

N°  
012010

**SERIE DE ESTUDIOS Y EVALUACIONES  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E  
INNOVACIÓN**





**COLCIENCIAS**  
Ciencia, Tecnología e Innovación



**Título:**

**Evaluación de Resultados del Convenio Especial de Cooperación  
COLCIENCIAS-SENA (2010)**

**Tipo de evaluación: Resultados**

**Autor(es):**

**Luis Carlos Corral**

**Lucia Llanes**

**Hugo Navarro**

**Descripción de la evaluación:**

La evaluación busca evaluar los resultados de los proyectos y actividades de carácter investigativo, de desarrollo tecnológico e innovación financiados a través del convenio especial de cooperación COLCIENCIAS- SENA durante el período 2002-2008. Para este análisis se identificó la cadena de valor del programa y se proponen indicadores de producto y resultados, así como recomendaciones de política para el desarrollo de estas convocatorias.

**Año de realización: 2010**

*Palabras claves: Proyectos Investigación, Recursos SENA-COLCIENCIAS, resultados*



**ESTUDIOS DE EVALUACIÓN REALIZADOS EN COLCIENCIAS**  
**UNIDAD DE DISEÑO Y EVALUACIÓN DE POLÍTICAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

**TÍTULO EVALUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN COLCIENCIAS-SENA (2010)**

**TIPO DE EVALUACIÓN**

RESULTADOS

**FECHA REALIZACIÓN EVALUACIÓN**

2010

**ESTADO EVALUACIÓN**

ENTREGADA Y FINALIZADO

**PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN RELACIONADO**

PROGRAMA DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN INDUSTRIAL

**OBJETIVO ESTRATÉGICO COLCIENCIAS**

INNOVACIÓN

**AUTOR(ES)**

LUIS CARLOS CORRAL  
LUCIA LLANES  
HUGO NAVARRO

**OBJETIVO**

EVALUAR LOS RESULTADOS DE LOS PROYECTOS Y ACTIVIDADES DE CARÁCTER INVESTIGATIVO, DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN FINANCIADOS A TRAVÉS DEL CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN SENA - COLCIENCIAS DURANTE EL PERÍODO 2002-2008

**DESCRIPCIÓN**

LA EVALUACIÓN BUSCA EVALUAR LOS RESULTADOS DE LOS PROYECTOS Y ACTIVIDADES DE CARÁCTER INVESTIGATIVO, DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN FINANCIADOS A TRAVÉS DEL CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN COLCIENCIAS- SENA DURANTE EL PERÍODO 2002-2008. PARA ESTE ANÁLISIS SE IDENTIFICÓ LA CADENA DE VALOR DEL PROGRAMA Y SE PROPONEN INDICADORES DE PRODUCTO Y RESULTADOS, ASÍ COMO RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PARA EL DESARROLLO DE ESTAS CONVOCATORIAS.

**METODOLOGÍA**

ENFOQUE DE EVALUACIÓN DE RESULTADOS EN EL CUAL SE OBSERVA LA CADENA DE VALOR, ES DECIR, LA SECUENCIA ENTRE INSUMOS, PRODUCTOS RESULTADOS E IMPACTOS ASOCIADOS A LA CREACIÓN DE VALOR DE LOS PROYECTOS DEL CONVENIO SENA-COLCIENCIAS

**MÉTODO UTILIZADO**

CUANTITATIVA

**PRINCIPALES RESULTADOS**

LA EVALUACIÓN REFLEJA RESULTADOS POSITIVOS EN TÉRMINOS DE OBJETIVOS PLANTEADOS Y ESPERADOS, PRODUCTOS GENERADOS Y LOS BENEFICIARIOS ASOCIADOS A LOS PROYECTOS.

PARA EL PRIMER TIPO DE RESULTADOS SE IDENTIFICÓ QUE TODOS LOS PROYECTOS LOGRAN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN MAYOR O MENOR MEDIDA. AÚN CUANDO EL PROCESO DE EVALUACIÓN PRESENTÓ DIFICULTADES PARA PRECISAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS Y METAS EN ALGUNOS PROYECTOS, NO SE PRESENTA UN SOLO PROYECTO EN EL QUE LOS RECURSOS DESTINADOS, LAS ACTIVIDADES REALIZADAS Y EL EQUIPO VINCULADO AL MISMO NO CONTRIBUYAN AL LOGRO DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS. UNA MAYOR EVIDENCIA EN EL LOGRO DE OBJETIVOS Y EL CUMPLIMIENTO DE METAS SE ASOCIA A LOS PROYECTOS EJECUTADOS POR EMPRESAS O EN DONDE EL BENEFICIARIO PRINCIPAL ES UNA EMPRESA.

EN TÉRMINOS DE PRODUCTOS, SE OBSERVA QUE DE 81 PROYECTOS ANALIZADOS, SE REGISTRARON 94 PRODUCTOS, SERVICIOS O PROCESOS NUEVOS O MEJORADOS, 38 PUBLICACIONES Y 16 PATENTES. CUANDO PARTICIPABAN EMPRESAS EN LOS PROYECTOS, SE REFLEJAN DE FORMA MÁS CONTUNDENTE LOS CAMBIOS GENERADOS Y LOS RESULTADOS OBSERVADOS EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS, DISMINUCIÓN EN LOS COSTOS, MAYOR EFICIENCIA ETC. ASÍ MISMO, LOS PROYECTOS ASOCIADOS DESARROLLOS DE INVESTIGACIÓN.

LOS PROYECTOS QUE SE CONCENTRAN EN UNA INVESTIGACIÓN PRECOMPETITIVA O EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE UN PRODUCTO, AÚN CUANDO PRESENTAN PRODUCTOS MENOS CLAROS, SE PUDO VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE METAS EN CUANTO A PASOS DENTRO DE LA INVESTIGACIÓN, CREACIÓN DE PROTOTIPOS PARA EL DESARROLLO DE LOS PRODUCTOS, ETC.

**PRINCIPALES RECOMENDACIONES**

GENERAR UN PROCESO QUE PERMITA ACTUALIZAR LA INFORMACIÓN DE LOS PROYECTOS EN 2 MOMENTOS DEL TIEMPO: I) AL INICIO DE LOS PROYECTOS CUANDO SE LLEVA A CABO LA ADJUDICACIÓN Y SE COMUNICA AL PROPONENTE LA APROBACIÓN Y EL MONTO DE RECURSOS ASIGNADO Y II) A LA ENTREGA DE LOS INFORMES TÉCNICOS Y FINANCIEROS FINALES.

INTRODUCIR UNA FICHA DE RESUMEN DE LOS PROYECTOS QUE CONTENGA LAS VARIABLES FUNDAMENTALES PARA ELABORAR LA LÍNEA DE BASE, LA CUAL PERMITA HACER EL SEGUIMIENTO EN TRES MOMENTOS DEL TIEMPO: I) PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA; II) APROBACIÓN Y ASIGNACIÓN DE RECURSOS; Y III) FINALIZACIÓN DE LA EJECUCIÓN. DE IGUAL FORMA SE DESTACA LA NECESIDAD DE CONTAR EN ESTA FICHA CON INFORMACIÓN CONTRACTUAL; INFORMACIÓN FINANCIERA INFORMACIÓN DE LOS RESULTADOS FINALES DEL PROYECTO EN LO TÉCNICO Y FINANCIERO.

LA INFORMACIÓN ANTES RELACIONADA SE TENDRÍA PARA CADA UNO DE LOS PROYECTOS Y SERÍA POSIBLE CLASIFICARLA POR DIFERENTES VARIABLES. EN PARTICULAR, SERÍA FUNDAMENTAL PODER AGREGARLA Y ANALIZARLA DE ACUERDO CON LOS SECTORES A LOS CUALES SE DIRIGEN LOS RECURSOS, ES DECIR A LOS PROGRAMAS DE COLCIENCIAS QUE EFECTIVAMENTE SE BENEFICIAN CON LOS RESULTADOS DE LOS PROYECTOS. DE ESTA FORMA, PARA LA ENTIDAD SERÍA POSIBLE HACER ANÁLISIS SOBRE EL DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO DE LOS RECURSOS DE ACUERDO CON LAS PRIORIDADES DE DESARROLLO NACIONAL.

SE RECOMIENDA TRABAJAR LOS PROCESOS DE LAS CONVOCATORIAS BAJO OBJETIVOS MÁS AMPLÍOS QUE PERMITAN LA CONTINUIDAD DE LOS PROYECTOS, ASÍ COMO ÁREAS DE CONOCIMIENTO ESPECÍFICOS, PUES EL CONCEPTO DE PROYECTO PUEDE QUE NO PERMITA EJECUTAR LOS RESULTADOS ESPERADOS DE UNA MEJOR MANERA

**COLCIENCIAS**

**INFORME FINAL**

**EVALUACION DE RESULTADOS DEL  
CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN  
COLCIENCIAS-SENA  
(2003-2008)**

**Luis Carlos Corral  
Lucia Llanes  
Hugo Navarro**

**Diciembre de 2010**

## Contenido

<b>1. EL CONVENIO COLCIENCIAS –SENA</b> .....	<b>8</b>
1.1. LA INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN, INNOVACION Y DESARROLLO .....	11
1.1.1. <i>Características generales de la inversión en Investigación, Innovación y Desarrollo</i> .....	11
1.2. ASIGNACIÓN DE LOS RECURSOS A TRAVÉS DEL CONVENIO COLCIENCIAS –SENA... 12	
1.2.1. <i>Importancia de la Evaluación en Proyectos de Innovación y Desarrollo Tecnológico</i> .....	13
1.2.2. <i>Características Generales de las actividades y proyectos financiados por el CONVENIO COLCIENCIAS –SENA</i> .....	13
<b>2. ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA EVALUACIÓN DE RESULTADOS ...</b>	<b>42</b>
2.1. RETOS EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE I+I+D Y FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL .....	42
2.2. PROPUESTA METODOLÓGICA .....	46
2.2.1. <i>Objetivo del Estudio</i> .....	46
2.2.2. <i>Metodología de Análisis</i> .....	47
2.2.3. <i>Teoría de Cambio</i> .....	48
2.2.4. <i>Ejercicios de Evaluación desarrollados</i> .....	50
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>57</b>
3.1. DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PROYECTOS .....	57
3.2. INCORPORACIÓN DE LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN EL SECTOR PRODUCTIVO .....	59
3.3. LOGRO DE OBJETIVOS Y CUMPLIMIENTO DE METAS .....	64
3.4. DESEMPEÑO DE LOS EJECUTORES .....	66
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>74</b>
4.1. CARACTERIZACIÓN .....	74
4.2. EVALUACIÓN DE RESULTADOS .....	75
4.3. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS EN COLCIENCIAS .....	77
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>80</b>

## INTRODUCCION

Este es el documento final de la consultoría que tiene como propósito evaluar los resultados de los proyectos y actividades de carácter investigativo, de desarrollo tecnológico e innovación financiadas a través el convenio especial de cooperación COLCIENCIAS – SENA durante el período 2003-2008. Este convenio es el principal instrumento para desarrollo de la política de ciencia tecnología e innovación en Colombia, en lo que hace referencia a la política de innovación y tiene como objeto “La cooperación mutua de recursos técnicos, administrativos y financieros de las dos instituciones para adelantar las siguientes estrategias; la investigación aplicada, la innovación, el desarrollo tecnológico, la apropiación pública de la ciencia, tecnología e innovación y en general la construcción de capacidades regionales de ciencia tecnología e innovación de conformidad con el Plan Operativo General”<sup>1</sup>.

La valoración de los resultados asociados a los proyectos COLCIENCIAS-SENA se realizó en torno a varias preguntas entre las que se destacan:

- ¿Qué se ha realmente financiado a través de los proyectos?
- ¿En qué medida se han alcanzado los objetivos?
- ¿Qué cambios se han generado en el desempeño de las organizaciones beneficiarias?
- ¿Son sostenibles estos cambios o resultados?
- ¿Qué factores externos limitan o potencian los resultados de estas intervenciones?
- ¿Qué dificultades en la implementación de estos proyectos afecta los resultados?
- ¿Qué deberían promover y financiar los futuros proyectos?
- ¿Cómo se pueden evaluar los resultados de estos proyectos de manera sistemática?

El estudio se desarrolló en tres fases. La primera consistió en el Mejoramiento de la Base de Datos Original de los proyectos mediante la construcción de una base de datos única que consolidara la información disponible e incluyera las variables relevantes para los propósitos del análisis. Colciencias entregó al equipo de trabajo las bases de datos Jurídica y la Financiera que contienen información de los proyectos del convenio relacionada con el nombre del proyecto, el objetivo, la entidad ejecutora, la modalidad de contratación, los recursos asignados, etc y adicionalmente se tuvo acceso al Sistema Integral de Gestión de Proyectos para complementar la información. Los principales problemas encontrados en las bases fueron i) la no desagregación de los proyectos contratados a través de convenios

---

<sup>1</sup> Servicio Nacional de Aprendizaje. Otrosí: Modificación No. 04 al convenio interadministrativo de cooperación técnica No.055 del 05 de agosto de 2005, celebrado entre el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas -“Colciencias”- y el Servicio Nacional de Aprendizaje -“Sena”-. Bogotá: Sena, 2008. p 1.

y ii) poca información sobre aspectos relevantes que permitían mejorar la caracterización de los proyectos.

Por lo anterior, se identificaron los ejecutores de los proyectos que estaban asociados a convenios a través de la construcción de una categoría de 2 dígitos que permite establecer tanto el ejecutor del proyecto como el administrador de los recursos. De la misma forma, se desagregó el valor del convenio por monto de recursos asignado a cada proyecto.

También se crearon tres nuevas categorías, las cuales era posible deducir con base en los nombres de los proyectos. Estas fueron: i) la naturaleza de la entidad ejecutora,; ii) el sector al que se dirige el conocimiento; y finalmente, iii) el tipo de actividad de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) que desarrolla el proyecto. Posteriormente, se siguieron identificando posibilidades para lograr una mejor descripción de los proyectos a partir de ajustes de la base de datos, entre los que se destacan:

- Los montos de recursos asociados a cada proyecto fueron transformados a pesos constantes del año 2008, estaban en pesos corrientes del año de ejecución de los proyectos.
- Para cada proyecto se identificó el sector al que está asociado a través de la clasificación CIIU. Lo anterior a través del análisis de variables como nombre del proyecto, objetivo, ejecutor; entre otros.
- Se definió una nueva categoría de objetivo del proyecto asociada a las actividades de innovación, ciencia y tecnología de cada uno de los proyectos.
- Se crearon categorías en los casos que era posible precisar las actividades desarrolladas. Por ejemplo, se creó la categoría otras actividades que generan capacidades de innovación que incluye misiones tecnológicas, estudios de prospectiva y ruedas de negocios.
- Se consolidó y ordenó la información relacionada con el sitio geográfico de localización de la entidad ejecutora.

Como resultado del ejercicio de mejoramiento de la base de datos original se construyó la base de datos ajustada la cual se anexa a este documento y que fue el insumo principal para la realización de las fases posteriores del trabajo.

La segunda fase fue la caracterización de la totalidad de los proyectos que responde la pregunta *¿Qué se ha financiado con estos recursos?* Para el desarrollo se plantearon nuevas categorías de análisis que surgen tanto del ciclo de formulación y ejecución de proyectos, de las condiciones específicas de proyectos de ciencia, tecnología e innovación así como con elementos relevantes y objetivos que se buscan con el CONVENIO COLCIENCIAS - SENA y otros datos puramente operativos que son necesarios para la gestión de los proyectos. Se construyó así una clasificación de los proyectos que incluye los siguientes aspectos:

- i) Caracterización de la Entidad Ejecutora
- ii) Actividades de Ciencia Tecnología e Innovación
- iii) Productos del proyecto
- iv) Resultados esperados del proyecto
- v) Programas de Colciencias

Adicionalmente, se diseñó y aplicó un instrumento de recolección de información autodiligenciable con el propósito de recoger de manera ágil la información definida para la caracterización de los proyectos tanto la que no se tenía en la base de datos como aquella que estaba disponible pero que se quería verificar para los 694 proyectos de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico (I+I+D) y los 160 de fortalecimiento institucional (854 proyectos). Este proceso de recolección de información se logró para cerca de 300 proyectos.

Por la naturaleza de los proyectos de apoyo al recurso humano, apropiación y difusión y generación de capacidades en innovación se consideró que no era necesario caracterizar esos proyectos a través de los ejecutores. En efecto, la identificación de sus objetivos, resultados y caracterización fue posible a través de información secundaria como se presenta más adelante en este documento. Por esta razón, no se solicitó información a los 169 proyectos de apoyo al recurso humano; a los 41 de apropiación y difusión y a los 59 de otras de capacidades de innovación. El instrumento de recolección de información se estructuró en 8 secciones<sup>2</sup> siguiendo los requerimientos de información tanto para la gestión como para la caracterización de los proyectos. Con base en la información recogida se construyó la base de datos de caracterización, la cual junto con la base de datos ajustada son los insumos principales para el análisis de los proyectos.

La tercera fase desarrolló la evaluación de resultados en la cual se busca analizar las siguientes hipótesis con relación a los resultados esperados de los proyectos financiados:

- Los proyectos del CONVENIO COLCIENCIAS - SENA se ajustan a los objetivos que se plantean, generan mejora en el desempeño de las entidades que los ejecutan y son sostenibles.
- Se logra la incorporación efectiva de la ciencia, la tecnología y la innovación al sector productivo de bienes y servicios.
- Se logra la articulación y el fortalecimiento institucional de los diferentes sectores y entidades del SNCT como son el sector académico, productivo, los gobiernos locales y el gobierno central.
- La fomenta la consolidación de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico
- Se genera apropiación y gestión de los resultados de la investigación
- El promueve el apoyo a la formación de jóvenes investigadores y emprendedores, doctores y del personal vinculado a empresas que realizan innovaciones, así como el fortalecimiento de grupos y centros de investigación.

---

<sup>2</sup> Las secciones son i) datos básicos del proyecto; ii) descripción del proyecto; iii) Caracterización de la Entidad Ejecutora; iv) Actividades de Ciencia Tecnología e Innovación; v) Productos del proyecto; vi) Resultados esperados del proyecto; vii) Programas de Colciencias y viii) Persona de contacto

- Se logra la divulgación de los resultados de los procesos de investigación e innovación nacionales e internacionales

Para corroborar las hipótesis establecidas se procedió a tomar información sobre 85 proyectos definidos a través de una muestra representativa del universo de proyectos que realizan actividades de investigación, innovación y desarrollo tecnológico y fortalecimiento institucional por parte de universidades, centros de desarrollo tecnológico, empresas y centros de investigación. Se diseñaron instrumentos de recolección de información para cada tipo de entidad ejecutora y se tomó la información en las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga, Barranquilla, Manizales y Pereira.

Este documento se divide en cuatro partes. La primera presenta los contenidos del convenio COLCIENCIAS – SENA y su desarrollo a través de la ejecución de las principales actividades y proyectos de investigación, innovación y desarrollo durante el período 2003-2008. La segunda contiene el enfoque metodológico del trabajo realizado para la evaluación de resultados. La tercera que muestra los hallazgos de la evaluación de resultados. Y la cuarta y última presenta las conclusiones y recomendaciones del trabajo. Al documento se anexan la base de datos de caracterización de proyectos (levantada a través de la ficha de caracterización diligenciada por las entidades ejecutoras) y la base de datos de evaluación de resultados (levantada por el equipo del proyecto a través de encuestas a los responsables de los proyectos).

Para una mayor claridad de la estructura del documento y los temas que se abordan en el siguiente cuadro se relacionan las secciones del documento que apuntan a responder las hipótesis que guían el presente estudio:

<b>Hipótesis</b>	<b>Secciones del documento</b>
Los proyectos del CONVENIO COLCIENCIAS - SENA se ajustan a los objetivos que se plantean, generan mejora en el desempeño de las entidades que los ejecutan y son sostenibles.	En la sección 2.2.4.2. Logro de Objetivos y Cumplimiento de Metas se presenta la forma como se aborda lo relacionado con la hipótesis frente a los objetivos de los proyectos y en la 3.3. se presentan los resultados. Para dar respuesta a esta hipótesis se construyó la cadena de valor y fichas de los proyectos En cuanto a la hipótesis frente al desempeño de los ejecutores y la sostenibilidad de los proyectos, el abordaje conceptual de la hipótesis se hace en la sección 2.2.4.3. Desempeño de los ejecutores y los resultados están en la sección 3.4. Desempeño de los Ejecutores desempeño en el aparte sobre Orientación hacia el sector productivo (p.67).
Se logra la incorporación efectiva de la ciencia, la tecnología y la innovación al sector productivo de	En la sección 2.2.4.1. Incorporación de la innovación y el desarrollo tecnológico al sector productivo se presenta el abordaje metodológico y las herramientas que se van a utilizar para dar respuesta a esta hipótesis, entre los que se

bienes y servicios.	destacan la cadena de valor del convenio a través de 5 categorías y la construcción de indicadores duros. Los resultados se presentan en la sección 3.2. del documento.
Se logra la articulación y el fortalecimiento institucional de los diferentes sectores y entidades del SNCT como son el sector académico, productivo, los gobiernos locales y el gobierno central.	En la sección 2.2.4.3. Desempeño de los ejecutores se presenta la forma en que se aborda este tema en el estudio y en la Desempeño de los ejecutores (articulación del SNCT y fortalecimiento de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico) – Desempeño de los ejecutores y su contribución al fortalecimiento del SNCTI.
Se fomenta la consolidación de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico	En la sección 2.2.4.3. Desempeño de los ejecutores (articulación del SNCT y fortalecimiento de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico) se presentan la forma como se va a dar respuesta a la hipótesis y en la sección 3.4. en el aparte Articulación entre actores del Sistema (p 70) se presentan los resultados.
Se genera apropiación y gestión de los resultados de la investigación	En la sección 2.2.4.3. Desempeño de los ejecutores se presenta la manera de abordar la hipótesis y se da respuesta en la sección 3.4. a través de los apartes Difusión científica y tecnológica (p. 72), Planeación de mediano plazo y gestión de proyectos (p68) y Articulación entre actores del Sistema (p.70).
Se promueve el apoyo a la formación de jóvenes investigadores y emprendedores, doctores y del personal vinculado a empresas que realizan innovaciones, así como el fortalecimiento de grupos y centros de investigación.	Esta hipótesis se aborda en la sección 2.2.4.3. Desempeño de los ejecutores (articulación del SNCT y fortalecimiento de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico (p 69) y se analiza en la sección 3.2 en la parte sobre Disponibilidad de recursos (p 68) a través de la valoración del recurso humano con que cuentan las universidades, CDT y empresas y de su calificación como resultados de la ejecución de los proyectos.
Se logra la divulgación de	Esta hipótesis se aborda en la sección 2.2.4.3. Desempeño

los resultados de los procesos de investigación e innovación nacionales e internacionales	de los ejecutores (articulación del SNCT y fortalecimiento de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico) y los resultados se presentan en la sección 3.4. en el aparte de Difusión científica y tecnológica (p 72).
---	---

## 1. EL CONVENIO COLCIENCIAS –SENA

El CONVENIO COLCIENCIAS–SENA se constituye como el principal instrumento para desarrollo de la política de ciencia tecnología e innovación en Colombia, en lo que hace referencia a la política de innovación.

