a necesidades de comunidades en condiciones de pobreza con énfasis en procesos de apropiación e innovación social*. Obtenido de Ideas para el Cambio: <http://www.colciencias.gov.co/convocatoria/convocatoria-ideas-para-el-cambio-para-seleccionar-soluciones-cientifico-tecnologicas-n>
- COLCIENCIAS. (2013). *Segunda Consulta a la Comunidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación SNCTel*. Bogotá.
- COLCIENCIAS. (2014). *Ejercicio piloto de vinculación de doctores en empresas*. Bogotá: COLCIENCIAS.
- Colciencias. (2014). *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo del sector de TIC*. Bogotá.
- 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/>.
- COLCIENCIAS. (2015). *Proyectos de capital humano financiados con el SGR*. Bogotá: COLCIENCIAS.
- COLCIENCIAS. (2015). *Resultados convocatoria anual de becas*. Bogotá: COLCIENCIAS.
- 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.
- Dae-Bong, K. (2009). *Human Capital and Its Measurement*. Busan: The 3rd OECD World Forum on "Statistics, Knowledge and Policy".
- DANE. (2012). *Encuesta de Formación de Capital Humano*. Bogotá.
- Daza-Caicedo, S., Lozano-Borda, M., Bueno Castellanos, E., Gómez Morales, Y., Salazar Acosta, M., & Jaime, A. (2014). *Percepciones de las ciencias y las tecnologías en Colombia. Resultados de la II Encuesta de la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología*. Bogotá.
- De Greiff, A., & Maldonado, O. (2011). "Apropiación fuerte" del conocimiento: Una propuesta para construir políticas inclusivas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina. En P. Kreimer, & A. Arellano (Edits.), *Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología desde América Latina* (págs. 209-262). Bogotá: Siglo del Hombre Editores.
- Dietz, J., & Bozeman, B. (2005). *Academic careers, patents, and productivity: industry experience as scientific and technical human capital*. Research Policy.
- 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). *CONPES 3834 - Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias*. Bogotá D.C.
- DNP. (2015). *Sistema unificado de inversión y finanzas públicas*.
- Doloreux, D., & Parto, S. (2004). *Regional Innovation Systems: A Critical Review*. UN University.
- Duque, A. (2014). *La Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación a través de un modelo de gestión para la promoción de la cultura científica en Risaralda*. Pereira.
- 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>
- EIA. (2015). *The Annual Energy Outlook 2015 With Projections to 2040. April 2015*. Washington: U.S. Energy Information Administration (EIA). Recuperado el Noviembre de 2015, de <http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383%282015%29.pdf>
- Elsevier. (2015). *Informe para COLCIENCIAS*. .
- Enzing, C. (2011). *Sectoral Innovation Watch: Biotechnology Sector, Final Sector Report*. Europa INNOVA Initiative. European Commission. Competitiveness and Innovation Framework Programme. Obtenido de http://www.praxis.ee/wp-content/uploads/2014/03/sector-report-biotechnology_en.pdf
- Esteve, N. (2011). *Energización de las zonas no interconectadas a partir de las energías renovables solar y eólica*. Tesis Maestría, Pontificia Universidad Javeriana - Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Bogotá. Recuperado el Noviembre de 2015, de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis121.pdf>
- Euromonitor. (2015). *14 Food Trends to Watch in Food: Part Three. October*. Recuperado el Octubre de 2015, de Euromonitor International: <http://www.euromonitor.com/14-food-trends-to-watch-in-food-part-three/report>
- EY. (2015). Health reimagined. En EY, & E. a. Young (Ed.), *Megatrends 2015, Making Sense of a Word in Motion*. EYGM Limited. Recuperado el Octubre de 2015, de [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-megatrends-report-2015/\\$FILE/ey-megatrends-report-2015.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-megatrends-report-2015/$FILE/ey-megatrends-report-2015.pdf)
- FAO. (2015). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La protección social y la agricultura: romper el ciclo de la pobreza rural*. Roma: FAO. Recuperado el Octubre de 2015, de <http://www.fao.org/3/a-i4910s.pdf>
- FAO, FIDA, & PMA. (2015). *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*. Roma: FAO. Recuperado el Octubre de 2015, de <http://www.fao.org/3/a-i4646s>
- Fedesarrollo. (2014). *Evaluación de impacto de los programas de formación de capital intelectual ofertados por COLCIENCIAS, Jóvenes Investigadores y Becas de Doctorado*. Bogotá: Fedesarrollo.
- Fedesarrollo. (2015). *Diseño de un sistema de información y monitoreo para la evaluación del programa Ondas*. Bogotá D.C.
- 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.
- García Solarte, M., Medina Vásquez, J., & González, C. (2013). *Segunda Consulta a la Comunidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Santiago de Cali: COLCIENCIAS.
- Gartner. (2013). *Top 10 Strategic Technology Trends for 2014*. Recuperado el Noviembre de 2015, de Gartner: <http://www.gartner.com/technology/research/top-10-technology-trends>