La estructuración del Convenio como instrumento de la política de innovación, se inicia en el año 1996, con la expedición del artículo 16 de la Ley 344 la cual obliga al SENA a la asignación de recursos financieros específicos para el desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo, correspondientes al 20% de los recursos recaudados como aportes parafiscales.

En desarrollo de la ley 344 el CONPES 3080 del 2000 “Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2000-2002” recomendó articular las políticas del Ministerio del Trabajo, del Ministerio de Comercio Exterior y del Ministerio de Desarrollo con las políticas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y solicitó al SENA orientar los recursos de la Ley 344/96 a la capacidad ya creada de innovación tecnológica del país. Así mismo el Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006 indicó la prioridad hacia la realización de convenios de cooperación entre el SENA y COLCIENCIAS para fomentar la investigación aplicada, la innovación, el desarrollo tecnológico, la apropiación pública de la ciencia, la tecnología y la innovación, para lo cual solicita al SENA aportar al menos la cuarta parte del 20% de los aportes sobre nóminas de la ley 344<sup>3</sup>.

El aporte realizado por el SENA al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se lleva a cabo a partir del 2003 mediante convenios de cooperación especial entre el SENA y COLCIENCIAS. En el año 2005 se suscribió un convenio que permite la extensión en tiempo y recursos con el propósito de darle continuidad a las acciones realizadas y a la política de ciencia tecnología e innovación que desarrollan.

El CONVENIO COLCIENCIAS -SENA tiene como objeto “La cooperación mutua de recursos técnicos, administrativos y financieros de las dos instituciones para adelantar las siguientes estrategias; la investigación aplicada, la innovación, el desarrollo tecnológico, la apropiación pública de la ciencia, tecnología e innovación y en general la construcción de

<sup>3</sup> Informe CONVENIO COLCIENCIAS –SENA 2003-2007, COLCIENCIAS 2008.

capacidades regionales de ciencia tecnología e innovación de conformidad con el Plan Operativo General”<sup>4</sup>.

El documento CONPES 3080 de 2000, amplía la definición de este objetivo hacia tres objetivos generales:

- Fortalecer la capacidad del SNCyT, ampliando su acción y repercusión en las dinámicas sociales, económicas y académicas del ámbito nacional y regional.
- Orientar los esfuerzos de consolidación de la capacidad de investigación y generación de conocimiento hacia temas estratégicos y críticos para el desarrollo del país y su competitividad global.
- Fomentar procesos de articulación entre los sectores académico, público y privado, así como de apropiación y uso del conocimiento generado.

En términos generales la inversión de estos recursos busca el desarrollo de conocimiento para el logro de nuevas formas de producción, la incorporación de innovaciones en las empresas y el aparato productivo nacional, y el fomento del cambio tecnológico y de la investigación como mecanismos de modernización de la economía y a través de ellas la generación de una mayor productividad y un mayor empleo en el país.

Con el propósito de fortalecer la planeación y ejecución del convenio y lograr una mayor operatividad, en el año 2003, se conformó el Comité de Coordinación en el que participan las dos instituciones así como un representante del sector privado. La principal función del comité es la aprobación y seguimiento del plan operativo anual del convenio. En este plan se definen las líneas de acción que se apoyan con los recursos del convenio, las cuales siguen los objetivos y estrategias de la política de ciencia, tecnología e innovación.

Durante el período 2003-2008, las líneas de acción apoyadas de manera sistemática por el convenio son de manera agregada:

- i) Fortalecimiento institucional del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación;
- ii) Desarrollo de capacidades de Innovación y Desarrollo Tecnológico tanto para el sector privado como para el nivel regional;
- iii) Desarrollo de capacidades de investigación aplicada;
- iv) Formación y entrenamiento de recurso humano para Ciencia, Tecnología e Innovación;
- v) Fomento de la apropiación pública de Ciencia Tecnología e Innovación.

El fortalecimiento institucional del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se constituye en una línea fundamental para los propósitos del convenio a través de dos tipos de proyectos. En primer lugar, aquellos que permiten el desarrollo conceptual y temático del sistema y, en particular, de la política de ciencia y tecnología. A través de estos proyectos, por ejemplo, en el año 2003, se financió la construcción de los planes estratégicos de 4 programas nacionales de ciencia y tecnología de los sectores de Energía y Minería,

---

<sup>4</sup> Servicio Nacional de Aprendizaje. Orosí: Modificación No. 04 al convenio interadministrativo de cooperación técnica No.055 del 05 de agosto de 2005, celebrado entre el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas -“Colciencias”- y el Servicio Nacional de Aprendizaje -“Sena”-. Bogotá: Sena, 2008. p 1.

Desarrollo Tecnológico Industrial, Electrónica, Telecomunicaciones e Informática y Tecnología Agropecuaria; en el año 2004 se apoyó el desarrollo del programa de prospectiva y en los años 2005 y 2007, ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica en cadenas de sectores productivos o asociaciones productivas. Igualmente, se financia la evaluación y seguimiento de los proyectos que se promueven a través del convenio.

En segundo lugar, aquellos proyectos que permiten la operación y desarrollo mismo del sistema. Entre estos se destacan la creación y fortalecimiento institucional de los Centros de Desarrollo Tecnológico y de instituciones como incubadoras y parques tecnológicos los cuales se constituyen en uno de los vínculos que tiene el sistema con el sector productivo. A través de esos proyectos, los centros de desarrollo tecnológico realizan acciones como por ejemplo, la construcción de su plan estratégico, la implementación de sistemas de información; la realización de estudios y proyectos estratégicos para el sector productivo; la adquisición de equipos para su operación o para la prestación de servicios al sector productivo; y en algunos casos, la financiación de recurso humano. Igualmente, se ejecutan proyectos que permiten el desarrollo de herramientas como el sistema de información del sistema y la articulación de la infraestructura del SENA a los proyectos de investigación y desarrollo.

A través de la línea de desarrollo de capacidades de innovación y desarrollo tecnológico tanto para el sector privado como el nivel regional se financian un alto porcentaje de los proyectos del convenio que implican el desarrollo tecnológico aplicado o con posibilidades de aplicación en el sector productivo los cuales son ejecutados principalmente a través de universidades y empresas privadas en diferentes regiones del país y con diversas modalidades de financiación como la cofinanciación y la recuperación contingente. En general estos proyectos parten de necesidades de innovación requeridas en las empresas o de temas de innovación que identifican las universidades para aplicar en procesos productivos específicos. Son proyectos que permiten mejorar procesos productivos, crear prototipos, mejorar productos o crear nuevos productos. El nivel de aplicación de estos proyectos varía de acuerdo con factores como la participación efectiva de las empresas, la viabilidad de los resultados, los costos de implementación, entre otros.

A través de la línea de desarrollo de capacidades de investigación aplicada se financian proyectos que buscan, mediante la investigación, identificar soluciones a problemas que se presentan en el sector productivo o identificar nuevos desarrollos que podrían ser aplicados al sector productivo en etapas posteriores. Generalmente, estos proyectos requieren de varias fases para lograr la aplicación de los resultados, dado que se necesitan procesos y productos intermedios que implican recursos y tiempos relativamente largos antes de alcanzar productos finales.

La línea de Formación y entrenamiento de recurso humano para Ciencia, Tecnología e Innovación se desarrolla mediante la financiación de estudios de doctorado y maestría, así como jóvenes investigadores. De la misma forma, apoya la formación de profesionales asociados a empresas del sector privado en tecnologías de punta. En general, estos proyectos son ejecutados por las universidades quienes presentan profesionales asociados a grupos de investigación y a proyectos específicos. Es de resaltar que muchos de los proyectos que se financian con las dos líneas anteriormente descritas (desarrollo de capacidades de innovación y desarrollo tecnológico y desarrollo de capacidades de

investigación aplicada) cuentan con profesionales que son financiados por la línea de formación. Esto implica que muchos de los resultados de los proyectos financiados por el convenio son usados para tesis de maestría y doctorado. También se han financiado proyectos para capacitaciones en propiedad intelectual en diferentes sectores.

La línea de Fomento de la apropiación pública de Ciencia Tecnología e Innovación tiene como objetivo divulgar y socializar las políticas y avances en ciencia y tecnología. Entre los proyectos que se destacan están el programa de televisión "Ciencia para Todos"; las jornadas regionales de ciencia, tecnología e innovación; la separata de Innovación y Desarrollo Empresarial de Portafolio.

Además de estas líneas de acción que permanecen en el tiempo para la financiación de proyectos del convenio, en años específicos se impulsaron ciertas líneas; así por ejemplo, en el año 2003 se promovió el intercambio internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de 13 misiones tecnológicas y en el año 2004, se impulsó la inversión extranjera como instrumento de transferencia tecnológica a través de 8 misiones tecnológicas y de acciones de propiedad intelectual como la solicitud de patentes en el país y en el exterior.

## **1.1. La Inversión en Investigación, Innovación Y Desarrollo**

### **1.1.1. Características generales de la inversión en Investigación, Innovación y Desarrollo**

La inversión en ciencia, tecnología e innovación, es reconocida por sus efectos en el crecimiento y desarrollo de las economías. Diversos estudios macroeconómicos señalan y demuestran relaciones positivas entre el crecimiento económico e inversión en investigación y desarrollo. En general, las políticas públicas señalan la importancia de destinar por encima de dos puntos porcentuales del PIB en inversiones en investigación y desarrollo y organismos internacionales realizan seguimiento a este indicador como elemento estratégico para el desarrollo de las economías.

La inversión en ciencia y tecnología se ha enfocado hacia la consolidación de los Sistemas de Innovación entendidos como el conjunto de instituciones, organizaciones e individuos en general, a través de los cuales se da el proceso de innovación en la sociedad. Se destaca en los Sistemas de Innovación, la existencia de tres actores: el sector productivo, el gobierno y la academia.

La concepción de "Sistema de Innovación" surge de la aceptación de que los procesos de innovación son procesos complejos y no lineales entre diversos actores de la sociedad en relaciones no siempre directas y claras. El proceso de producción de conocimiento no ocurre solamente en el laboratorio sino en la interrelación de información de los diferentes agentes y participantes del Sistema de Innovación.

Así mismo, el paso de creación de conocimiento a creación de valor consistente en convertir la producción académica y científica en cambios prácticos en la producción de bienes y servicios no suele ocurrir en el laboratorio o en la empresa sino que se genera por las interrelaciones existentes entre estos actores. Estas interrelaciones no siempre se pueden identificar claramente y no es posible establecer en qué momento del tiempo van a ocurrir.

En Colombia, la inversión en Ciencia, tecnología e innovación recae principalmente sobre las universidades, los centros de desarrollo tecnológico, las empresas, los centros de investigación y otras organizaciones como parques tecnológicos e incubadoras, asociaciones y gremios.

El carácter discontinuo de los procesos de innovación ha conducido a la generación de mecanismos que incentivan las alianzas entre universidad y empresa buscando mejorar los canales de comunicación e intercambio de información entre ellas.

La política de innovación ha hecho énfasis en la creación y sostenimiento de Centros de Desarrollo Tecnológico como agencias que canalizan el desarrollo tecnológico desde la academia hacia la empresa. Los centros de desarrollo tecnológico son entendidos como organizaciones que permiten un puente más cercano entre el desarrollo científico y la innovación.

Los proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico han servido como instrumento para la política con dos objetivos paralelos. El fomento de procesos de innovación en empresas y el fortalecimiento del "Sistema de Innovación". En particular, el fortalecimiento de los Centros de Desarrollo Tecnológico, de los grupos de investigación en universidades públicas y privadas y de los centros de investigación.

## **1.2. Asignación de los recursos a través del CONVENIO COLCIENCIAS – SENA**

Los recursos del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA entran a formar parte de los recursos de COLCIENCIAS y a utilizar los mecanismos de asignación de la entidad. Estos recursos se ejecutan en su mayoría<sup>5</sup> a través de convocatorias abiertas y la asignación se realiza sobre proyectos. Cada proyecto surte un proceso de preparación, evaluación y ejecución. Cada proyecto es presentado a COLCIENCIAS, evaluado a través de "pares externos evaluadores" y sujeto a viabilización en el Consejo de Programa correspondiente al área del proyecto. El promedio de convocatorias abiertas de los últimos años es de 25, la mayor parte están dirigidas a todos los sectores y a todas las áreas del conocimiento. Unas pocas se dirigieron a sectores y objetivos particulares.

"El proyecto" es la unidad básica de ejecución y sobre cada uno de ellos recae el cumplimiento de objetivos y metas. COLCIENCIAS no ha avanzado en el establecimiento de objetivos o metas a nivel de sector o programa u otra categoría superior. No están

---

<sup>5</sup> Aun cuando el procedimiento general es la convocatoria abierta, a lo largo del estudio la contratación de estudios y otras actividades de forma directa por algunas oficinas de COLCIENCIAS.

definidos programas con fines específicos por área de conocimiento, sector económico, tipo de empresa afectada, aun cuando a partir del convenio ha habido un esfuerzo por realizar estudios de prospectiva y análisis sectoriales que orienten la inversión en cada uno de los sectores. De esta manera, la inversión se plantea desde la unidad de proyecto lo que corresponde al ámbito microeconómico de la empresa, el grupo de investigación o el centro de desarrollo tecnológico o en general de la entidad ejecutora y/o beneficiaria de cada uno de los proyectos.

### 1.2.1. Importancia de la Evaluación en Proyectos de Innovación y Desarrollo Tecnológico

La evaluación es entendida como una práctica que juega un rol importante en la comprensión de los procesos de innovación y en particular en el ciclo de los programas de innovación<sup>6</sup>. Así, la evaluación ha venido cobrando importancia, en particular en torno a los recursos públicos invertidos en innovación<sup>7</sup>. Esto ha ocurrido asociado al menos a los siguientes factores: i) La globalización ha generado una mayor competencia y desafíos a nuevas tecnologías, estas circunstancias aumentan la necesidad de asegurar cambios tecnológicos e impactos económicos de los recursos invertidos en I+I+D; ii) Las restricciones presupuestales son generalizadas en el gasto público y éstas implican que se deben escoger mejores proyectos y asegurar mayores impactos y iii) Los elevados costos asociados a I+I+D conducen igualmente a que sea necesario tomar decisiones sobre unas oportunidades tecnológicas frente a otras.

La búsqueda de un mayor impacto sobre los recursos asignados al CONVENIO COLCIENCIAS –SENA es el objetivo de este estudio, la importancia de establecer resultados e impactos se asocia también a una necesidad de hacer transparente la inversión en Ciencia y Tecnología y mostrar el papel que juega en el desarrollo de la economía. Así mismo, es un objetivo demostrar la eficiencia que ha tenido la asignación de recursos por parte del SENA al Sistema Nacional de Innovación.

### 1.2.2. Características Generales de las actividades y proyectos financiados por el CONVENIO COLCIENCIAS –SENA

#### *1.2.2.1. Ejecución global*

Entre 2003 y 2008 Colciencias ejecutó un total de \$232.454 millones del Convenio COLCIENCIAS-SENA<sup>8</sup>. Estos recursos financiaron actividades y proyectos que promueven y

---

<sup>6</sup> Hemer Joachim, Baier Elisabeth (2009), "Análisis nacional e internacional de evaluaciones de Sistemas Nacionales de Innovación", FRAUNHOFER ISI

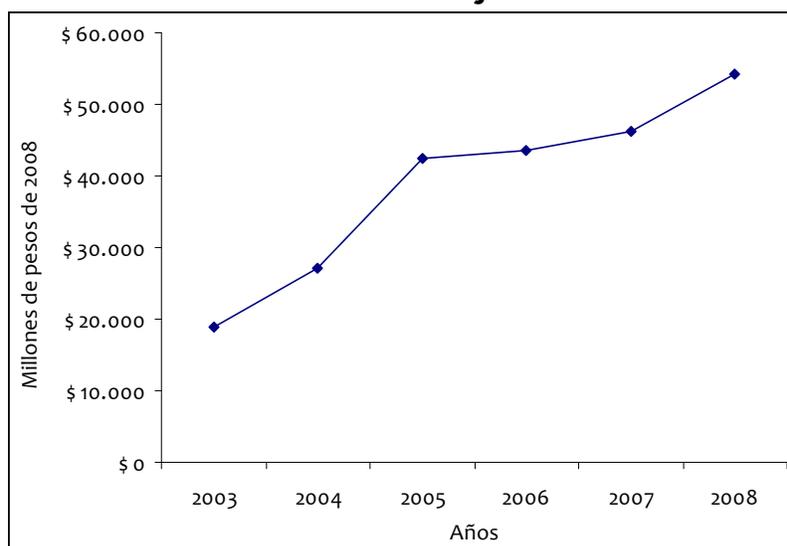
<sup>7</sup> Arnold Eric and Balázs Katalin (1998), Methods in The Evaluation of Publicly Funded Basic Research, a review for OCDE (1998) Technopolis, [www.technopolis.co.uk/reports](http://www.technopolis.co.uk/reports)

<sup>8</sup> Las cifras de recursos de todo el análisis están en millones de pesos de 2008. Para el cálculo de cifras en pesos constantes de uso el IPC.

fomentan la investigación aplicada, la innovación, el desarrollo tecnológico, la apropiación pública de la ciencia y la tecnología, y en general la construcción de capacidades regionales de ciencia, tecnología e innovación<sup>9</sup>.

La ejecución de este Convenio fue muy dinámica durante el período analizado, el monto ejecutado anualmente se multiplicó por tres, pasando de \$18.930 millones en 2003 a \$54.333 millones en 2008 como se presenta en el gráfico 1. En este último año, los recursos de este Convenio representaron el 28,8% del presupuesto ejecutado por Colciencias<sup>10</sup>.

**Gráfico 1. Recursos ejecutados<sup>11</sup>**



En correspondencia con los objetivos del Convenio, los recursos han contribuido de manera importante al financiamiento de la Política de Ciencia y Tecnología, principalmente a las estrategias enfocadas a la consolidación de las capacidades de CTI, el apoyo a la formación para la investigación y la innovación, la transformación productiva mediante la incorporación de conocimiento y el fomento de la apropiación social de la CTI.

En el cuadro 1 se muestra a manera de resumen como se distribuyeron los recursos del Convenio de acuerdo las estrategias del la PFII entre 2003 y 2008.

**Cuadro 1. Distribución de los recursos ejecutados 2003-2008**

Estrategias de política	Instrumentos	Aportes Sena (\$232.464 millones)
I. Consolidar la	- Leyes	

<sup>9</sup> Ibid 2.

<sup>10</sup> Colciencias. Informe de gestión 2008. Bogotá: Colciencias, 2008. p 14.

<sup>11</sup> Todos los gráficos y cuadros del documento provienen de las bases de datos ajustada, de caracterización o de evaluación de resultados y son cálculos propios.

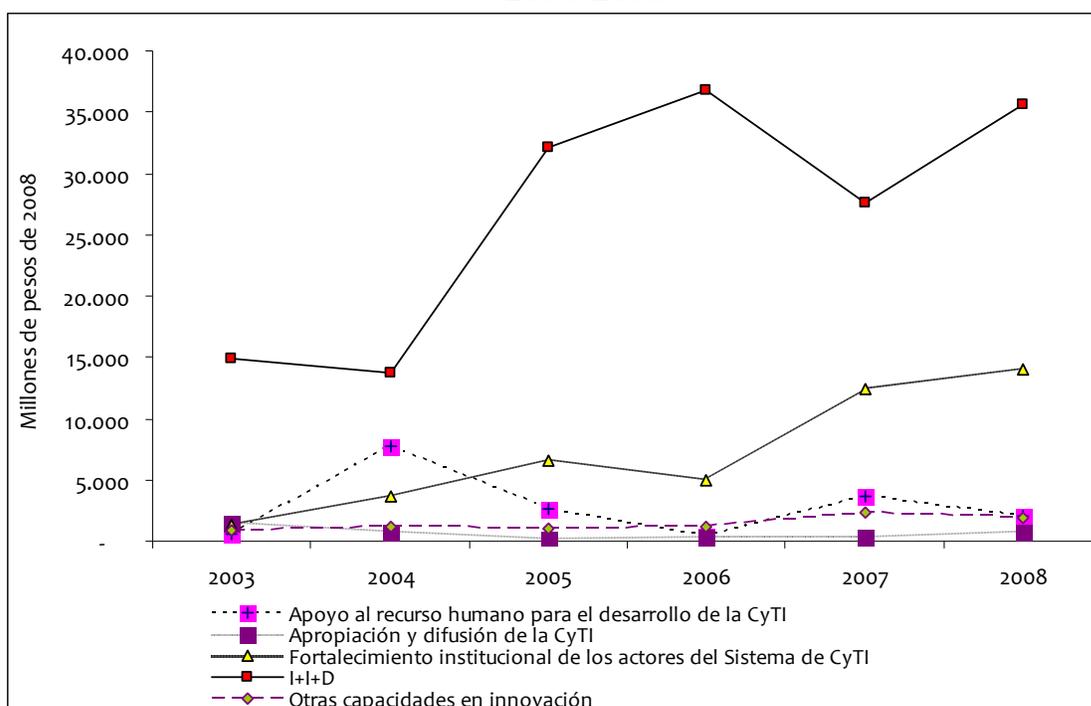
institucionalidad del SNCTI	- Documentos Conpes	
	-Otros documentos de política	
II. Consolidar las capacidades para la CTI	-Proyectos de investigación básica y precompetitivos	
	-Proyectos para el Fondo de Investigaciones en Salud	
	- Apoyo al fortalecimiento de centros de excelencia, centros de investigación y desarrollo tecnológico y grupos de investigación, entre otras entidades del SNCTI.	18,4%
	Adquisición de equipos y bases de datos especializadas	
III. Apoyar a la formación para la investigación y la innovación	Programa de formación doctoral Francisco José de Caldas Formación y Programa de formación Colciencias-Colfuturo.	4,3%
	Apoyo a tesis doctorales	0,8%
	Programa de Jóvenes investigadores Virginia Gutiérrez de Pineda	1,3%
	Programa Ondas	
	Otros	0,9%
IV. Transformación productiva mediante la incorporación de conocimiento	Proyectos de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico	69,2%
	Comités universidad-estado-empresa	
	Formación en gestión de tecnología	
	Redes de innovación y propiedad intelectual	
	Misiones tecnológicas empresariales	1,8%
	Finbatec	
	Incubadoras de empresas	
	Plan Integral de I+D+I en Biocombustibles	
	Offset	
	Incentivos fiscales para CTI	
	Financiación de patentes o tecnologías protegibles	
	Vinculación de investigadores a empresas	
	Estudios de prospectiva	1,8%
Ruedas de negocios	0,1%	
V. Fomentar la apropiación social de la CTI	Medios, eventos de difusión, eventos científicos	0,9%
	Semana de la ciencia y la tecnología	0,2%
	Otros	0,6%
VI. Regionalización e internacionalización de la CTI	Movilidad internacional de investigadores e innovadores	
	Diáspora científica	
	Fuentes de cooperación internacional	
		100%

### *1.2.2.2. Proyectos y actividades financiados por el Convenio*

A partir de la información de ejecución del convenio fue posible construir una tipología con cinco categorías de actividades y proyectos financiados: proyectos de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico (I+I+D), proyectos de fortalecimiento institucional de los actores del Sistema de Ciencia y Tecnología (Fortalecimiento), actividades de apoyo al recurso humano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología (Recurso Humano), actividades de apropiación y difusión de la CyT (Apropiación), y otras actividades que generan capacidades en innovación (Capacidades).

Al analizar esta tipología por el valor de las actividades y proyectos financiados se encontró que el 87,4% de los recursos ejecutados entre 2003 y 2008 se dirigieron a proyectos de I+I+D (69,0%) y Fortalecimiento (18,4%). En el Gráfico 2 se muestra que la financiación de estos dos tipos de proyectos ha tenido una tendencia creciente durante el período analizado, con picos en algunos años. Los proyectos de I+I+D aumentaron significativamente en 2005, 2006 y 2008 y los de Fortalecimiento en 2007 y 2008.

**Gráfico 2. Valor de ejecutado por tipo de actividad o proyecto financiado 2003-2008**



El 12,6% de los recursos restantes se destinaron a la financiación de actividades para el fortalecimiento del recurso humano (7,2%), otras capacidades en innovación (3,6%) y actividades de apropiación (1,6%). A continuación se describen con mayor detalle las actividades y proyectos financiados por el Convenio.

Finalmente, institucionalmente la mayoría de los recursos del convenio durante el período 2003-2008 fueron asignados a través de la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Innovación (45,9%), Luego, un porcentaje importante (36,2%) se asocian con los diferentes programas nacionales promovidos por Colciencias: Investigación en Energía y Minería, Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad y Electrónica, informática y telecomunicaciones. El resto de los recursos (18,0% fueron ejecutados por otras dependencias de Colciencias).

- Proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico (I+I+D)

Los proyectos I+I+D<sup>12</sup> son un instrumento que dentro de la PIIF hace parte de la estrategia de transformación productiva mediante la incorporación de conocimiento. Con estos proyectos se busca fortalecer la competitividad de las entidades beneficiarias en el mercado nacional e internacional. A la vez, que se fortalecen los vínculos entre sectores productivos y académicos e investigadores<sup>13</sup>.

#### *Tipo de proyectos*

Los proyectos de I+I+D financiados pueden responder a diferentes líneas y temáticas, tal como se muestra en el recuadro 1.

#### **Recuadro 1. Líneas o temáticas de I+I+D susceptibles de ser financiadas**

- Investigación aplicada en laboratorio y planta piloto para generar nuevos productos, procesos y servicios destinados al mercado nacional o internacional en todos los sectores.
- Investigación aplicadas de nuevas tecnologías
- Investigación y desarrollo de energías alternativas
- Desarrollo de productos, procesos y servicios con base en tecnologías de electrónica, telecomunicaciones e informática.
- Desarrollo de productos, procesos y servicios en las áreas relacionadas con educación, salud, medio ambiente, biotecnología, ciencias básicas, ciencias sociales y ciencias y tecnologías del mar.
- Desarrollo de tecnologías limpias y eficientes.
- Desarrollo de cultivos y/o procesos experimentales con variedades mejoradas o nuevas especies de animales en el sector agropecuario, marino o aguas continentales.
- Desarrollo de nuevos procesos tecnológicos que aumenten la productividad y/o competitividad de las empresas o subsectores del sector agropecuario.
- Desarrollo de nuevos servicios tecnológicos que mejoren la productividad o competitividad del sector productivo colombiano.
- Desarrollo y aplicación de actividades para la trasferencias de tecnología y apropiación social del conocimiento.

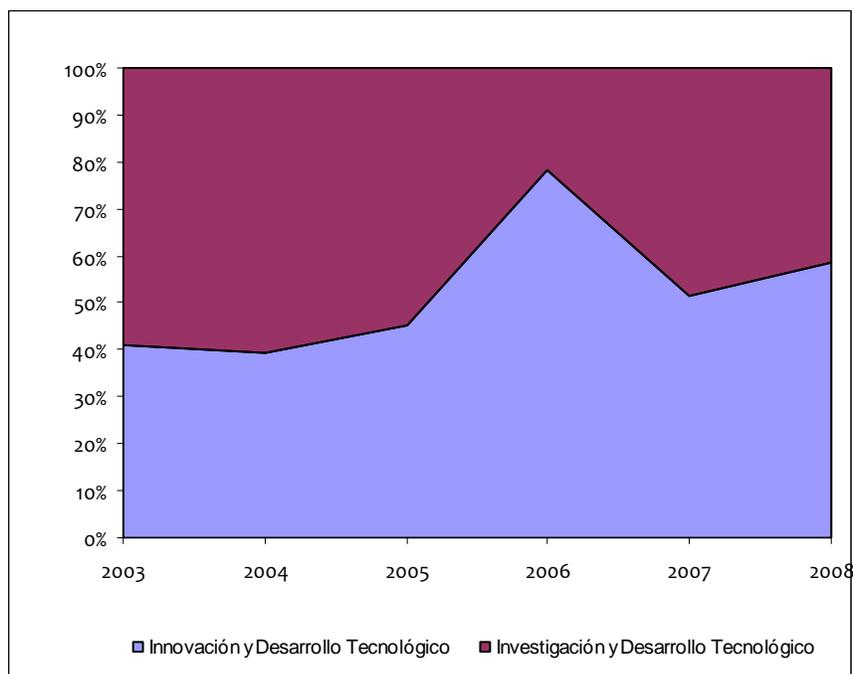
Durante el período 2003 y 2008 se ejecutaron un total de 694 proyectos de I+I+D. Dentro de este conjunto de proyectos los de innovación han venido ganado participación frente a los de investigación, en el 2003 representaron el 41,0% de los proyectos I+I+D y en 2008 aumentaron a 58,7%. En 2006 se observó la mayor participación de los proyectos de innovación (121 proyectos de los 155 que se financiaron en dicho año) como se presenta en el gráfico 3.

---

<sup>12</sup> En las convocatorias de Colciencias se diferencia entre programas estratégicos y proyectos. Por proyecto se entiende un conjunto articulado y coherente de actividades orientadas a alcanzar uno o varios objetivos siguiendo una metodología definida. Por Programa Estratégico se entiende un conjunto de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico y/o innovación que buscan una finalidad u objetivo general común. Cada proyecto que forme parte de in Programa Estratégico, actúa de manera interdependiente con los otros proyectos. Y por proyecto un conjunto articulado y coherente de actividades orientadas a alcanzar uno o varios objetivos siguiendo una metodología definida. Por simplicidad en este documento se hace referencia a proyectos indistintamente si es un proyecto o un programa estratégico.

<sup>13</sup> Colciencias. Reglamento de Operaciones para la financiación de programas estratégicos y proyectos de investigación y desarrollo e innovación en la modalidad de cofinanciación.

**Gráfico 3. Tipo de proyectos I+I+D**

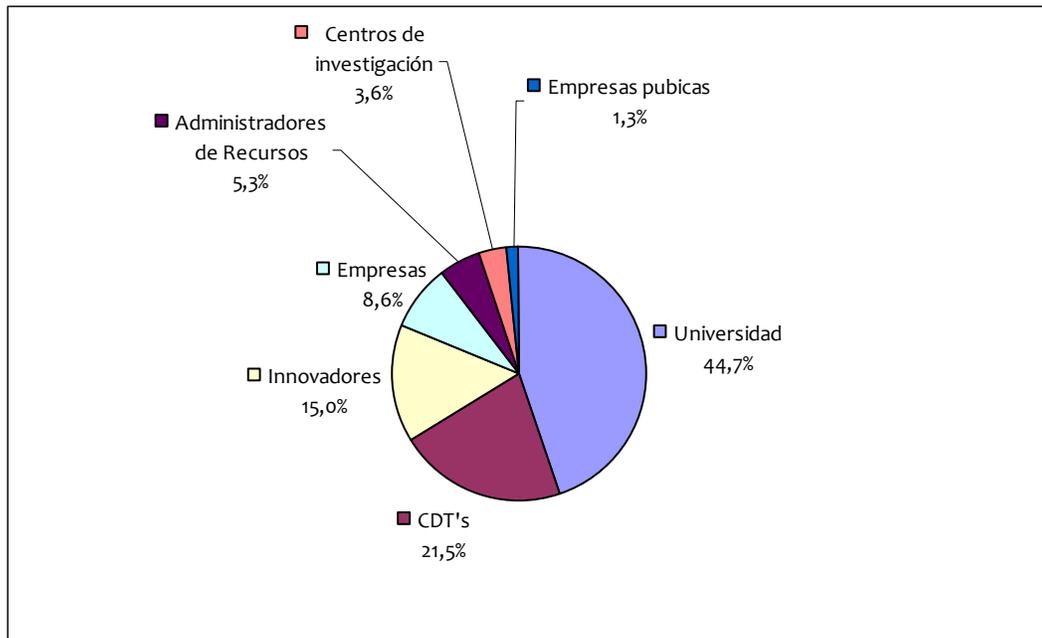


### *Ejecutores*

Colciencias exige que la ejecución de estos proyectos la realicen entidades que posean capacidades técnicas e infraestructura interna adecuada en los aspectos científicos, técnicos, administrativos y financieros. Estas pueden ser universidades, centros de investigación y centros de desarrollo tecnológico, centros regionales de productividad o alianzas entre ellas mediante consorcios o uniones temporales.

Los resultados de las convocatorias muestran la ejecución del 89,7% de los proyectos de I+I+D se concentra en universidades, CDT, entidades orientadas a la innovación y empresas como se presenta en el gráfico 4.

**Gráfico 4. Ejecutores proyectos I +D+I**  
(promedio 2003-2008)



Las universidades son el principal ejecutor de este tipo de proyectos, 310 por un valor de \$53.235 millones, con cierta concentración en universidades públicas. Durante el período 2003-2008 las universidades públicas ejecutaron 198 proyectos frente a 112 realizados por universidades privadas, los cuales representaron el 66,3% del valor de los proyectos de I+D+I ejecutados por universidades.

En total participaron 41 universidades (27 privadas y 25 públicas) en la ejecución de proyectos de I+D+I, presentándose una alta concentración. Ocho universidades concentran el 70% del valor de proyectos de I+D+I ejecutados por universidades, esta son: Universidad Nacional (26,0%), Universidad de Antioquia (9,4%), Universidad del Valle (8,9%), Universidad Industrial de Santander (7,5%), Universidad Pontificia Bolivariana (7,0%), Universidad del Norte (5,3%), Universidad Eafit (5,2%) y Universidad de los Andes (5,2%). Un aspecto interesante de la ejecución de las universidades es que ejecutan más proyectos de innovación (58,0%), que de investigación aplicada (42,0%).

El segundo ejecutor de proyectos I+D+I son los CDT con 149 proyectos por valor de \$40.481 millones. Los proyectos ejecutados por los CDT mostraron una alta concentración en centros de industria (90 proyectos), seguidos por centros agropecuarios (52 proyectos). Solo 7 de los proyectos financiados fueron ejecutados por CDT de servicios.

En los CDT se observó una concentración similar a la registrada por las universidades. En total participaron 39 CDT, de los cuales 11 CDT concentran el 71,5% del valor de los proyectos ejecutados por este tipo de centros. Entre los primeros se encuentran: Corporación Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia (15,2%), Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico (12,5%), Centro Nacional de Investigación

Agropecuaria (11,0%) y la Corporación para la Investigación en Corrosión (8,0%). En contraste con las universidades, los CDT ejecutan más proyectos de investigación aplicada (57% de los recursos) que de innovación (43%).

Las incubadoras, los centros de productividad y los parques tecnológicos también son ejecutores frecuentes de proyectos de I+I+D, éstas son entidades con orientación hacia la innovación y el emprendimiento. En total participaron 32 de estas entidades (24 incubadoras, 12 centros de productividad y 9 parques tecnológicos) y ejecutaron 104 proyectos por un valor de \$15.356 millones.

La participación de estas entidades de innovación y emprendimiento está concentrada en trece organizaciones (70% de los recursos). Entre las primeras se encuentran: Corporación Calidad (13,5%), Corporación Bucaramanga Emprendedora Incubadora de Empresa Luis Carlos Galán Sarmiento (10,3%), Corporación para la Investigación Socioeconómica y Tecnológica de Colombia (7,0%), Corporación Incubadora De Empresas De Base Tecnológica de Antioquia (6,4%) y Corporación Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de Colombia (6,4%).

En la ejecución del Convenio se encuentran algunas empresas o instituciones del sector productivo que han ejecutado directamente 60 de los proyectos, por un valor de \$10.008 millones. En este grupo, se encuentran 44 empresas, 7 Cámaras de Comercio y 3 Asociaciones.

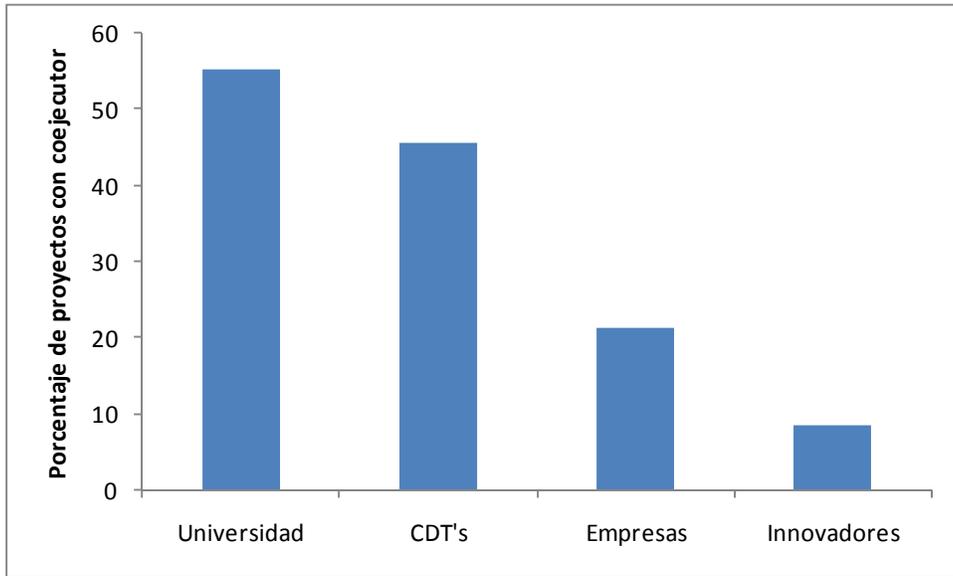
En una menor proporción se identifican como ejecutores empresas públicas (1,3% de los proyectos), centros de investigación (3,6%) y administradores de recursos<sup>14</sup> (5,3%).

Finalmente, a partir de información de caracterización de 202 proyectos de I+I+D se encontró que en el 44,6% la ejecución fue compartida, es decir, a los proyectos se vincularon coejecutores. En el Gráfico 5 se observa que las universidades son las que más utilizan esta figura del coejecutor (55,2% de los proyectos), seguido de los CDT (45,6%). En las empresas y entidades de innovación el porcentaje de proyectos con coejecutor es significativamente menor (21,4% y 8,7%, respectivamente).

---

<sup>14</sup> Como se describe en la siguiente sección parte de los recursos del Convenio se ejecutan a través de administradores de recursos, que a su vez financian proyectos de I+I+D. En el desarrollo de la presente consultoría no se logró identificar el ejecutor final de algunos de estos recursos, razón por la cual se abrió la categoría de ejecutor "administradores de recursos".

**Gráfico 5. Proyectos de ejecución compartida**



### *Beneficiarios*

Colciencias exige que los proyectos de I+I+D deben identificar en su etapa de formulación las entidades que serán beneficiarias de la ejecución, diferenciándolas de las entidades ejecutoras. Define como posibles entidades beneficiarias todas “aquellas empresas o instituciones nacionales del sector productivo radicadas en Colombia.

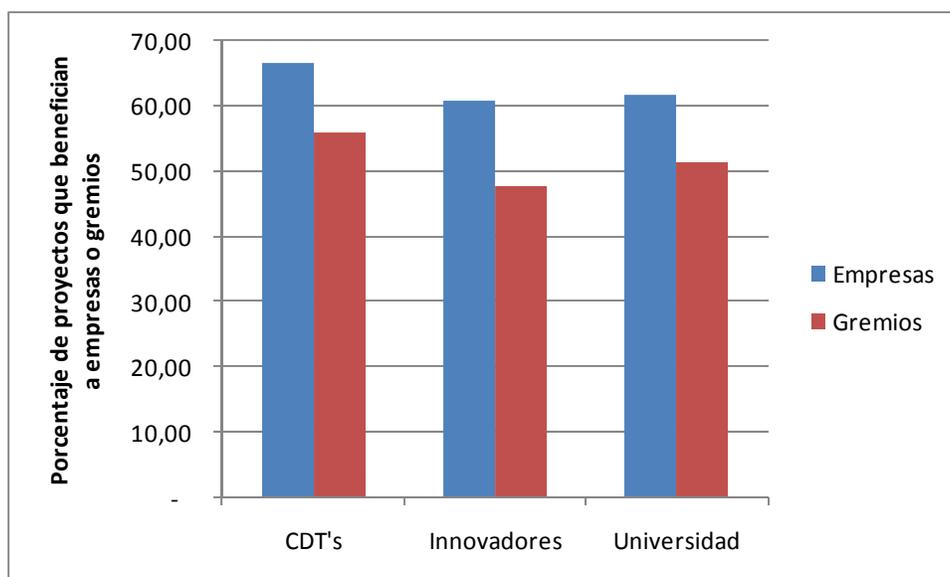
Pueden ser los siguientes tipos de empresas y organizaciones: empresas industriales, agroindustriales, agropecuarias, comerciales o de servicios, firmas de ingeniería y consultoría, empresas de servicios públicos, gremios de la producción”<sup>15</sup>.

De una muestra de 167 proyectos de I+I+D que fueron caracterizados, se encontró que el 89,8% de los ejecutores de los proyectos identifican como beneficiarios una empresa (38,9%), un gremio (21,6%) o ambos (39,5%).

Al analizar por tipo de ejecutor, diferente a las empresas, se encontró que los CDT tienen la tasa de proyectos más alta que se dirige a empresas (66,6%) y gremios (56,1%) como se presenta en el gráfico 6. Las entidades orientadas a la innovación y el emprendimiento y las universidades tienen un comportamiento similar, siendo mayor la orientación hacia los gremios por parte de las universidades.

<sup>15</sup> Colciencias. Reglamento de Operaciones para la financiación de programas estratégicos y proyectos de investigación y desarrollo e innovación en la modalidad de cofinanciación.