- GEM. (2015). *GEM Colombia 2006-2013*. Bogotá D.C., COLOMBIA.
- 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*.
- 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.
- 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.
- IEA. (2011). *World Energy Outlook 2011*. Paris: IEA Publications. Recuperado el 2015 de Octubre de 2015, de https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2011_WEB.pdf
- IEC. (2013). *Nanotechnology in the sectors of solar energy and energy storage. Technology Report*. Geneva: International Electrotechnical Commission. Recuperado el Noviembre de 2015, de http://www.iec.ch/about/brochures/pdf/technology/IEC_TR_Nanotechnology_LR.pdf
- IICA. (2014). *La innovación en la agricultura: Un proceso clave para el desarrollo sostenible*. Recuperado el Octubre de 2015, de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: http://www.redinnovagro.in/documentosinnov/Innovaci%C3%B3n_PP_es.pdf
- IKEI. (2006). *Estudio de Evaluación de Impacto de los CDT y CRP en el SNI colombiano*. IKEI.
- Innpulsa. (2013). *Estudio sobre el potencial de la industria biotecnológica en Colombia*. Recuperado el Noviembre de 2015, de Innpulsa Colombia: http://www.innpulsacolombia.com/sites/default/files/130724_resumen_ejecutivo_entregables_vf.pdf
- 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 Innpulsa Colombia. Tres años innpulso 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/ix_picturedb/ds2001-205.pdf
- Kaiser, I., Jordan, C., & Moore, V. (27 de February de 2014). *Nanotechnology Innovation Trends*. Recuperado el Noviembre de 2015, de IP Watch dog: <http://www.ipwatchdog.com/2014/02/27/nanotechnology-innovation-trends/id=48286/>
- 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 América 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.
- Lucas, R. (1988). *On the Mechanics of Economic Development*. Journal of Monetary Economics.
- 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). *Análisis 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*.
- MEN. (2015). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Metcalf, J. (1995). *The Economics Foundations of Thechnology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives*. Oxford: Blackwell.
- Ministerio de Defensa Nacional. (2011). *Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Sector Defensa y Seguridad*. Bogotá: Ministerio de Defensa Nacional.
- Ministerio de Defensa Nacional. (2013). *Directiva 8 de 2013. Lineamientos Ministeriales para las actividades de ciencia, tecnología e innovación en el sector defensa y seguridad*. Bogotá: Ministerio de Defensa Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional - Consejo Nacional de Acreditación. (2010). *Lineamientos para la Acreditación de Alta Calidad Programas de Maestría y Doctorado*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional - Consejo Nacional de Acreditación.
- Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). *Plan Decenal de Salud Pública PDSP, 2012-2021 La salud en Colombia la construyes tú*. Obtenido de Ministerio de Salud y Protección Social: <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Documents/dimensiones/Documento-completo-PDSP.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). *Enfermedades infecciosas desatendidas*. Recuperado el Noviembre de 2015, de Ministerio de Salud:

- <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/enfermedades-infecciosas-desatendidas.aspx>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (Marzo de 2015). *Panorama TIC: Comportamiento del Sector TIC en Colombia*. Recuperado el Noviembre de 2015, de Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-8917_panoranatic.pdf
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2015). *Resolución 828 de 2015 "Por la cual se adopta el Plan Estratégico Sectorial e Institucional del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, para el periodo 2014-2018"*. Bogotá: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Mintel. (2 de February de 2015). *Mintel serves up 5 key food and drink trends for 2015*. Recuperado el Octubre de 2015, de Mintel: <http://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/mintel-serves-up-5-key-food-and-drink-trends-for-2015>
- 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.
- NREL. (2012). *Renewable Electricity Futures Study. National Renewable Energy Laboratory*. (M. Hand, S. Baldwin, E. DeMeo, J. Reilly, T. Mai, D. Arent, . . . D. Sandor, Edits.) Golden, Colorado: National Renewable Energy Laboratory. Obtenido de http://www.nrel.gov/analysis/re_futures/
- Nuffield Council of Bioethics. (2012). *Emerging biotechnologies: Technology, choice and the public good*. London: Nuffield Council on Bioethics. Obtenido de http://nuffieldbioethics.org/wp-content/uploads/2014/07/Emerging_biotechnologies_full_report_web_0.pdf
- OCDE . (2014). *SISTEMAS NACIONALES DE PROPIEDAD INTELECTUAL, INNOVACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO: PERSPECTIVAS SOBRE COLOMBIA E INDONESIA*. París: OECD.
- OCDE. (1997). *National Innovation Systems*. París: OECD.
- OCDE. (2003). *Turning Science into Business Patenting and Licensing at Public Research Organisations*. París: OCDE.
- 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*. París: OCDE.
- OCDE. (2011). *Reviews of Regional Innovation: Regions and Innovation Policy*. París: 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: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- OCDE. (2013a). *Start-up Latinoamérica - Promoting the innovation in the region*. París, FRANCE. doi:10.1787/9789264202306-en
- OCDE. (2014). *Review de Innovación para Colombia*. París: OCDE.
- OCDE. (2014a). *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014*. París: 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, Colombia 2014*. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos S.A. Recuperado el 2015, de http://ocyt.org.co/Portals/0/LibrosPDF/OCyT_Indicadores_2014.pdf
- 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.
- OCyT. (2015). *Indicadores de ciencia y tecnología 2014*. Bogotá: OCyT.
- OCYT. (2016). *Diseño y aplicación de una metodología para la caracterización de centros autónomos de investigación y desarrollo tecnológico*. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- OECD. (2013). *Biotechnology for the Environment of the Future: Science, Technology and Policy* (Vol. Vol. 3). OECD Publishing. OECD Science, Ed.
- Olivé, L. (2007). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- ONU. (2015a). *Objetivos de Desarrollo Sostenible, Objetivo 2*. Recuperado el Octubre de 2015, de Organización de las Naciones Unidas: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>
- ONU. (2015b). *Objetivos de Desarrollo Sostenible, Objetivo 7*. Recuperado el Noviembre de 2015, de Organización de las Naciones Unidas: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- Ordoñez-Matamoros, G., Cozzens, S., & García, M. (2010). *International Co-Authorship and Research Team Performance in Colombia*. The Review Of Policy Research.
- Ortegón, E. (2008). *Guía sobre el diseño y gestión de la política pública*. Bogotá, COLOMBIA: SECAB.
- OSTP. (2012). *National Bioeconomy Blueprint*. Obtenido de The White House: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf
- PAHO. (2012). *28ª Conferencia sanitaria panamericana 64ª sesión del comité regional*. Recuperado el Noviembre de 2015, de Organización Panamericana de la Salud: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=21350&Itemid=270&lang=es
- Parra Torrado, 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 structural implications. *Cambridge Journal of Economics*, 4(1), 779–805. doi:10.1093/cje/bep028
- Pérez-Bustos, T., Franco Avellaneda, M., Lozano Borda, M., Falla, S., & Papagayo, D. (ene.-mar. de 2012). Iniciativas de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología en Colombia: tendencias y retos para una comprensión más amplia de estas dinámicas. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 19(1), 115-137.
- 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.
- PWC. (2015). *Top health industry issues of 2015*. Recuperado el Noviembre de 2015, de PwC: <http://www.pwc.com/us/en/health-industries/top-health-industry-issues.html>

- 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.
- Romer, P. (1986). *Increasing Returns and Long-Run Growth*. The Journal of Political Economy.
- Romer, P. (1990). *Endogenous Technological Change*. Chicago: Journal of Political Economy.
- Rosero, M. A. (2004). *Metodología de gestión tecnológica*. Bogotá: Centro de Investigación 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
- Saxl., O. (July de 2005). *Nanotechnology – a Key Technology for the Future of Europe*. Recuperado el Noviembre de 2015, de Cordis Europa: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/foresight/docs/kte_nano_tech.pdf
- 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&ved=0CCIQFjAAahUKEwjZgonG4LDIAhUCph4KHdyNBTM&url=http%3A%2F%2Fwww.progressproject.eu%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F12%2FProgress_D2.2_final.pdf&usq=AFQjCNF6UYX_1IMg0cOtApd
- SENA. (2015). *SENNOVA - Sistema de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (Presentación)*. Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje.
- 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.
- Song, X. (2014). *Biotechnology: Industry Analysis, Key Players and Future Trends*. Recuperado el Noviembre de 2015, de Data Fox Blog: <http://www.datafox.co/blog/biotechnology.-industry-analysis-key-players-future-trends/>
- Technopolis. (2014). *The Case for Public Support of Innovation - At the sector, technology and challenge area levels*. London: Department for Business innovation & Skills.
- 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*. Recuperado el Noviembre de 2015, de Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo: http://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ecn162014d3_es.pdf
- UPME. (2010). *Análisis y revisión de los objetivos de PEN 2010 - 2030*. Unión Temporal UNAL - Fundación Bariloche, Bogotá. Recuperado el Noviembre de 2015, de <http://www.upme.gov.co/Docs/PEN/PEN%202010%20VERSION%20FINAL.pdf>

- USDA. (2015). *USDA Science, Research, Education, and Economics Action Plan*. Recuperado el Octubre de 2015, de U. S. Department of Agriculture:
http://www.ree.usda.gov/ree/news/USDA_2014_REE_Action_Plan_08-2014_Final.pdf
- Vinding, A. (2006). *Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach*. . Economics of Innovation and New Technology.
- WEC. (2013). *World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050*. London: World Energy Council. Recuperado el Noviembre de 2015, de 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. Recuperado el Noviembre de 2015., de World Energy Council: <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2015/05/Tackling-policy-uncertainty.pdf>
- 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.
- Zumla, A., & Ustianowski , A. (June de 2012). Tropical diseases: Definition, Geographic Distribution, Transmission, and Classification. *Infectious Disease Clinics of North America*, 26(2), 195–205. doi:10.1016/j.idc.2012.02.007

BORRADOR