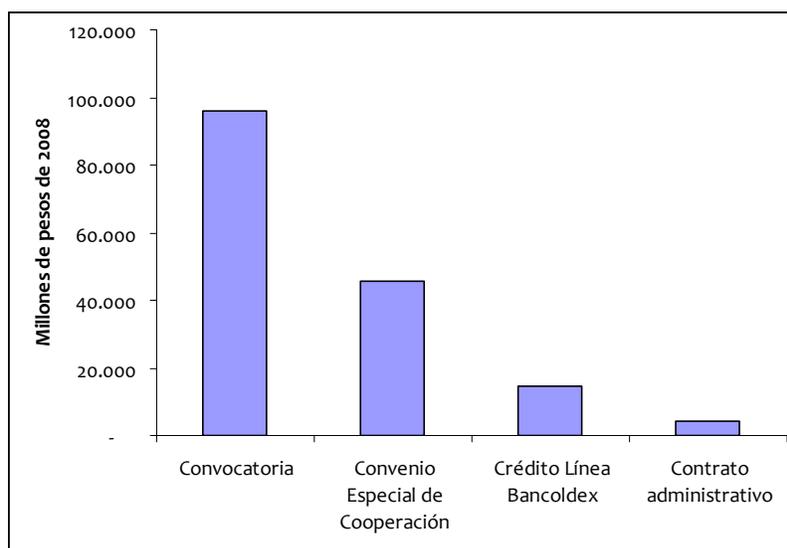
**Gráfico 6. Beneficiarios de los proyectos de I+I+D por tipo de ejecutor**



*Modalidades de ejecución y montos de financiados*

La financiación de estos proyectos se realiza a través de cuatro mecanismos: convocatorias, convenios especiales de cooperación, convocatoria con crédito de Bancoldex y contratación directa como se presenta en el gráfico 7.

**Gráfico 7. Modalidades de financiación**



A través de Convocatorias se financió el 59,8% de los recursos de proyectos I+I+D (486 proyectos). Estas convocatorias son realizadas directamente por Colciencias y tienen dos fases: en la primera Colciencias solicita anteproyectos a las entidades interesadas en participar en la convocatoria, y en la segunda los anteproyectos aprobados, con criterios de excelencia y evaluaciones por pares nacionales e internacionales, se presentan como proyectos<sup>16</sup>.

La financiación otorgada a estos proyectos fue en promedio de \$199 millones (solo el 29,3% obtuvieron una financiación mayor a este valor). Y el 90% de los recursos de estas convocatorias se ejecutó bajo las modalidades de recuperación contingente<sup>17</sup> (68,3%) y cofinanciación<sup>18</sup> (27,1%). A partir de una muestra de 166<sup>19</sup> proyectos de I+I+D ejecutados, se logró establecer que en estas convocatorias Colciencias aporta el 42,8% de los recursos de los proyectos y los ejecutores y contrapartes el 57,2%. Es decir, Colciencias apalanca \$1,33 por cada \$1 invertido.

Por su parte, a través de los Convenios Especiales de Cooperación se financió el 28,4% de los recursos (152 proyectos). Estos Convenios son suscritos por Colciencias con entidades con capacidad para conformar y administrar fondos con recursos del Convenio Sena-Colciencias para apoyar directamente proyectos de I+I+D. En total Colciencias suscribió convenios con 22 entidades, representando los convenios con la Asociación Colombiana para Avance de Ciencia – ACAC (42,1%) y la Secretaría Ejecutiva del Convenio Andrés dos terceras partes de estos recursos.

El valor promedio financiado de los proyectos ejecutados por Convenios Especiales de Cooperación fue de \$373 millones, pero dos terceras partes obtuvieron una financiación menor a este valor. En una muestra de 15 proyectos se encontró que Colciencias financia en promedio 64,2% de los recursos de los proyectos, apalancando \$1,78 por cada \$1 invertido<sup>20</sup>.

La tercera modalidad de financiamiento es la línea de crédito Bancoldex-Colciencias, que ofrece a las empresas créditos de largo plazo (10 años) para proyectos de innovación, financiando hasta el 80% del valor de los proyectos. A través de esta línea se ejecutó el 9,1% de los recursos dirigidos a I+I+D (45 proyectos). El valor promedio financiado fue de \$205 millones. En una muestra de 10 proyectos financiados por la línea de Bancoldex se encontró que Colciencias financió el 46,7% de los recursos de los proyectos, apalancando \$1,14 por cada \$1 invertido<sup>21</sup>.

---

<sup>16</sup> Colciencias. Informe de Gestión 2008. Bogotá: Colciencias, 2008. P 19.

<sup>17</sup> Es la línea de financiamiento que se otorga a proyectos cuyo desarrollo no genera beneficios económicos directos. La realización satisfactoria de los objetivos y la producción de los resultados esperados del proyecto exoneran a la entidad proponente de reembolsar los recursos correspondientes. Si el proyecto llegase a producir beneficios económicos, la entidad ejecutora deberá establecer conversaciones con Colciencias para definir las condiciones de su explotación.

<sup>18</sup> Bajo esta modalidad COLCIENCIAS aporta, con fondos no reembolsables, parte de los gastos de la entidad ejecutora del proyecto. El aporte de COLCIENCIAS se efectuará de acuerdo con la Ley 905 de 2004, proporcionalmente al aporte realizado por la(s) entidad(es) beneficiaria(s), de la siguiente manera: microempresas (25:75), pequeñas y medianas empresas (35:65) y grandes empresas: proporción 60:40.

<sup>19</sup> Información recolectada con las fichas de caracterización.

<sup>20</sup> Ibid.

<sup>21</sup> Ibid

Finalmente, se firmaron algunos contratos administrativos para la ejecución de proyectos de I+I+D. Representaron el 2,8% de los recursos (11 contratos).

- Proyectos de fortalecimiento institucional

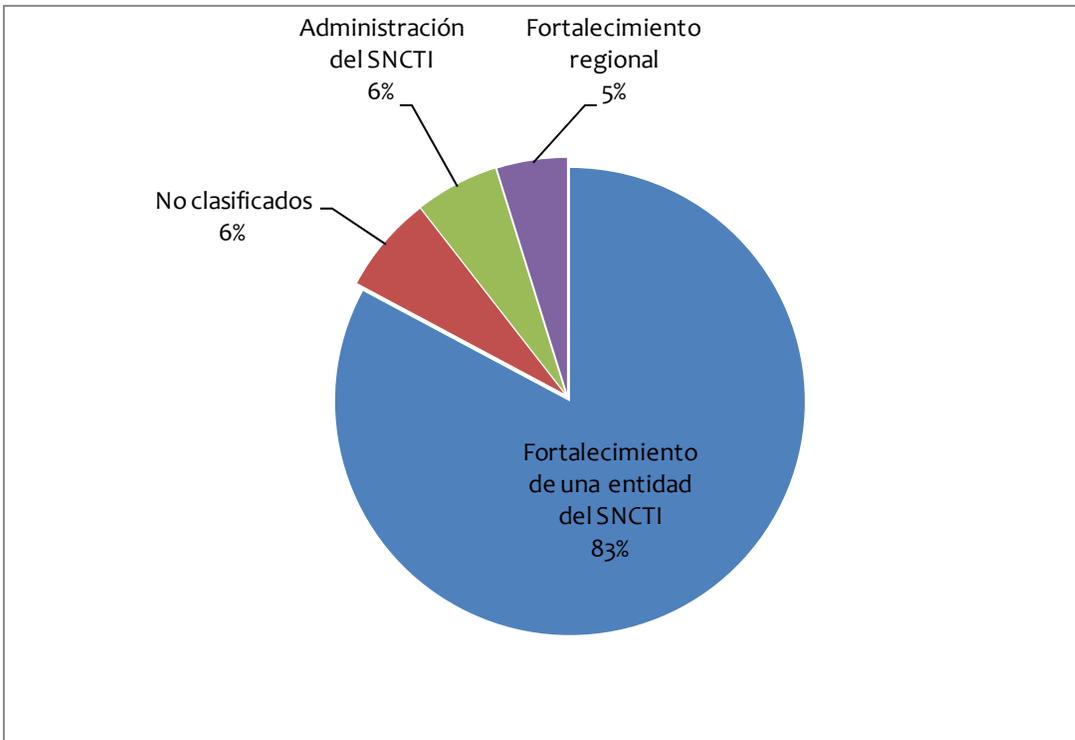
Desde principios de los años noventa Colciencias tiene una política de apoyo de los grupos y centros de investigación del país. El objetivo ha sido contribuir al fortalecimiento y consolidación de centros de investigación y de desarrollo tecnológico autónomos nacionales, para la solución de problemas del país, elevar la competitividad en áreas estratégicas y fortalecer la capacidad institucional en CTI colombiana.

A través del Convenio se financiaron entre 2003 y 2008 160 proyectos por un valor de \$42.794 millones. La ejecución del Convenio mostró que el 82,8% de estos recursos se destinaron a financiar proyectos de fortalecimiento dirigidos a fortalecer una entidad del SNCTI a través de mecanismos como planes de fortalecimiento, planes estratégicos, modelos de gestión, conformación de redes y apoyos para el pago de los equipos profesionales y administrativos, entre otros.

Otro tipo de proyectos que se financiaron estuvieron relacionados con la administración del SNCTI (5,7%), a través de los cuales se pagaron asesorías profesionales y personal administrativo asociado con los Programas Nacionales de CTI, también la realización de estudios de evaluación y la producción de estadísticas.

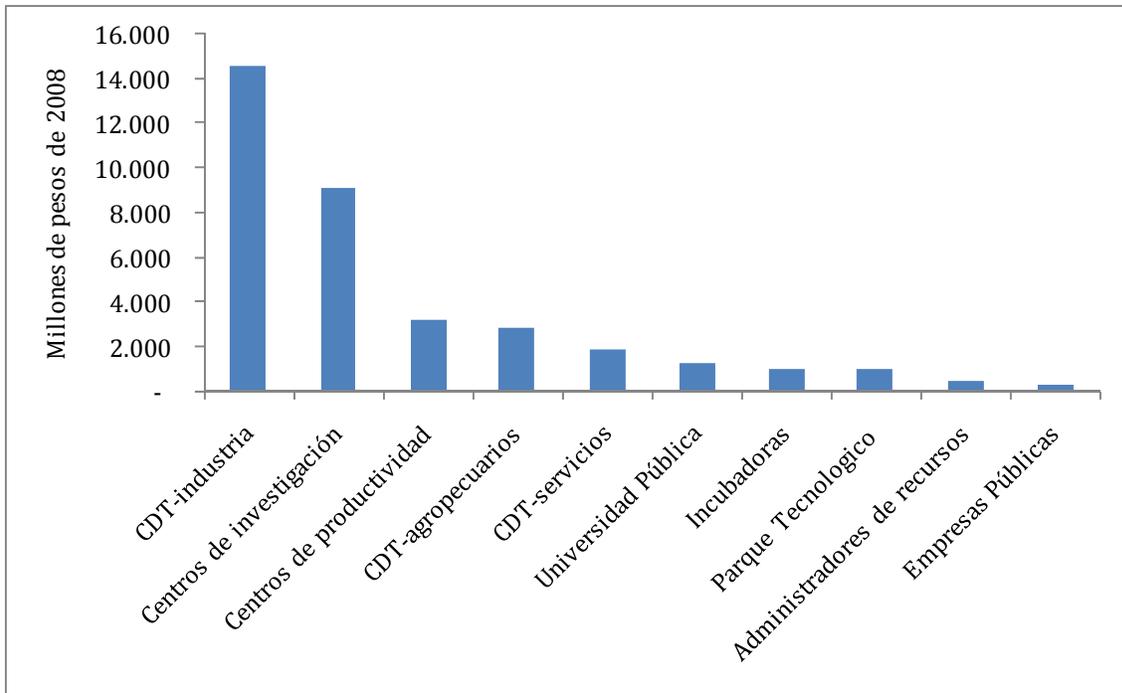
También se financiaron proyectos de fortalecimiento regional (4,8% de los recursos) que buscan generar capacidades de CTI en la gestión pública local para el impulso de sistemas regionales de CTI como se presenta en el gráfico 8.

### **Gráfico 8. Proyectos de fortalecimiento institucional**



Los proyectos dirigidos a una entidad del sistema beneficiaron principalmente a CDT, centros de investigación y entidades orientadas al emprendimiento. Los mayores receptores de estos recursos dirigidos al fortalecimiento fueron las CDT de la industria (41,1%), seguido por centros de investigación (25,7%) como se presenta en el gráfico 9. El resto de los recursos (\$11.744 millones) beneficiaron a centros de productividad, CDT agropecuarios, CDT de servicios, universidades públicas, incubadoras y parques tecnológicos.

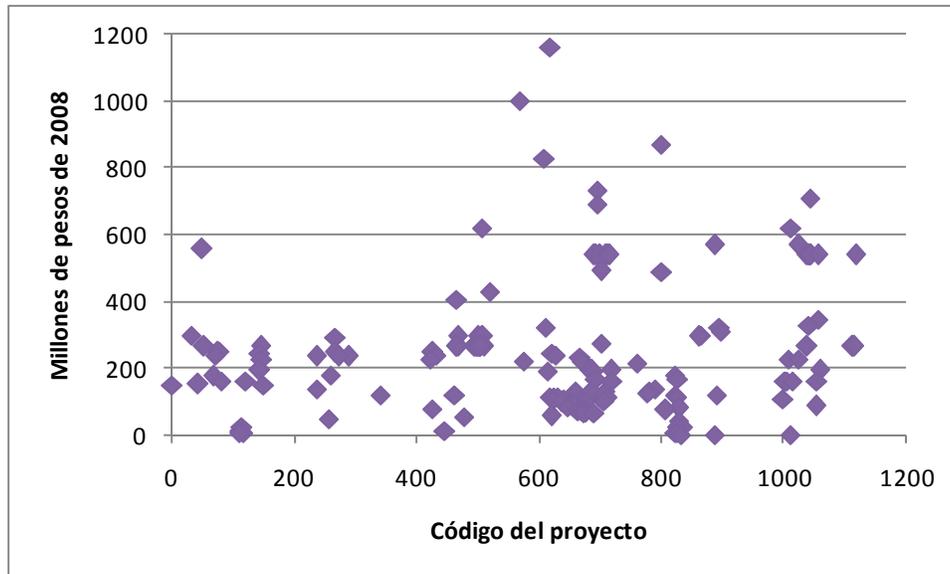
**Gráfico 9. Entidades del SNCTI que recibieron fortalecimiento (Promedio 2003-2008)**



En total 90 entidades implementaron proyectos de fortalecimiento, con una baja concentración de los recursos, a diferencia de lo que ocurrió en los proyectos de I+I+D. Diez entidades concentraron el 35,0% de los recursos, mientras que en proyectos de I+I+D este mismo número de entidades tuvo el doble de participación (70,0% de los recursos).

En promedio el valor de la financiación a proyectos de fortalecimiento asciende a \$284 millones, relativamente mayor que los proyectos de I+I+D (199 millones en promedio). Sin embargo, el gráfico 10 se muestra que existe una considerable dispersión en el valor de estos proyectos de fortalecimiento, se encontraron proyectos desde \$60 millones hasta más de \$1.000 millones.

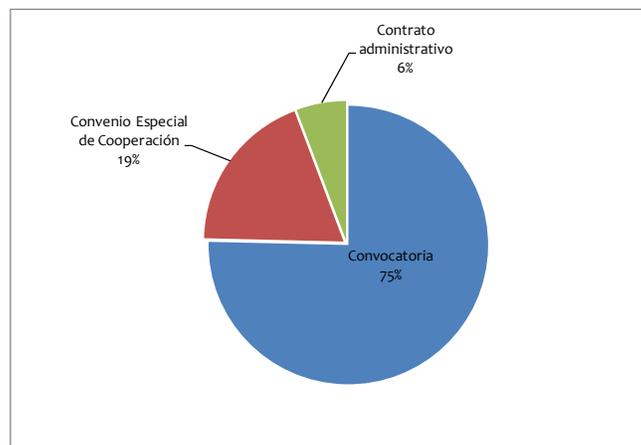
**Gráfico 10. Dispersión en el valor financiado a proyectos de fortalecimiento (Promedio 2003-2008)**



A partir de una muestra de 45 proyectos se estableció que Colciencias aporta más del 70% de los recursos, una participación significativamente mayor que la registrada en los proyectos de I+I+D<sup>22</sup>.

Finalmente, los proyectos de fortalecimiento financiados por el Convenio se adjudicaron principalmente a través de convocatorias (75,4% de los recursos), casi en su totalidad bajo la modalidad de recuperación contingente como se presenta en el gráfico 11.

**Gráfico 11. Modalidades de financiamiento en proyectos de fortalecimiento**  
(Promedio 2003-2008 por valor financiado)

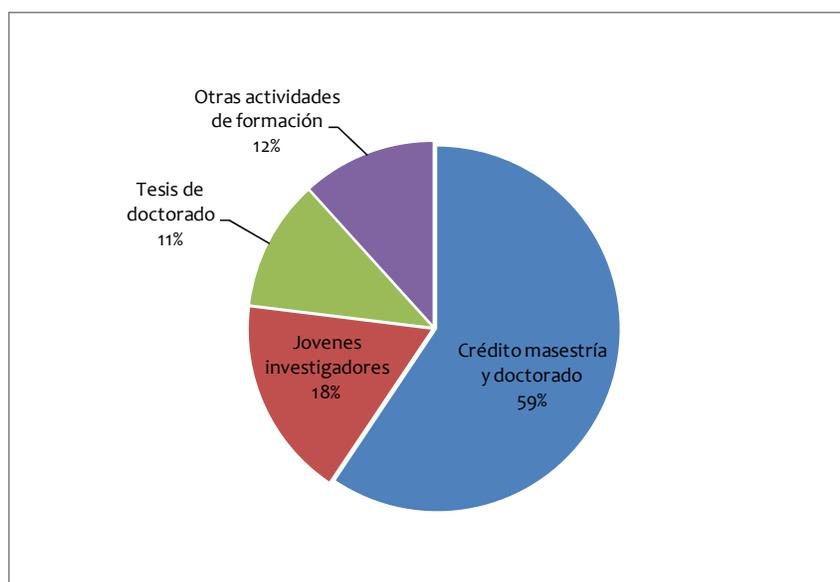


- Actividades de apoyo al recurso humano

<sup>22</sup> Ibid.

Colciencias cuenta con diferentes instrumentos para apoyar la formación para la investigación y la innovación, la mayoría de los cuales han sido objeto de financiamiento por parte del Convenio Sena-Colciencias. El principal instrumento es el crédito-beca para maestría y doctorado (el 59,4% de los recursos), jóvenes investigadores (17,6%) y tesis de doctorado (11,4%) y otras actividades de formación (11,7%) como se muestra en el gráfico 12.

**Gráfico 12. Actividades de formación en investigación e innovación**  
(Promedio 2003-2008 por valor financiado)



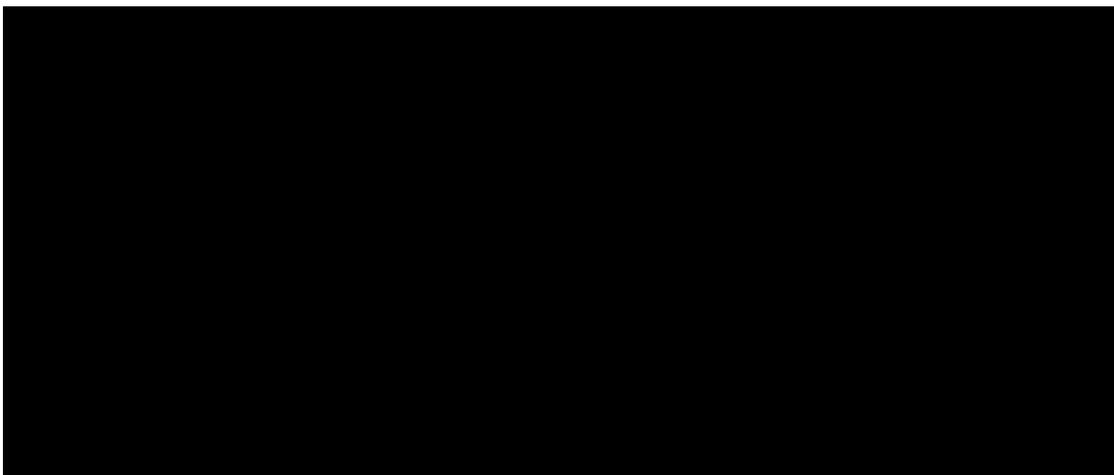
#### *Crédito-beca para doctorado*

Los créditos-beca para doctorado son otorgados por Colciencias a través del programa de formación doctoral Francisco José de Caldas y el Programa de formación Colciencias-Colfuturo. Estos programas operan por convocatorias para doctorados en el país y en el exterior, en el caso del Crédito-beca Francisco José de Caldas, la convocatoria se dirige a empresas, centros de investigación, universidades y demás instituciones del SNCT que presenten profesionales con capacidades doctorales en el área de la investigación científica y la innovación<sup>23</sup>.

Durante el período 2003-2008 se destinaron \$10.041 millones de los recursos para financiar estudios de doctorados. Se apoyaron 73 estudiantes, 41 para estudios en el país (la mayoría de la convocatoria de 2004 para doctorado en ingeniería) y 32 en el exterior. El monto promedio por estudiante fue de \$123,6 millones. Las principales entidades ejecutoras de estos recursos fueron el ICETEX (37,1% de los recursos), LASPAU (31,1%) y CINTEL (16,5%) como se presenta en el cuadro 2.

<sup>23</sup> Colciencias. Convocatoria general para estudios de doctorados en el exterior 2010.

**Cuadro 2. Entidades ejecutoras de créditos-beca y número de becarios.  
(Período 2003-2008)**



*Jóvenes investigadores*

El Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores “Virginia Gutiérrez de Pineda” de Colciencias está orientado a facilitar el primer acercamiento de jóvenes profesionales con la investigación y la innovación, mediante su vinculación a grupos de investigación, o unidades de investigación y desarrollo de excelencia, tanto de universidades y centros de investigación, como de empresas y de otras entidades del SNCTI. Para tal fin, el Programa ofrece becas-pasantías a través de convocatorias en las que pueden participar las entidades mencionadas<sup>24</sup>.

Con los recursos del Convenio se suscribieron entre 2003 y 2008 72 contratos para la vinculación de jóvenes investigadores por un valor de 2.968 millones. El 68,7% se otorgaron a universidades. La participación de las empresas, CDT y centros de investigación fue mínima, apenas se firmaron 6 contratos por \$104 millones como se muestra en el cuadro 3.

---

<sup>24</sup> Colciencias. Convocatoria general para el Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores. 2010.

**Cuadro 3. Entidades ejecutoras del programa Jóvenes-Investigadores.  
(Período 2003-2008)**

Entidad ejecutora	Número de contratos	Monto financiado
Universidad Pública	36	1.404
Universidad Privada	27	633
Administradores de recursos	3	826
Empresas e instituciones del sector productivo	4	57
CDT-Servicios	1	38
Centros de investigación	1	10
<b>Total general</b>	<b>72</b>	<b>2.968</b>

*Apoyo a tesis doctorales*

El último instrumento de apoyo al recurso humano fueron las tesis doctorales, por un valor de \$1.920 millones ejecutados en su totalidad en 2007 a través de convocatorias. Los ejecutores de estos recursos fueron 8 universidades, siendo la Universidad Nacional (22,4%) y la Universidad de los Andes (15,9%) como se muestra en el cuadro 4.

**Cuadro 4. Entidades ejecutoras de los apoyos a tesis de doctorado  
(Período 2003-2008)**

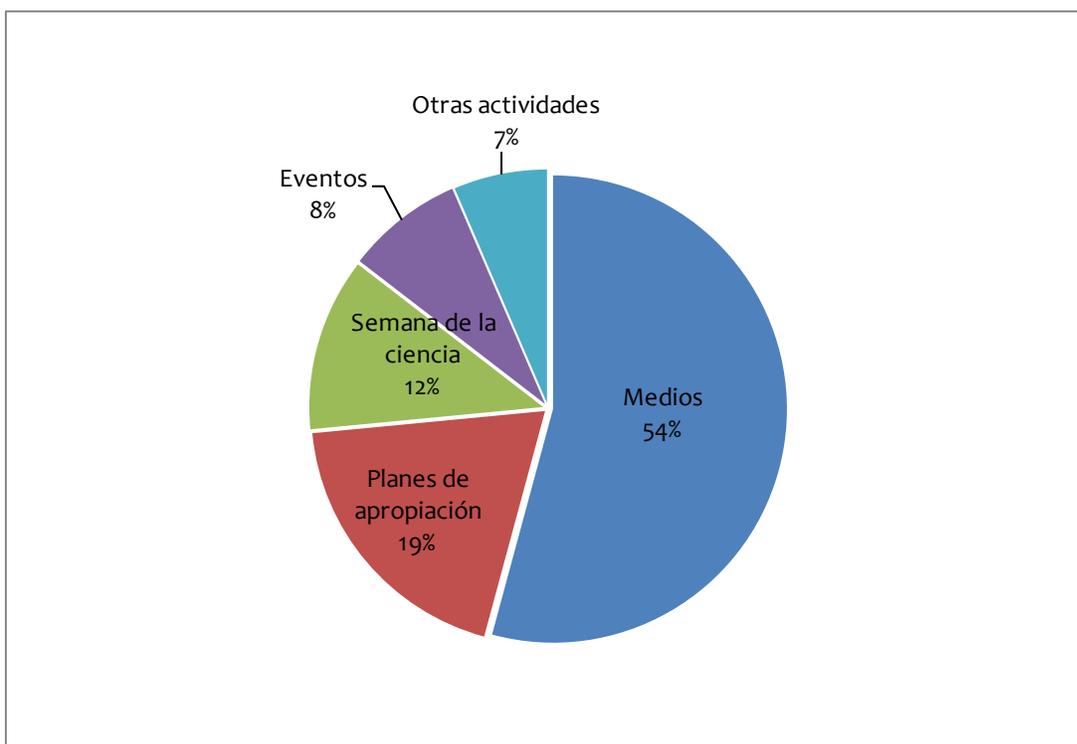
Ejecutor	Millones de pesos de 2008
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	430,7
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	305,5
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	215,4
UNIVERSIDAD DEL NORTE	215,4
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	215,4
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	215,4
UNIVERSIDAD DEL VALLE	215,0
UNIVERSIDAD EAFIT	107,7
<b>Total</b>	<b>1.920,3</b>

- Actividades de apropiación y difusión

Una de las estrategias de la PIIF es fomentar la apropiación social de la CTI. Esta estrategia parte de considerar que “la apropiación social del conocimiento es el fundamento de cualquier forma de innovación porque el conocimiento es una construcción compleja que involucra la interacción de distintos grupos sociales. La producción de conocimiento no es una construcción ajena a la sociedad, se desarrolla dentro de ella, a partir de sus intereses, códigos y sistemas”.

Para cumplir con los objetivos de la estrategia de apropiación social de conocimiento, Colciencias cuenta con una serie de instrumentos que han recibido aportes del Sena. En total se invirtieron \$3.854 millones entre 2003 y 2008 en actividades de apropiación, con una alta concentración en piezas para medios de comunicación (prensa, radio, televisión). Luego, se encuentran ejercicios de planeación de acciones de apropiación a nivel nacional y regional, Semanas de la Ciencia, eventos y otras actividades como se detalla en el gráfico 13.

**Gráfico 13. Actividades de apropiación y difusión de CTI**  
(Promedio 2003-2008 por valor financiado)



El 79,0% de estos recursos fueron ejecutados por universidades y empresas como se detalla en el cuadro 5.

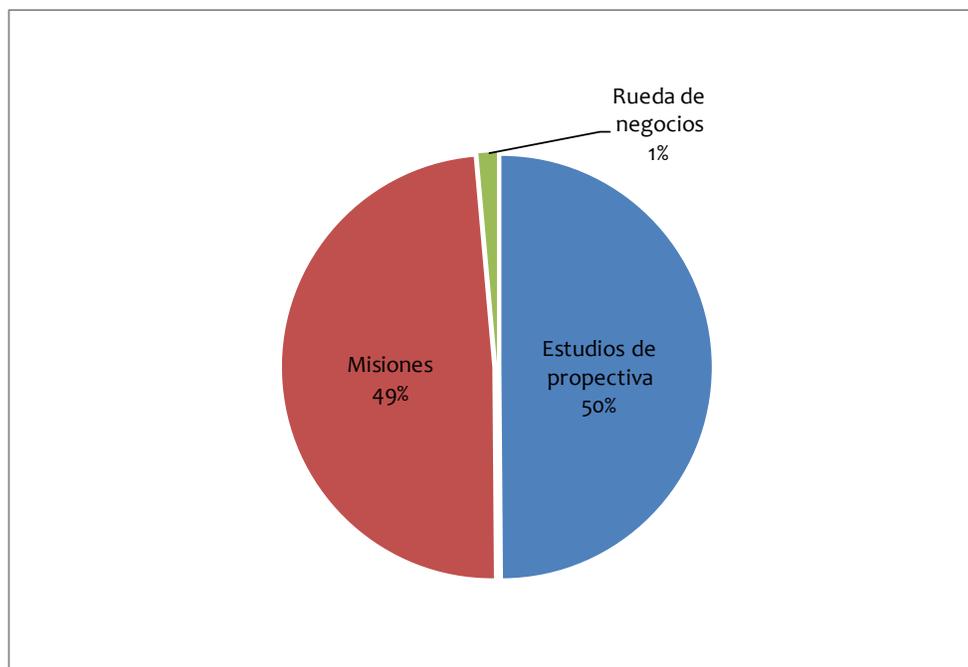
**Cuadro 5. Entidades ejecutoras de actividades de apropiación y difusión de CTI**  
(Período 2003-2008)

Entidad ejecutora	Número de contratos	Monto financiado
Universidad	15	1.729
Empresas	15	1.315
Innovadores	3	468
CDT's	3	70
Administradores de Recursos	4	260
Personas	1	13
Total general	41	3.854

- Actividades de generación de capacidades en innovación

Bajo el objetivo de la transformación productiva mediante la incorporación de conocimiento, Colciencias ofrece una serie de actividades orientadas a la generación de capacidades de innovación (Ver Cuadro 1). A través del Convenio se financiaron Estudios de Prospectiva (49,9%), Misiones Tecnológicas (48,7%); en bajo porcentaje Ruedas de Negocios (1,4%) como se presenta en el gráfico 14.

**Gráfico 14. Actividades que generan capacidades en innovación**  
(Promedio 2003-2008 por valor financiado)



*Misiones tecnológicas*

Las misiones consisten en visitas que exploran adelantos de tecnología a nivel internacional en los que se asocian empresarios, investigadores universitarios, centros de desarrollo tecnológico, centros de investigación, centros de gestión, centros regionales de productividad, con el propósito de: identificar tendencias tecnológicas, experiencias empresariales y académicas en procesos de asimilación y adaptación de nuevas tecnologías, avances en los temas de propiedad intelectual (patentes, licencias, marcas, registros, etc.), y, entidades con capacidad de promover y desarrollar investigación, innovación y desarrollo tecnológico a nivel internacional<sup>25</sup>.

Como producto de la misión se espera, entre otras actividades de transferencia de conocimiento y tecnología, la formulación de proyectos colaborativos de innovación entre empresas e instituciones de diferentes países, la promoción de convenios de cooperación tecnológica entre las instituciones colombianas y las de los países visitados, la realización de acuerdos de transferencia de tecnología, tales como *joint ventures*, contratos de licenciamiento de tecnología y relacionados, la incorporación de nuevas tecnologías y mejores prácticas de gestión tecnológica, administrativa y de la innovación en las empresas colombianas, entre otros<sup>26</sup>.

Con recursos del Convenio se suscribieron en el período 2003-2008 31 contratos para apoyar misiones tecnológicas por un valor de \$4.115 millones, los cuales se otorgan a través de convocatorias. Los CDT ganaron 14 de estos contratos por un valor de \$1.091 millones, participando principalmente CDT transversales, de la industria y agropecuarios como se muestra en el cuadro 6. El resto de contratos fueron otorgados a universidades, centros de productividad y empresas e instituciones del sector productivo. Cabe mencionar que más de una tercera parte de los recursos dirigidos a misiones fueron ejecutados a través de administradores de recursos como la SECAB.

**Cuadro 6. Entidades ejecutoras de Misiones Tecnológicas (Período 2003-2008)**

Entidades ejecutoras	Número de contratos	Monto financiado
Administradores de Recursos	2	1.511
CDT	14	1.091
Universidades	6	715
Centros de productividad	3	342
Empresas e instituciones del sec	4	329
Otros	1	21
Total general	31	4.115

#### *Estudios de Prospectiva*

<sup>25</sup> Colciencias. Convocatoria para conformar un banco de proyectos elegibles para apoyar misiones tecnológicas. 2010.

<sup>26</sup> Ibid.

Se identificó la categoría de estudios de prospectiva, teniendo en cuenta la importancia y lo estratégico que es para el desarrollo de la política de ciencia, tecnología e innovación, así como para el convenio SENA – COLCIENCIAS la definición de las capacidades que en este aspecto debe desarrollar el país. En efecto, los resultados de estos estudios son fundamentales para identificar los sectores y estrategias que deben ser promovidas a través de la financiación de proyectos que buscan avanzar en la política de ciencia, tecnología e innovación.

Desde el 2003 Colciencias y el Ministerio de Industria y Comercio pusieron en marcha el Programa Nacional de Prospectiva y Vigilancia Tecnológica. En la primera etapa 2003-2004 se operó con base en una gerencia contratada mediante concurso público con la Universidad del Valle y el Centro Nacional de Productividad. Durante 2005-2007 la Gerencia se llevó a cabo mediante convenio entre Colciencias y la Universidad del Valle.

El objetivo del programa fue “orientar las capacidades nacionales en Prospectiva y Vigilancia Tecnológica para el desarrollo de áreas estratégicas de la ciencia, la tecnología y innovación aplicadas a la economía del conocimiento”. Se plantearon tres objetivos específicos para el programa: i) la construcción de una visión de futuro del país hacia una sociedad y economía del conocimiento; ii) la implementación de ejercicios concretos a nivel sectorial, territorial y de las cadenas productivas y iii) el desarrollo de un Programa de Formación de Formadores en el tema. De esta forma se busca la consolidación de ventajas competitivas nacionales de primer orden en el contexto mundial<sup>27</sup>.

Los principales productos obtenidos por el programa fueron: i) la realización de estudios sobre prospectiva y vigilancia tecnológica; ii) la realización de dieciocho ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica; iii) seminarios de formación de formadores, y el desarrollo de una visión de la transición de Colombia hacia una sociedad y una economía del conocimiento.

La revisión de los proyectos de prospectiva que hacen parte del convenio SENA – COLCIENCIAS muestra que el 48% de los recursos se destinaron a los estudios y ejercicios de prospectiva concretos a nivel sectorial, territorial y de las cadenas productivas; el 27% a la operación y el fortalecimiento institucional del programa; el 17% a otros proyectos entre los que se incluyen los de formación en temas de prospectiva y el 6% a publicaciones y seminarios.

En la ejecución 2003 y 2004 del Convenio Sena-Colciencias se lograron identificar algunos estudios o ejercicios de este tipo o que el apuntan al objetivo descrito, 26 en total por un valor financiado de \$4,214 millones.

La universidad del Valle ejecutó más de la mitad de estos recursos (51.8%), seguido por la SECAB, el CIDET, EL IICA, el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia y la Universidad Nacional como se presenta en el cuadro 7.

---

<sup>27</sup> Medina, Javier y Ortegón, Edgar. Manual de Prospectiva. Santiago de Chile: Cepal, 2xxx.

**Cuadro 7. Entidades ejecutoras de Estudios de Prospectiva**  
(Período 2003-2008)

EJECUTOR DEFINITIVO	Millones de pesos de 2008
UNIVERSIDAD DEL VALLE	2.185
SECRETARIA EJECUTIVA DEL CONVENIO ANDRES	946
CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO - CIDET	621
IICA	238
CENTRO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ANTIOQUIA	129
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	96
Total	4.214

### ***1.2.2.3. Orientación sectorial***

Otro aspecto importante de caracterización del Convenio es la orientación sectorial de los recursos ejecutados. Esta orientación adquiere relevancia en la medida que los avances en CTI son señalados, en una economía crecientemente globalizada, como el medio para consolidar ventajas competitivas sobre bienes y servicios que tienen potencialidad de triunfar tanto el mercado interno como externo, y además contribuir a la transformación social.

Es así como en la Visión Colombia 2019 el gobierno colombiano señala que “los trabajadores y empresarios deberán dirigir sus recursos y esfuerzos hacia aquellas áreas en las que efectivamente se puedan consolidar ventajas competitivas. Así, sectores capaces de garantizar su sostenibilidad, generar valor agregado, ofrecer externalidades positivas y producir efectos multiplicadores, deberán fortalecerse, convirtiéndose en una importante base para el crecimiento de la economía”.

Al analizar la distribución sectorial de los recursos del Convenio se observó una alta concentración en el sector de industrial (61,8% de los recursos del Convenio destinados a proyectos de I+I+D y Fortalecimiento), que generó en promedio el 15,9% del Producto Interno Bruto (PIB) en el período 2003-2008 y el 43,5% de las exportaciones. Sigue en importancia el sector agropecuario (14,4% de los recursos), guardando cierta correspondencia con el peso de este sector en el PIB (9,8%) y en las exportaciones (13,1%). En tercer lugar, se ubica el sector de servicios que recibe solo el 10,7% de los recursos del Convenio, frente a una participación importante de este sector en el PIB (48,2%). Finalmente, se encuentra el suministro de electricidad, gas y agua (4,3% de los recursos), el cual generó el 3,0% del PIB en el período 2003-2008 (Ver Cuadro 8).

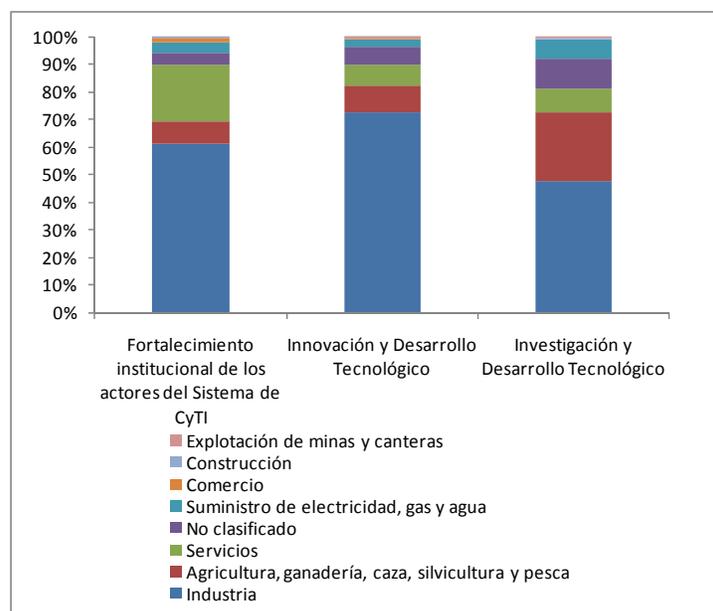
**Cuadro 8. Distribución sectorial de los recursos ejecutados el Convenio Sena-Colciencias**  
(Promedio 2003-2008)

Actividad económica	% PIB	% Exportaciones	%Convenio *
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	9,8%	13,1%	14,4%
Explotación de minas y canteras	5,4%	43,5%	0,4%
Industrias manufactureras	15,9%	43,4%	61,8%
Suministro de electricidad, gas y agua	3,0%	-	4,3%
Construcción	5,1%	-	0,4%
Comercio	12,6%	-	0,5%
Servicios	48,2%	-	10,7%
No clasificados	n.a	n.a	7,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

\* Incluye los recursos de los proyectos I+I+D y de Fortalecimiento.

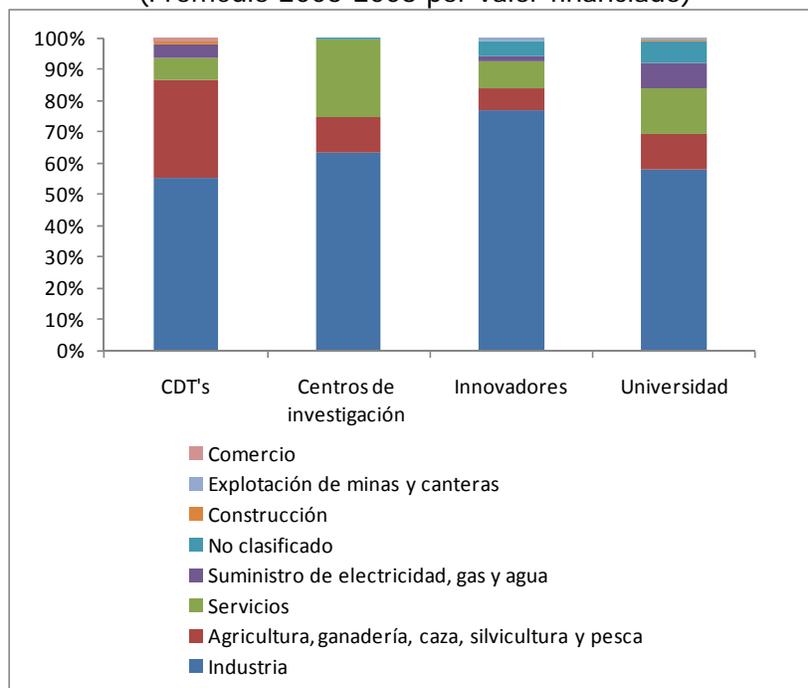
Por tipo de proyecto se observaron énfasis sectoriales. En primer lugar, los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico tienen una menor orientación a la industria (47,3% de los recursos), que los de innovación (72,4%) y fortalecimiento (61,2%) como se presenta en el gráfico 15. Por su parte, en el sector agropecuario se encontró la distribución opuesta, una mayor orientación de los proyectos de investigación hacia este sector (25,1%), en comparación con los proyectos de innovación (9,6%) y fortalecimiento (7,9%). Una distribución similar a la anterior se encontró para el sector de servicios, siendo relativamente menor la participación de los proyectos de fortalecimiento.

**Gráfico 15. Orientación sectorial por tipo de proyecto**  
(Promedio 2003-2008 por valor financiado)



Al analizar los énfasis sectoriales para los principales ejecutores del Convenio, se encontró que la orientación hacia la industria es mayor en los Centros de Investigación y entidades de innovación y emprendimiento (63,3% y 76,9%, respectivamente) como se muestra en el gráfico 16. El énfasis en sector agropecuario se observó más claramente en los CDT. En servicios sobresalen los Centros de Investigación y las universidades. Estas últimas también muestran una mayor orientación a proyectos relacionados con el suministro de electricidad, gas y agua.

**Gráfico 16. Orientación sectorial por tipo de ejecutor**  
(Promedio 2003-2008 por valor financiado)



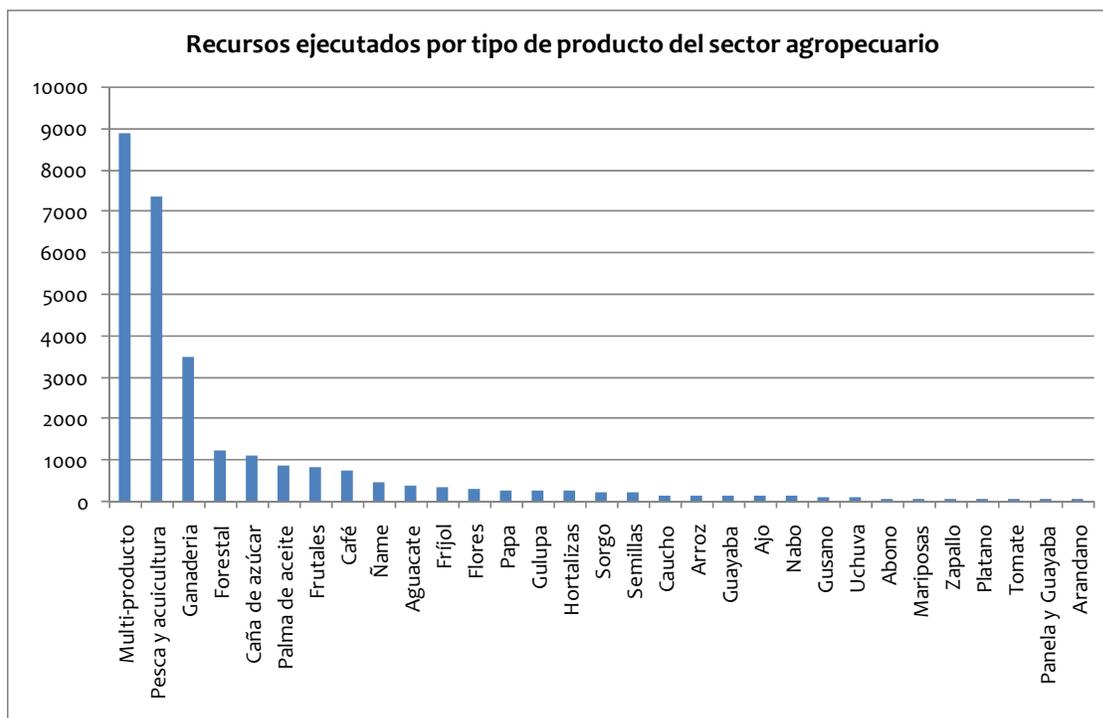
A continuación se analizan cada uno de los sectores económicos que recibieron más recursos del Convenio Sena-Colciencias.

### *Sector agropecuario*

Los recursos del Convenio que se dirigen al sector agropecuario apoyan la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico de una gran variedad de productos (alrededor de 30 productos), pero con una concentración en multi-productos<sup>28</sup> (30,3%), pesca y acuicultura (25,2%) y ganadería (12,0%) como se presenta en el gráfico 17.

<sup>28</sup> Por Multi-producto se refiere a proyectos dirigidos al sector agropecuario en su conjunto, y no a un producto específico.

**Gráfica 17. Productos agrícolas receptores de recursos del Convenio**  
(Promedio 2003-2008 por valor financiado)



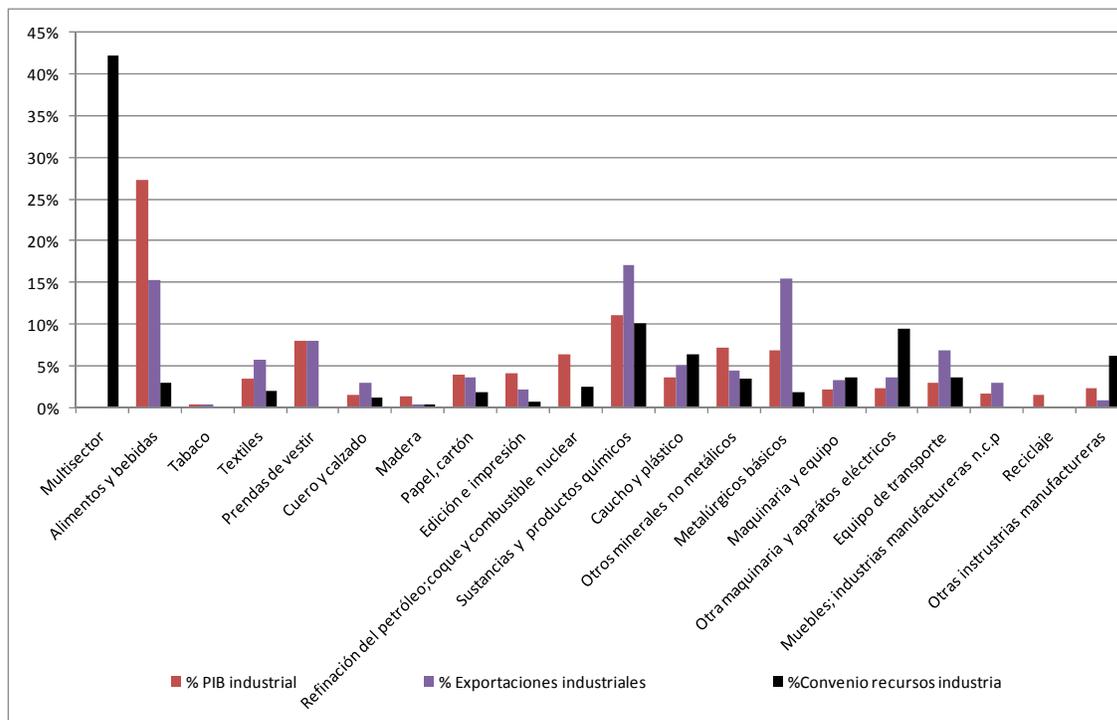
Al resto de productos se dirige entre el 1% y 4% de los recursos destinados a proyectos del sector agropecuario. Cabe destacar la baja participación que tienen en el Convenio productos de exportación como el Café, las Flores, el banano.

### *Sector Industrial*

Al igual que en el sector agropecuario, la mayoría de los recursos dirigidos al sector industrial favorecen proyectos multi-sector, es decir, que no buscan el desarrollo de un producto en particular sino avances tecnológicos en todo el sector industrial o en varios de sus subsectores. Este tipo de proyectos captura 42,2% de los recursos destinados a la industria como se presenta en el gráfico 18.

En un segundo nivel están sub-sectores industriales como fabricación de sustancias químicas (10,2% de los recursos dirigidos a la industria), otra maquinaria y aparatos eléctricos (9,5%), caucho y plástico (6,4%) y otras manufacturas (6,2%). Cabe mencionar que la participación de estos subsectores en los recursos del Convenio es mayor a la participación que tienen en el PIB industrial y/o las exportaciones del sector industrial.

**Gráfico 18. Productos industriales receptores de recursos del Convenio**  
(Promedio 2003-2008 por valor financiado)



En un tercer nivel se ubican los subsectores de equipo de transporte (3,7% de los recursos), Maquinaria y equipo (3,7%), Otros Minerales no Metálicos (3,6%) y alimentos y bebidas (3,1%). Entre este grupo se destaca la participación del sector de Equipo de Transporte que es considerado un sector de “clase mundial”<sup>29</sup> en la Política de Transformación Productiva: Un Modelo de Desarrollo Sectorial para Colombia de 2010 (Conpes 3678). Al mismo tiempo, contrasta el poco énfasis del Convenio en el sector de alimentos y bebidas, que genera el 27,4% del PIB industrial y el 15,4% de las exportaciones del sector.

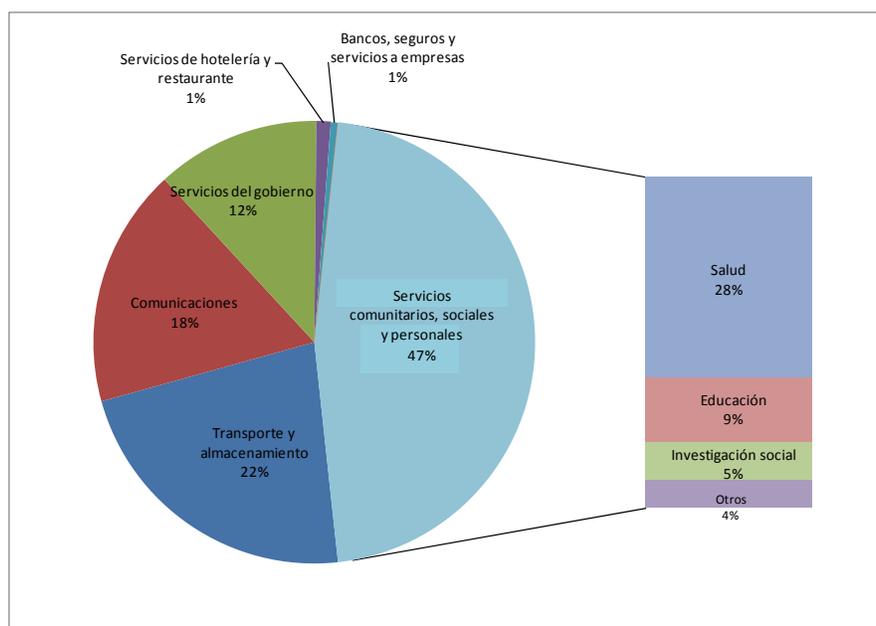
Finalmente, se identifican algunos subsectores importantes dentro de la economía industrial y que son señalados como sectores dinámicos y clave para el desarrollo del sector industrial que tienen reciben una proporción muy baja de los recursos del Convenio. Entre estos subsectores se encuentra la industria textil, confección, diseño y moda (2,3% de los recursos), que genera 8,0% del PIB industrial y 8,1% de las exportaciones, y además es considerado un sector de “clase mundial”. Algo similar ocurre con la industria de comunicación gráfica (0,8% de los recursos).

<sup>29</sup> En el Conpes 3678 de 2010 se definió *sectores de clase mundial* como aquellos que operan con las mejores prácticas de sus respectivas industrias, con productividades comparables a las más altas del mundo y que en general son intensivos en conocimiento y en la generación de valor agregado.

## Sector de Servicios

Los recursos del Convenio destinados al sector de servicios se distribuyen principalmente entre: servicios comunitarios, sociales y personales (46,5%), transporte y almacenamiento (22,4%), comunicaciones (17,5%) y servicios del gobierno (12,0%) como se presenta en el gráfico 19.

**Gráfico 19. Servicios receptores de recursos del Convenio**  
(Promedio 2003-2008 por valor financiado)

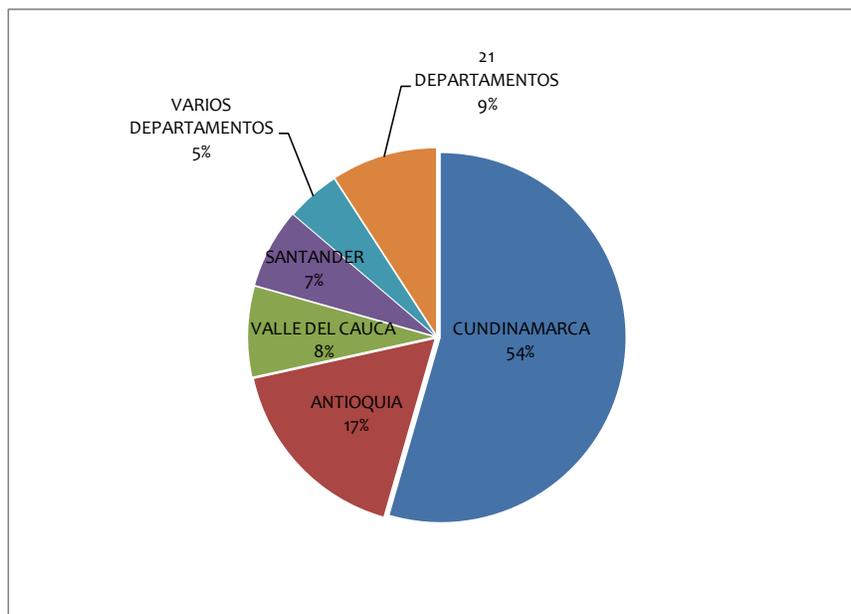


Entre los Servicios comunitarios, sociales y personales la mayor participación la tiene los proyectos de salud (28,3% del total de recursos dirigidos al sector de servicios), área prioritaria en términos sociales, y señalada como estratégica en diferentes documentos de política (Visión 2019, Conpes 3678).

### 1.2.2.4. Focalización regional

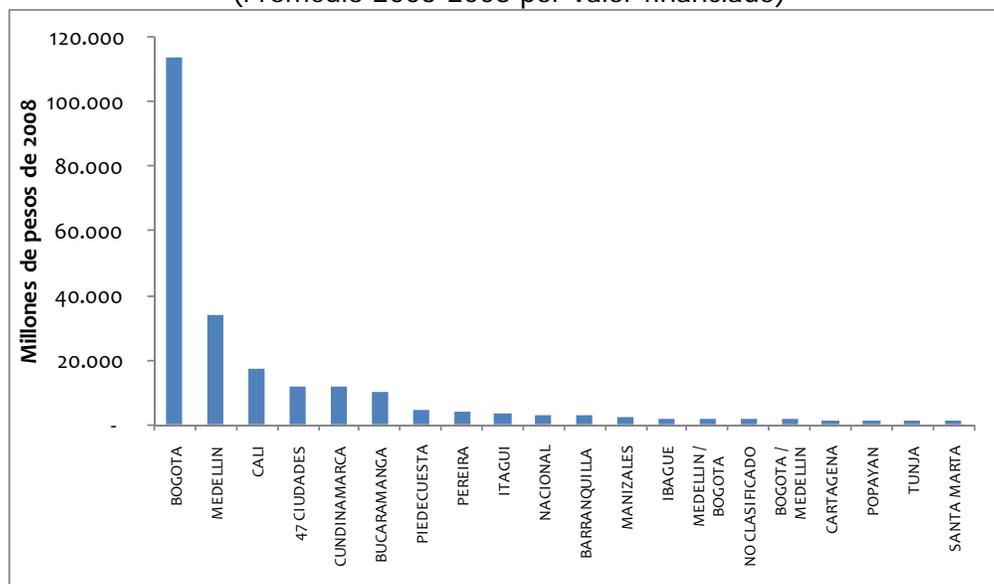
Un elemento final de caracterización es la focalización regional de los recursos del Convenio. En total el Convenio llega alrededor de 24 departamentos, con una alta concentración en Cundinamarca (54,5% de los recursos) y en Antioquia (17,1%). Otros departamentos importantes son Valle del Cauca y Santander como se muestra en el gráfico 20. Cabe mencionar 21 departamentos reciben solo el 9% de los recursos, y hay un 5% de los recursos que se dirige a más de un departamento.

**Gráfico 20. Departamentos receptores de recursos del Convenio**  
(Promedio 2003-2008 por valor financiado)



Por municipio se observa que el Convenio se ejecuta principalmente en las grandes ciudades (capitales de departamento), con una concentración en Bogotá (54,0%), Medellín (14,7%), Cali (7,4%) como se muestra en el gráfico 21. Llama la atención la baja participación de Barranquilla (1,3%) y que 47 municipios reciban solo el 5,2% de los recursos del Convenio.

**Gráfico 21. Ciudades receptoras de recursos del Convenio**  
(Promedio 2003-2008 por valor financiado)



## 2. ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA EVALUACIÓN DE RESULTADOS

### 2.1. Retos en la evaluación de Proyectos de I+I+D y Fortalecimiento Institucional

La literatura en general señala la dificultad presente en la evaluación de proyectos de investigación, innovación y el desarrollo tecnológico. Aún cuando es evidente la relación positiva y de gran magnitud entre la inversión en investigación y desarrollo y el crecimiento económico.

De acuerdo con una visión moderna del desarrollo científico, los procesos que conducen a la generación de valor o “valorización<sup>30</sup>” no son enteramente lineales. El paso de la creación de conocimiento a la creación de valor, por el contrario, se realiza por múltiples mecanismos y efectos indirectos que no necesariamente se entienden o detectan.

Debido a esta situación, algunos impactos y resultados de la inversión en I+I+D y fortalecimiento institucional se encuentran diseminados sobre múltiples actores no previstos y estos son impactos importantes en términos del cambio socioeconómico que generan. Aún cuando, sobre los beneficiarios directos, que en este caso son las empresas, los centros de desarrollo tecnológico y las universidades, se generan los primeros impactos y se pueden evidenciar logros, la razón de ser de la inversión en I+I+D y fortalecimiento institucional se sustenta en una parte importante en los efectos asociados a los “spill-over” que la producción de conocimiento puede generar en otras áreas, entidades o actores del Sistema Nacional de Innovación.

En relación con los efectos directos se presentan varios problemas de medición, dentro de los cuales se mencionan algunos que dificultan claramente el proceso de evaluación:

- **El problema de atribución:** aislar los efectos de un proyecto sobre la entidad beneficiaria o grupo de entidades beneficiarias o sobre el conjunto de beneficiarios considerando los cambios que se producen en el entorno, es un problema que con los instrumentos de evaluación desarrollados a la fecha no es posible solucionar<sup>31</sup>. Las técnicas de evaluación de impacto por ejemplo propone una comparación entre los “grupos afectados” por el proyecto a los que se les nombra como “grupo tratamiento” y grupos con características similares que no sean afectados por el proyecto en estudio a los que se les nombra como “grupos de control”. La

---

<sup>30</sup> Valorización es un término utilizado fundamentalmente en la Unión Europea para señalar la importancia de la transformación de conocimiento en valor, para esto ver, Vullings W., Ingeborg M., and Moster B.(2008), Strategic Research Planning: increase the impact of public research by integrating user-perspective in planning and evaluation (2008), Paper for the Prime Network´s Europe-Latin America Conference on Science and Innovation, Mexico City, September 24-26 2008.

<sup>31</sup> Technopolis (2001) An international review of methods to measure relative effectiveness of technology policy instruments, Final Report.

comparación entre grupos de tratamiento y control no es viable para el estudio de estos proyectos por varias razones asociadas al problema de atribución.

Un ejemplo puede ilustrar el tema. Supongamos que nuestros beneficiarios son solamente empresas, simplificando de alguna manera el universo de beneficiarios de los proyectos estudiados. Aún bajo esta simplificación, el primer problema que se presenta es el de conformar un grupo de control sobre la empresa o grupo de empresas que son afectadas por el proyecto. La trayectoria de las empresas son relativamente singulares, su organización depende de factores puntuales como sus dueños, la forma de organización de la sociedad, el desarrollo institucional que exista, etc. Por otra parte la forma de producción no es homogénea, las tecnologías pueden ser distintas y existe siempre un toque particular que llevan a que la empresa sobreviva en el mercado. De esta forma la conformación de un grupo de control siempre incorpora errores de comparación asociados a estos factores difícilmente medibles.

Adicionalmente a lo anterior, se presenta el problema de entorno y los factores que pueden estar afectando este entorno en el momento en que se desarrolla el proyecto y posterior a este, cuando se espera obtener resultados del mismo. Las empresas son organizaciones dinámicas afectadas por multitud de variables. Algunas que se pueden mencionar son aquellos asociados al comportamiento de la economía, como la demanda de los productos y servicios, la oferta de insumos, el mercado laboral, etc. También se presentan oportunidades y problemas particulares que deben ser solucionados en el día a día. El resultado de un proyecto puede tener beneficios que están siendo afectados por estos aspectos por decisiones complementarias o sustitutas dentro de la empresa y estos efectos no son controlables fácilmente para una comparación entre grupos. Por último las empresas para su supervivencia deben mantener en reserva un parte importante de la información que manejan con el objetivo de mantener su competitividad en el mercado. La reserva de información conduce a que por lo general sea difícil establecer las consecuencias de cambios generados en su forma de producción, las características que constituyen un determinado producto, la forma de comercialización, etc.

De esta manera, la utilización de técnicas de evaluación de impacto para evaluar el comportamiento de los proyectos de I+I+D y Fortalecimiento Institucional no es viable desde ningún punto de vista. Un ejemplo de los problemas encontrados en este tipo de aproximación se corrobora con el estudio de "Evaluación de impactos de tres programas y línea de base de un programa del Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA".

En este estudio se lleva a cabo un planteamiento metodológico tipo "evaluación de impacto" en la que se propone la recolección de información sobre grupos de tratamiento y control y una comparación de medias entre grupos. En el caso

particular del programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico (IDT) financiados por el SENA que corresponden al CONVENIO COLCIENCIAS –SENA, la propuesta metodológica fue la conformación de dos grupos uno de tratamiento y otro de control a partir de una base de datos inicial conformada por 81 empresas beneficiarias y 142 empresas no beneficiarias. La depuración de la base condujo a una reducción sustancial del número de empresas a 52 empresas beneficiarias y 41 empresas de control.

Se llevó a cabo un operativo de campo fundamentalmente a partir de contacto telefónico y el auto diligenciamiento de formularios pre impresos, y a partir del envío de la encuesta por medios electrónicos. El resultado del operativo realizado obtuvo una muestra de 17 encuestas lo que generó una dificultad latente a la realización de un análisis cuantitativo sobre los dos grupos. Por esta razón se optó por realizar un análisis cualitativo a partir de estudios de caso.

El análisis realizado presenta una comparación sobre las 17 empresas encuestadas, 9 de tratamiento y 8 de control, informando sobre características generales de las empresas (ventas, costos, empleados, sector, etc.) sobre orientación de las actividades de investigación y desarrollo, financiamiento de estas actividades, y finalmente sobre los que se denomina “impactos percibidos” consistente en la apreciación de los directores de los proyectos de IDT sobre diferentes conceptos como mejoras en rentabilidad, participación en el mercado, flujo de caja, competitividad, productividad, impacto en medio ambiente, calidad del servicio, internacionalización de la empresa, etc.

El intento por hacer comparaciones entre empresas se realiza en tres ocasiones, en primer lugar se presenta una comparación entre medias del total de empresas, y luego se hacen dos comparaciones cada una entre dos empresas similares. Las comparaciones se realizan en dos periodos de tiempo, el año de implementación del proyecto y un año después.

Para llevar a cabo la comparación, se seleccionan cuatro empresas del sector del plástico y el caucho, dos de ellas grandes y dos pequeñas. Se realizó entonces una comparación uno a uno de los dos grupos de dos empresas cada uno. Las comparaciones realizadas muestran la variación entre indicadores mostrando resultados poco concluyentes. Se presentan situaciones contra intuitivas como mayores ventas en las empresas de control y mayor incremento en ellas luego de la implantación del proyecto. Todo esto se explica por la incapacidad de la metodología planteada para obtener conclusiones en proyectos de este tipo y por los problemas de información que se registraron en el operativo de campo. Los resultados son no concluyentes sobre los beneficios obtenidos en la comparación realizada.

- **El periodo de tiempo de obtención de los efectos sobre la economía:** la estimación del tiempo necesario para la obtención de un efecto económico sobre los beneficiarios es difícil. En general los efectos relacionados con los proyectos de I+I+D y Fortalecimiento Institucional son efectos de largo plazo, esto implica que las mediciones deben hacerse en el corto, mediano y largo plazo, y que el hecho de que no existan efectos en el corto o mediano plazo no es un indicador de que el proyecto no los vaya a producir en el largo plazo. Expertos señalan que el largo plazo es de 20 años y existen pocas iniciativas viables para ser medidas en un período de esta magnitud<sup>32</sup>.

La dificultad para determinar un período de tiempo razonable, desvía los objetivos de una evaluación y reduce su capacidad de predicción. En el mediano plazo es posible que se involucren las nuevas actividades a la rutina diaria de la entidad, se realice en su totalidad el gasto en investigación y desarrollo y se hagan aportes adicionales y se inicie la explotación comercial de los nuevos productos o procesos. Igualmente es posible que se identifiquen nuevas oportunidades de negocio, se inicien procesos de patentes y se mejoren las condiciones de absorción y competencia de la empresa. Finalmente en el largo plazo se mejora el comportamiento de las empresas, se obtienen retornos comerciales a los productos y se obtienen ganancias en competitividad y empleo. Igualmente solo en el largo plazo es posible identificar cambios generales de la sociedad en su conjunto.

La dificultad para identificar estos períodos en los proyectos eleva la complejidad en los ejercicios de evaluación, los cuales por lo general se realizan en el corto o mediano plazo.

- **La cuantificación de los beneficios no cuantificables:** una proporción importante de los beneficios son cualitativos y están asociados al mejoramiento de las condiciones institucionales de las empresas, su mayor nivel de competitividad, de absorción de tecnología, etc., que no son cuantificables fácilmente. La dificultad existente para cuantificar estos efectos no significa que no existan. Los efectos no cuantificables pueden ser fundamentales en procesos posteriores de la empresa y por lo tanto puede igualmente tener una rentabilidad social importante así no sea medible.

A los problemas generales mencionados se adiciona uno asociado a la estructuración del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA y a la forma que los ejecutan los actores del Sistema Nacional de Innovación

- **Múltiples actores y beneficiarios:** los proyectos del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA involucran varios actores y beneficiarios. La conformación de un modelo en el que interactúan Universidades, Centros de Desarrollo Tecnológico y empresas, es acorde con la intención de acercar estas organizaciones y busca producir

---

<sup>32</sup> Ibid (3)

relaciones complejas no lineales entre ellos. El modelo adicionalmente, presente diferentes esquemas de ejecución y relacionamiento. Los proyectos indiscriminadamente presentan un ejecutor asociado a la realización del contrato de ejecución, pero que en la práctica puede compartir o delegar su responsabilidad de ejecutor, igualmente se presentan beneficiarios no identificados en el proyecto como grupos poblacionales particulares, grupos de productores no identificados, o la sociedad en general que no necesariamente participan en el desarrollo de los proyectos.

## **2.2. Propuesta Metodológica**

### **2.2.1. Objetivo del Estudio**

El objetivo del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA está asociado a los objetivos de la investigación aplicada, la innovación y el desarrollo tecnológico. Aunque no se define explícitamente, la inversión de estos recursos busca el desarrollo de conocimiento para el logro de nuevas formas de producción, la incorporación de innovaciones en las empresas y el aparato productivo nacional, y el fomento del cambio tecnológico y de la investigación como mecanismos de modernización de la economía y a través de ellas la generación de una mayor productividad y un mayor empleo en el país.

El alcance planteado de este estudio, consiste en el desarrollo de una evaluación que permita identificar y analizar los resultados y/o los cambios ocurridos en las organizaciones beneficiarias (empresas e instituciones de innovación y desarrollo tecnológico) a consecuencia de los proyectos financiados por el convenio COLCIENCIAS-SENA, teniendo como criterio de valoración el logro de los objetivos y las metas trazadas por los proyectos y actividades financiadas con estos recursos.

El objetivo concreto de la investigación contempló dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Los proyectos del CONVENIO COLCIENCIAS - SENA cumplen con los objetivos planteados, generan mejora en el desempeño de las entidades que los ejecutan y son sostenibles?
- ¿Existe incorporación efectiva de la ciencia, la tecnología y la innovación al sector productivo de bienes y servicios?
- ¿Cómo son los procesos de articulación y fortalecimiento institucional de los diferentes sectores y entidades del SNCT como son el sector académico, productivo, los gobiernos locales y el gobierno central?
- ¿Los proyectos contribuyen a la consolidación de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico?

- ¿Existe un proceso de apropiación y gestión de los resultados de la investigación?
- ¿Existe un proceso de divulgación de los resultados de las investigaciones e innovaciones?

El ejercicio realizado busca adicionalmente, generar la información necesaria para construir a partir de los resultados de la investigación, una línea de base sobre los proyectos que permita mejorar el proceso de seguimiento y evaluación y determinar de forma más exacta el desempeño de los mismos.

A partir del análisis de los proyectos se intenta identificar las variables clave que indican el valor agregado de un determinado proyecto en términos de los objetivos asociados a la investigación aplicada, la innovación, y el desarrollo tecnológico. El seguimiento a estas variables en cada uno de los proyectos y en el conjunto de la inversión busca monitorear el avance del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA a partir de la fecha. Dentro de esta tarea se propone la elaboración de un Manual Metodológico y la propuesta de ajustes al Sistema de Gestión de Proyectos que permitan la captura de información de los proyectos y su adecuado seguimiento y evaluación.

### 2.2.2. Metodología de Análisis

Considerando los retos asociados a la medición de resultados e impactos en los proyectos y las particularidades del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA, se propuso el desarrollo de una evaluación de resultados.

La evaluación de resultados busca identificar los productos y efectos obtenidos a partir de la ejecución de un proyecto de I+I+D y/o Fortalecimiento Institucional financiado por el CONVENIO COLCIENCIAS -SENA. Si el proyecto terminó en un nuevo producto o proceso, o el mejoramiento de un producto o proceso, o un nuevo conocimiento, un nuevo negocio, nuevas metodologías, etc. También se valora si existe evidencia sobre la incidencia económica y social de estas innovaciones.

A diferencia de una evaluación de impacto, las evaluaciones de resultados, como la que aquí se propone, no buscan conocer si los resultados del proyecto son producto exclusivo de esta intervención o están asociados a otros cambios ocurridos paralelamente al desarrollo del proyecto. De este modo, estas evaluaciones se enfocan en observar resultados relacionados con los productos y servicios producidos por el proyecto o intervención y los beneficios más próximos que se logran por su uso o apropiación.

La utilización de una evaluación de resultados frente a otras aproximaciones metodológicas se sustenta en dos argumentos. El primero asociado a las limitaciones ya descritas en evaluaciones de impacto y los problemas existentes sobre las comparaciones entre grupos de tratamiento y control para este tipo de proyectos.

El segundo, relacionado con el supuesto de que dadas las condiciones particulares en que se asignan los recursos en el CONVENIO COLCIENCIAS –SENA y las características de los proyectos en términos de tamaño y duración, la incidencia de factores externos es menos crítica y la observación que se realiza sobre los resultados es cercana a la realidad.

El análisis que se realiza es fundamentalmente microeconómico<sup>33</sup> a partir de la observación individual para cada uno de los proyectos. El ejercicio se realiza sobre una muestra representativa de 84 proyectos en el que se llevaron a cabo encuestas a profundidad y entrevistas no estructuradas a los ejecutores de los proyectos. El resultado combina información cuantitativa y cualitativa sobre los resultados observados.

Para la interpretación de los resultados se plantea una teoría de cambio que equivale a identificar la cadena causal de producción de cada proyecto y se determina su contribución a los objetivos generales del convenio.

### 2.2.3. Teoría de Cambio

Una cadena de valor se entiende como la secuencia entre insumos, productos, resultados e impactos asociados a la creación de valor o valorización de los proyectos de I+I+D y Fortalecimiento Institucional. La cadena de valor es una secuencia de causas y efectos entre las acciones que se ejecutan en la implementación de la intervención y las respuestas de los beneficiarios asociados a los mismos<sup>34</sup>.

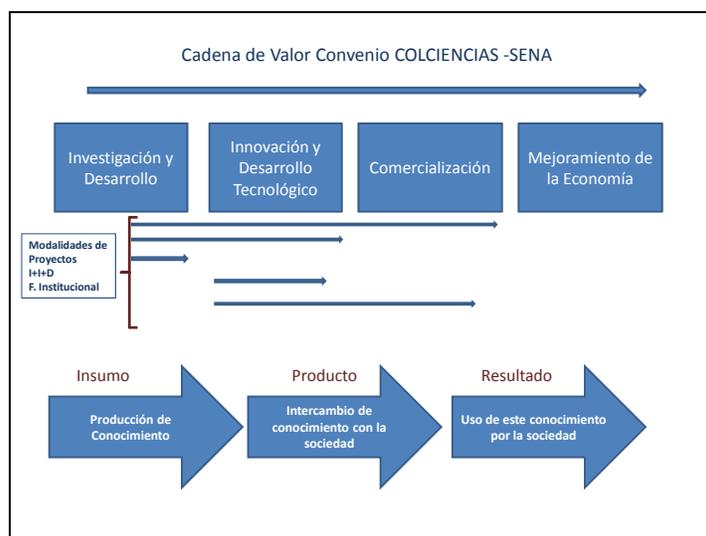
La cadena de valor asociada a las inversiones en investigación, innovación y desarrollo tecnológico, parte de un desarrollo científico, una investigación o un conjunto de investigaciones en relación con un determinado tema o área del conocimiento. Los desarrollos de investigación básica y el análisis de las formas de producción existentes en la economía, permiten plantear propuestas de innovación sobre determinados sectores, bienes o servicios. A partir de la investigación aplicada es posible lograr estas innovaciones que aún exigen un proceso de comercialización. Se entiende el proceso de comercialización el proceso mediante el cual una innovación se hace práctica y utilizable en el mercado. A través del proceso de comercialización se contrasta la innovación con lo que opera en el mercado y se determina si esta es viable desde el punto de vista de mercado y costos. Ver diagrama 1.

---

<sup>33</sup> Las características de los proyectos no permitió llevar a cabo pruebas de cambios en productividad y de otras variables económicas a partir del efecto de los proyectos. Esto se debe a dos razones. En primer lugar al modelo utilizado de asignación el cual por definición no plantea objetivos mas generales a los que cada proyecto define. No existe una asignación por programas en los que se puedan identificar resultados esperados para un sector, un tipo de actividad económica, etc. Por otra parte se identifica en los proyectos un alto nivel de dispersión en cuanto a los sectores, temas y organizaciones afectadas.

<sup>34</sup> WEISS, Carol. Evaluation. New Jersey: Prentice Hall, 1998. p.57-58.

**Diagrama 1**



La comercialización de productos o servicios nuevos o el mejoramiento de la calidad de los existentes es el resultado final de los procesos y actividades que giran alrededor de los proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico. La creación de valor se realiza al final de la cadena. A consecuencia del cambio tecnológico es posible identificar cambios en la producción, en la productividad de las empresas, la generación de nuevos empleos y un mayor valor agregado que se traduce en mayores ganancias y mayor bienestar para la población.

El análisis sobre los proyectos financiados por el CONVENIO COLCIENCIAS –SENA indica que estos pueden recorrer toda o parte de la cadena de valor planteada tal como lo representan las flechas azules del diagrama 1. Se ha identificado proyectos que parten de la investigación aplicada y concluyen en el inicio de un proceso de comercialización (como la solicitud de una patente) o proyectos que recorren un proceso de investigación aplicada y uno de desarrollo tecnológico e innovación sin iniciar la comercialización de los productos innovados o proyectos que únicamente avanzan en el proceso de investigación aplicada.

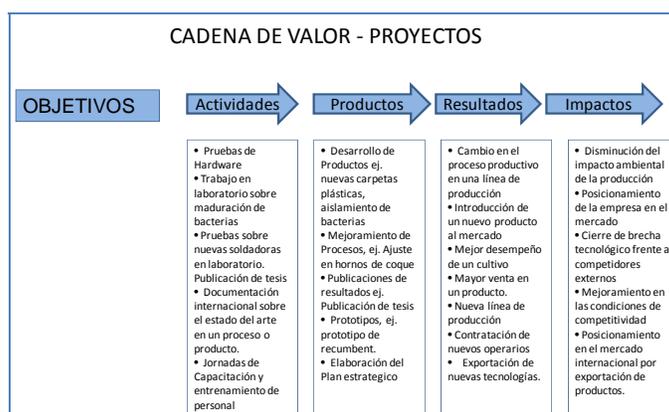
Igualmente se encuentran proyectos que utilizan desarrollos investigativos ya realizados partiendo de un conocimiento adquirido en un proyecto de investigación previo financiado por el CONVENIO COLCIENCIAS - SENA o en un proceso investigativo diferente sea nacional o internacional. Una parte importante de los proyectos estudiados no recorren la cadena de valor completamente.

A nivel de cada proyecto, la cadena de valor se utiliza para determinar el objetivo, los insumos productos y resultados obtenidos del proyecto. Para la elaboración de la cadena, se reconstruye el objetivo del proyecto, este se entiende como la finalidad hacia la cual se

dirigen los recursos y esfuerzos en el proyecto en términos concretos, las actividades son un conjunto de acciones que se realizan en el ámbito del proyecto. Las actividades producen un producto determinado y con base en el es posible lograr resultados consistentes en cambios en las condiciones de producción. Los resultados pueden conducir a impactos asociados a mejoramiento en las condiciones de las empresas, posicionamiento de los productos, nuevas oportunidades, etc.

El diagrama 2 presenta la cadena de valor utilizada para el análisis de los proyectos, con ejemplos de los resultados esperados en cada uno de los eslabones<sup>35</sup>

**Diagrama 2**



#### 2.2.4. Ejercicios de Evaluación desarrollados

Para el caso de los proyectos de I+I+D y Fortalecimiento institucional existen múltiples dimensiones que pueden ser estudiadas en términos de sus resultados e impactos<sup>36</sup>. En esta evaluación se llevaron a cabo tres ejercicios independientes.

El primer ejercicio evaluativo busca establecer la incorporación de la ciencia, la tecnología e innovación en el sector productivo. Para esto se utiliza la “cadena de valor del Convenio” como base conceptual del análisis. Se lleva a cabo la medición de cinco indicadores “duros” sobre el aporte del proyecto a la creación de conocimiento y a la creación de valor.

<sup>35</sup> Arnold Eric, Balazs Katalin (1998) Methods in the evaluation of Publicly funded basic Research, a review for OECD, Technopolis Ltd.

<sup>36</sup> El estudio de la Universidad Nacional y otros explora siete dimensiones de impactos: en la organización, en los grupos de investigación, en productividad y competitividad de las empresas y acceso a los mercados, económicos, financieros a nivel de firmas, científicos tecnológicos y de innovación, sociales y ambientales, ver Universidad Nacional, Technos, Universidad del Norte (2009), Evaluación de Impactos y Resultados de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación Financiados por COLCIENCIAS en el periodo comprendido entre 1999-2005

El segundo ejercicio de evaluación busca determinar el logro del objetivo del proyecto y el cumplimiento de metas para cada proyecto en si mismo. A diferencia del anterior, no se examina la contribución del proyecto a objetivos mayores sino la consistencia con los objetivos propios del proyecto. Se utiliza la “cadena de valor de los proyectos” como referencia para este análisis. Se lleva a cabo la revisión sistemática de cada proyecto en términos de la obtención de productos, resultados e impactos y la consistencia con las actividades realizadas.

El tercer ejercicio de evaluación pretende examinar la contribución de los proyectos y el CONVENIO COLCIENCIAS –SENA en general al fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) del país. Esto bajo la perspectiva de que los resultados de los proyectos financiados con recursos del CONVENIO COLCIENCIAS -SENA se circunscriben también al fortalecimiento de las entidades ejecutoras como actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación –SNCTI.

El fortalecimiento de estas entidades ejecutoras debe estar orientado a “mejorar sus capacidades para lograr un modelo productivo sustentado en la ciencia, la tecnología y la innovación, para darle valor agregado a los productos y servicios de la economía y propiciar el desarrollo productivo y una nueva industria nacional, que en últimas es la finalidad del SNCTI”<sup>37</sup>.

En al análisis de los resultados en el fortalecimiento y desempeño de las entidades ejecutoras, como actores del SNCTI, se abordaron los siguientes temas:

- La orientación hacia el sector productivo
- La planeación de mediano plazo de las entidades y la gestión de proyectos
- La disponibilidad de recursos
- La articulación entre los actores del sistema
- La difusión de los resultados de los proyectos

#### *2.2.4.1. Incorporación de la innovación y el desarrollo tecnológico al sector productivo*

Los procesos de innovación y desarrollo tecnológico se dan a partir de dos fenómenos, la creación de conocimiento y la creación de valor. La creación de conocimiento es el elemento central del desarrollo científico y tecnológico y a partir del cual se hace posible el cambio tecnológico. La creación de valor es el resultado del proceso que permite transformar este conocimiento en valor para la sociedad.

---

<sup>37</sup> Ley 1286 de 2009

Con el objetivo de identificar la creación de conocimiento y valor se explora la posibilidad de contar con indicadores cuantificables<sup>38</sup>. Se proponen 5 indicadores asociados a la creación de conocimiento y creación de valor<sup>39</sup>:

### **1. Indicador de nuevo producto o producto mejorado**

Un nuevo producto, o el mejoramiento de este indican claramente la creación de conocimiento. Este indicador es válido tanto para la creación de conocimiento como la valorización del mismo, en el sentido en que se evidencian los dos procesos. El indicador sin embargo, no distingue la calidad del producto o el cambio generado sobre uno ya producido. Algunos representan grandes cambios y otros solo contribuciones marginales. La existencia de nuevo producto adicionalmente debe ser verificado claramente y especialmente con respecto al hecho de que ya está en el mercado o que está próximo a ser puesto en él.

### **2. Indicador de nuevo proceso o proceso mejorado**

Un nuevo proceso o un proceso mejorado igualmente indican la creación de nuevo conocimiento y la creación de valor. Al igual que lo anterior el indicador no distingue la calidad del cambio generado ni sus efectos sobre la producción de la empresa. La verificación de un nuevo proceso es mucho más sencilla. Este indicador como el anterior solo puede ofrecer información gruesa sobre la presencia de nuevo conocimiento y nuevo valor.

### **3. Indicador de Publicaciones y Presentaciones**

Las publicaciones y presentaciones son evidencia de la creación de conocimiento y generalmente acompañan las investigaciones. Los proyectos por lo general realizan publicaciones. No en todo proceso de creación es viable llevar a cabo una publicación especialmente en casos en los cuales el secreto es una estrategia importante para proteger los derechos de propiedad. En esta situación la no existencia de publicación no es evidencia de la no existencia de nuevo conocimiento. La calidad de la publicación ofrece una idea de la calidad del conocimiento generado pero esto siempre esta mediado por la necesidad de preservar los derechos de propiedad sobre el mismo.

### **4. Indicador de Registro de Patente**

---

<sup>38</sup> Los indicadores son medidas sintéticas que buscan determinar el grado de logro de resultados de un determinado proyecto sobre una meta u objetivo trazado.

<sup>39</sup> Ruegg Rosaline (2006) Bridging from Project Case Study to Portfolio Analysis in a Public R&D Program. A Framework for Evaluation and Introduction to a Composite Performance Rating System. National Institute of Standards and Technology- NIST.

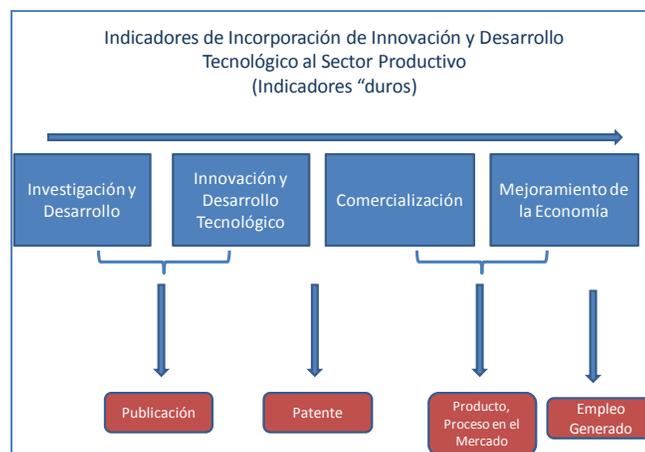
Una patente codifica un nuevo conocimiento, y por lo tanto es una señal clara de que se ha creado. Las patentes son señales de nuevo conocimiento pero en general en empresas y particularmente en países como Colombia, otras estrategias de protección del conocimiento son utilizadas como el secreto o actuar rápidamente para llegar al mercado. La no existencia de patentes por lo tanto no implica que no se esté creando conocimiento.

## 5. Indicador de Empleo generado

Finalmente un indicador que recoge el resultado de la intervención en Ciencia, tecnología e innovación lo constituye el empleo generado en la economía. Si bien, es difícil establecer los cambios generados en el empleo debido a los problemas mencionados de temporalidad y atribución, de alguna manera el cambio en el empleo representa el resultado final esperado del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA.

La presencia de los 5 indicadores propuestos sobre los proyectos indica presencia de creación de conocimiento y creación de valor, sin embargo como se describe en cada uno de ellos su ausencia no implica lo contrario. De esta manera la lectura sobre estos indicadores debe ser cuidadosa frente a proyectos que carecen de uno o varios de ellos. El diagrama 3 sitúa los indicadores propuestos en la cadena de valor del CONVENIO COLCIENCIAS -SENA

**Diagrama 3**



#### *2.2.4.2. Logro de Objetivos y Cumplimiento de Metas.*

El segundo ejercicio evaluativo consiste en determinar si los proyectos logran sus objetivos y cumplen las metas previstas. El análisis del logro de objetivos se hace bajo el supuesto más convencional en el que cada proyecto responde por una serie de resultados y metas planteadas en el momento de su formulación. El análisis consiste en determinar si estas metas se cumplen o no y que “productos” asociados a estas metas se han logrado. Este ejercicio difiere del anterior en la medida en que no se trata de identificar la contribución del proyecto a la innovación y el desarrollo tecnológico sino su desempeño en relación con lo planeado al inicio del proyecto.

Este análisis busca responder la pregunta: ¿Los proyectos del CONVENIO COLCIENCIAS - SENA cumplieron con los objetivos planteados? ¿Mejoraron el desempeño de las entidades que los ejecutan? ¿son sostenibles?

Para el análisis de objetivos se llevo a cabo la construcción de la cadena de valor para cada proyecto con la información de la encuesta, de acuerdo a lo propuesto en el diagrama 2, a partir de esto se llevaron a cabo chequeos de consistencia sobre los siguientes aspectos, i) evidencia de la existencia de productos asociados con el proyecto, ii) comparación productos – objetivos, iii) desarrollo de actividades concordantes con los objetivos y los productos.

#### *2.2.4.3. Desempeño de los ejecutores (articulación del SNCT y fortalecimiento de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico)*

El tercer ejercicio consiste en determinar el desempeño de los ejecutores (universidades, CDT y empresas) y su contribución al fortalecimiento del SNCTI. Para tal fin, se analiza la situación actual de los ejecutores (después finalizados los proyectos de Sena-Colciencias) en una serie de aspectos que son condiciones para un buen desempeño de estas organizaciones dentro del SNCTI (orientación hacia el sector productivo, planeación de mediano plazo de las entidades, recursos y la gestión de proyectos, articulación entre los actores del sistema, difusión científica y tecnológica). Luego se examina si estas condiciones se cumplieron en la ejecución de los proyectos Sena-Colciencias y si posteriormente los ejecutores emprendieron acciones para fortalecer dichas condiciones. A continuación se describen las variables que se analizan de los aspectos abordados en este ejercicio.

- *Orientación hacia el sector productivo.* Se analiza el énfasis de la innovación y desarrollo tecnológico dentro de las actividades que realizan las universidades, CDT y empresas. También si el sector productivo es el

principal usuario de los productos y servicios que ofrecen, y si dentro de su portafolio se encuentra la formulación de proyectos a empresas.

- *Planeación de mediano plazo y gestión de proyectos.* Se establece el grado de planeación en las actividades que realizan, si cuentan con líneas de trabajo y agendas de mediano plazo. Y si los proyectos Sena-Colciencias están inmersos en estos planes. También se analiza la continuidad y sinergia con otros proyectos antes, durante y después de la ejecución del proyecto Sena-Colciencias.
- *Disponibilidad de recursos.* Incluye una valoración de los recursos financieros y el recurso humano con que cuentan las universidades, CDT y empresas. Por último, se examina si posterior a estos proyectos, las entidades realizan acciones tendientes a mejorar su infraestructura y calificación del recurso humano.
- *Articulación entre actores del Sistema.* Se analizan relaciones de colaboración de los ejecutores con el sector académico, el sector productivo y el sector público tanto en los proyectos Sena-Colciencias como en general dentro de estas organizaciones. Igualmente, se establece si posterior a estos proyectos las entidades emprendieron acciones para formar redes o espacios de intercambio con actores del SNCTI.
- *Difusión científica y tecnológica.* Finalmente se verifica si estos ejecutores realizan actividades de difusión en general. Y luego para el caso particular del proyecto Sena-Colciencias, si consideran que clasifica dentro del área de difusión científica y tecnológica y el grado de difusión de los resultados de los proyectos hacia el SNCT y el sector productivo en general.

#### *2.2.4.5. Levantamiento de Información y diseño de muestra.*

La evaluación de resultados contempló el levantamiento de una muestra de 84 proyectos de un universo de 779 proyectos de I+I+D y Fortalecimiento Institucional.

La muestra de proyectos para el análisis de evaluación de resultados es de tipo probabilístico y estratificada. La característica probabilística es en el sentido que cada uno de los elementos del universo tienen una probabilidad de ser seleccionada en la muestra, y es de tipo estratificada porque la muestra final debe cumplir con las condiciones de representatividad presentados en la tabla 9.

La muestra se seleccionó de tal manera que tenga un error que no supere el 10%, con un nivel de confiabilidad del 95% para los intervalos de confianza de los resultados que se presenten.

El tamaño de la muestra se calcula mediante la expresión:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2(p(1-p)N)}{Z_{\alpha}^2(p(1-p)) + (N-1)\epsilon^2}$$

Donde:

$Z_{\alpha}^2$  = El valor Z para un nivel de confianza( $\alpha$ )

$p$  = Verdadera proporción de población

$\epsilon$  = Margen de error deseado

$N$  = Tamaño del universo

A partir de la información anterior se presentan los resultados de diferentes iteraciones realizadas para diferentes poblaciones.

Cuadro 9

TAMAÑO MÍNIMO DE LA MUESTRA PARA PEQUEÑAS POBLACIONES SELECCIONADAS						
Tamaño de la población (N)	Tamaño de muestra					
	Nivel de confianza del 95%			Nivel de confianza del 99%		
	±3%	±5%	±10%	±3%	±5%	±10%
500	250*	218	81	250*	250*	125
1,000	500*	278	88	500	399	143
1,500	624	306	91	750*	460	150
2,000	696	323	92	959	498	154
3,000	788	341	94	1,142	544	158
5,000	880	357	95	1,347	586	

Nota: La elección de ±3%, ±5% y ±10% como intervalos de confianza está basada en la tendencia de los investigadores de usar estos intervalos o un rango similar en el diseño de sus encuestas.  
\*Tamaños de población para los cuales el supuesto de normalidad no aplica. En estos casos el tamaño de muestra apropiado es 50% el tamaño de la población.

Fuente: *Designing & Conducting Survey Research. A comprehensive Guide.* Loius M. Rea; Richard A. Parker. 2005.

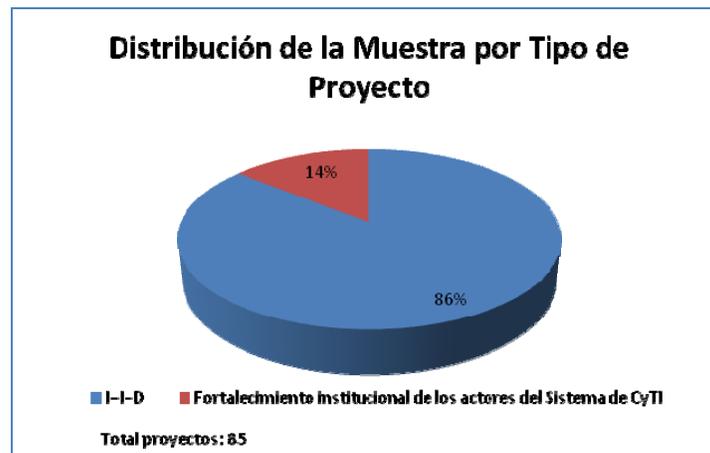
Aplicando entonces la formula anterior y se obtuvo una muestra de 84 proyectos estatificados, conforme se menciona anteriormente.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Distribución de la muestra y características generales de los proyectos

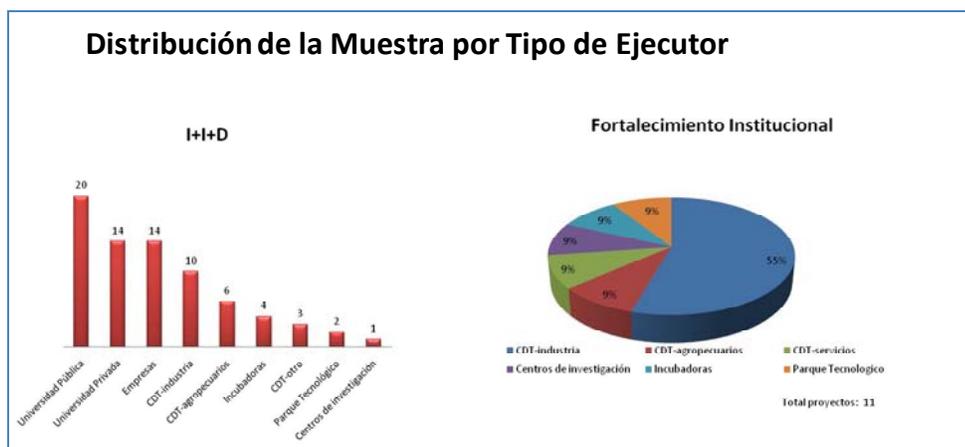
La muestra recogida corresponde a 85 proyectos distribuidos en dos tipos: investigación, innovación y desarrollo y Fortalecimiento institucional. El desarrollo de la encuesta corrobora la dificultad existente para separar los conceptos de investigación e innovación y desarrollo tecnológico. De tal manera que el análisis realizado presenta una sola categoría para los proyectos asociados a temas de investigación e innovación acorde con lo presentado en el capítulo 1 (ver gráfico 22).

Gráfico 22



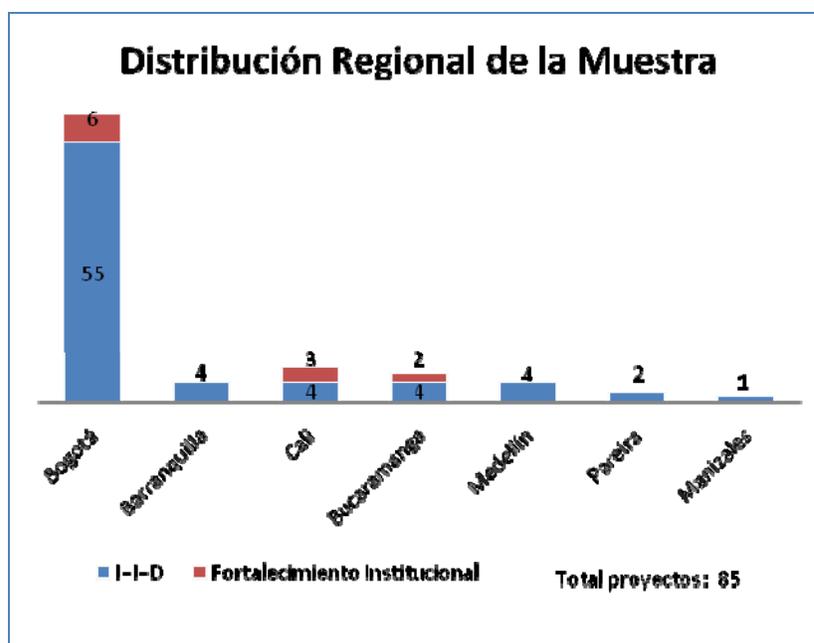
En relación con los tipos de ejecutor, el gráfico 23 presenta la distribución por tipo de ejecutor, incluyendo las categorías que allí se presentan. Del total de proyectos dirigidos a I+I+D, 34 fueron ejecutados por Universidades, 23 por centros de desarrollo tecnológico de diferentes áreas, 2 por parques tecnológicos y 1 por un centro de investigación. La mayor parte de los proyectos de fortalecimiento institucional se dirigieron a los centros de desarrollo tecnológico (10/11), uno de ellos lo ejecutó el parque tecnológico de Antioquia.

Gráfico 23



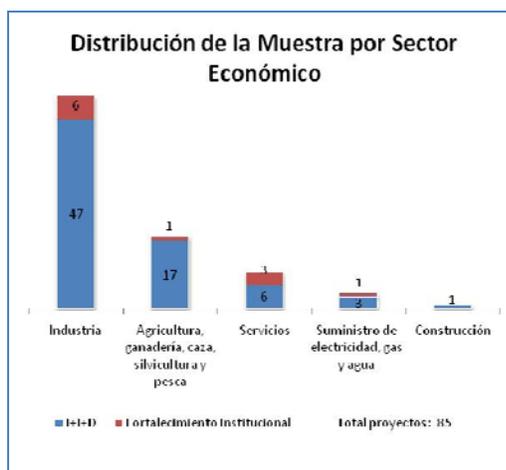
Desde el punto de vista regional, la muestra se realizó en Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga, Barranquilla, Pereira y Manizales de acuerdo con la distribución que presenta el gráfico 24.

Gráfico 24



La distribución por sector económico se presenta en el gráfico 25.

Gráfico 25



Los 84 proyectos de la muestra presentan un valor promedio de ciento noventa y seis millones (\$196.699.151) a precios constantes del año 2008. El tiempo promedio de ejecución es de 2 años (25 meses) contados a partir del desembolso de los recursos<sup>40</sup>.

Cuadro 10  
Tiempo y valor promedio de los proyectos

	VALOR DEL PROYECTOS	TIEMPO DE EJECUCIÓN
	(Miles de Pesos)	(Meses)
Empresas	\$ 95.997	22
Universidades	\$ 158.117	30
Centros de Desarrollo Tecnológico	\$ 287.622	20
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 196.699</b>	<b>25</b>

### 3.2. Incorporación de la Innovación y el Desarrollo Tecnológico en el sector productivo

<sup>40</sup> Los anexos 2 y 3 presentan una descripción detallada de los proyectos.

La incorporación de innovación y desarrollo tecnológico en el sector productivo supone que se ha logrado crear conocimiento y que este conocimiento se ha transformado en valor. Estos dos elementos son constitutivos de la cadena de valor propuesta en el diagrama 1 para el análisis del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA.

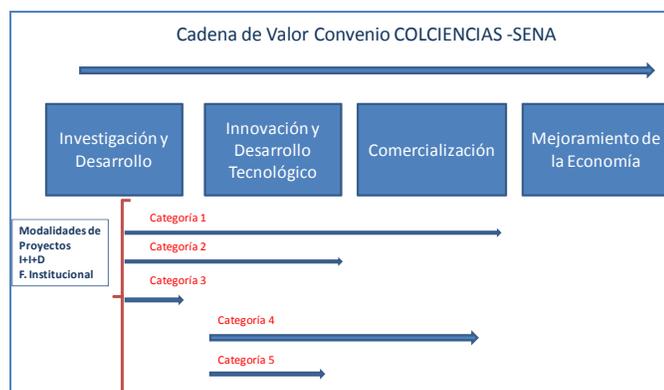
El primer análisis dirigido a estimar la incorporación de innovación y desarrollo tecnológico en el sector productivo, consiste en determinar el grado en que estos recorren la cadena de valor del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA, tal como gráficamente se presenta en el diagrama 4 por las flechas azules.

El análisis del universo de proyectos y luego la mirada en detalle de los 84 proyectos de la muestra mostró la dificultad para separar las actividades de Investigación, Innovación y desarrollo tecnológico y comercialización de los proyectos ejecutados por el CONVENIO COLCIENCIAS –SENA.

Esto se debe fundamentalmente a que no se estudia y analiza suficientemente este aspecto al momento de presentación de los proyectos. La mayor parte de los encuestados tienden a presentar los resultados finales de la investigación (final de la cadena) y a mencionar los posibles beneficios existentes de cada uno de ellos luego de haber recorrido etapas que no están contempladas como parte de los proyectos sino posteriores a este.

Si bien es claro que existe un horizonte de mayor alcance en los proyectos, cada uno de ellos tiene metas concretas que son definibles antes del inicio de la ejecución. La idea con este ejercicio es determinar el alcance real que están teniendo los proyectos del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA y el lugar en que se sitúa la muestra en el desarrollo de actividades asociadas con la cadena de valor.

**Diagrama 4**



Para este ejercicio se plantean cinco categorías:

Categoría 1: La cual se representa por la primera línea del diagrama e incluye a proyectos de la muestra que incluyen una etapa de investigación, una de innovación y desarrollo tecnológico y una de comercialización del producto o proceso productivo.

Categoría 2: La cual se representa por la segunda línea del diagrama e incluye a proyectos de la muestra que incluyen una etapa de investigación, una de innovación y desarrollo tecnológico.

Categoría 3: La cual se representa por la tercera línea del diagrama e incluye a proyectos de la muestra que incluyen únicamente un proceso de investigación.

Categoría 4: La cual se representa por la cuarta línea del diagrama e incluye a proyectos de la muestra que incluyen una etapa de una de innovación y desarrollo tecnológico y una de comercialización del producto o proceso productivo.

Categoría 5: La cual se representa por la quinta línea del diagrama e incluye a proyectos de la muestra que incluyen únicamente una etapa de innovación y desarrollo tecnológico.

El cuadro 10 presenta los resultados para la muestra de proyectos.

Cuadro 10  
Clasificación de Proyectos según la Cadena de Valor  
del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA

	# de Proyectos
<b>Categoría 1</b>	<b>12</b>
<b>Categoría 2</b>	<b>13</b>
<b>Categoría 3</b>	<b>16</b>
<b>Categoría 4</b>	<b>19</b>
<b>Categoría 5</b>	<b>6</b>
<b>No Aplica</b>	<b>13</b>
<b>Proyectos no terminados</b>	<b>3</b>

El cuadro 10 indica como los proyectos se distribuyen a lo largo de la cadena de valor encontrando un grupo importante de proyectos que no incluyen un proceso de comercialización de productos. Esta información conduce a pensar que los beneficios de

los proyectos solo son posibles si se realizan actividades o proyectos complementarios que finalicen esta cadena.

Se debe notar que no se incluye una categoría que recorra toda la cadena incluido el efecto sobre la economía debido a que no se encontraron proyectos con estas características.

Si bien algunos proyectos afectan de forma importante a las empresas en términos de ingresos, ventas y empleos, su efecto es muy pequeño frente al sector al que pertenecen y aún más a la economía en general. El proceso de asignación que utiliza el CONVENIO COLCIENCIAS –SENA desde el 2003 contempla una asignación de recursos por “proyecto” tal como se menciona en la sección 1.1.2 este modelo genera una oferta de proyectos guiada en todas las áreas de conocimiento y en todos los sectores por el atractivo que tenga para el ejecutor de cada proyecto. De esta forma la conformación del portafolio de proyectos no tiene un direccionamiento por sector, área de conocimiento o problema específico.

La conformación de un portafolio de proyectos independientes hace que no sea posible medir resultados a nivel de sector, área de conocimiento o problema específico puesto que no existe un planeamiento a este nivel. Los proyectos entran al portafolio sin una clasificación particular de sector, región, área de conocimiento en el que se desarrollan y esto dificulta juntar o sumar proyectos para determinar un cambio agregado.

El segundo ejercicio consiste en la estimación de los indicadores propuestos para la muestra de 84 proyectos. Los cuadros 11 y 12 presentan el resultado del análisis de los indicadores duros en los proyectos de la muestra<sup>41</sup>.

En general los resultados observados del cuadro 11 indican una cantidad importante de productos nuevos o mejorados en el sector productivo de la economía (51), seguido por mejoramiento de procesos (33) y servicios (8) en conjunto se obtienen 92 nuevos productos, servicios y procesos. Se realizan publicaciones en el equivalente a la mitad de proyectos y se realizan muy pocas patentes (16) para el total de proyectos.

El cuadro 12 presenta los proyectos en los cuales no se registran resultados en los indicadores propuestos. La última fila del cuadro indica que cerca del 20% de los proyectos (16 proyectos) de la muestra no presentan resultados en los cinco indicadores propuestos. Estos proyectos corresponden en su gran mayoría a proyectos de fortalecimiento institucional que si bien invierten una cantidad importante de recursos sus objetivos se centran en la financiación de acciones, actividades y equipos dirigidos al fortalecimiento de los centros de desarrollo tecnológicos y por lo tanto no tienen objetivos específicos en la generación de resultados de innovación y desarrollo tecnológico.

---

41 Se utiliza la clasificación realizada en la presentación “Results and impact of R&D investments; Competence, renewal, growth and wellbeing” TEKES, 2010, Finlandia.

Finalmente no se presenta un resultado sobre el indicador de “empleo generado”. Aún cuando la encuesta indaga sobre este indicador, no se obtuvieron resultados consistentes en los proyectos de la muestra.

Cuadro 11  
Resultados Incorporación de Innovación y Desarrollo Tecnológico  
“Indicadores Duros”

	# de Proyectos
Proyectos en desarrollo	3
Proyectos Completos	81
<b>Total Proyectos</b>	<b>84</b>
Nuevos Productos o productos mejorados	<b>51</b>
Nuevos Servicios o servicios mejorados	<b>8</b>
Nuevos procesos o procesos mejorados	<b>35</b>
Publicaciones	<b>38</b>
Patentes o solicitudes de patentes	<b>16</b>

Cuadro 12  
Proyectos sin resultados en los indicadores seleccionados

	# de Proyectos
Proyectos en desarrollo	3
Proyectos Completos	81
<b>Total Proyectos</b>	<b>84</b>
Proyectos sin resultados en Nuevos Productos o productos mejorados Nuevos Servicios o servicios mejorados Nuevos procesos o procesos mejorados	<b>46</b>
Proyectos sin resultados en Publicaciones	<b>43</b>
Proyectos sin resultados en Patentes o solicitudes de patentes	<b>79</b>
Proyectos sin resultado en los 5 indicadores seleccionados	<b>16</b>

Al analizar cada de los indicadores por separado se observa que es importante el número de proyectos que no registran publicaciones (43) el cual supera el número de proyectos realizados por empresas, que de cierta manera no están interesadas en la publicación de sus resultados. Igualmente se presentan 46 proyectos del total (56%) en el que no se registra un nuevo producto, un nuevo proceso o un nuevo servicio. Finalmente, casi ningún proyecto busca el registro de una patente en el mercado (79/81) que puede ser un resultado esperable dadas las restricciones existentes en el país para este tipo de actividades, pero no deja de ser importante.

Los números relativamente altos en proyectos que no presentan resultados en cada uno de los indicadores propuestos indica que algunos proyecto obtienen un rendimiento bastante alto mientras otros no.

### **3.3. Logro de Objetivos y cumplimiento de metas**

El análisis sobre el cumplimiento de objetivos busca determinar a nivel de proyecto el resultado logrado, independientemente del logro de indicadores sobre innovación y desarrollo tecnológico. El resultado logrado por cada proyecto indica el desempeño del proyecto de acuerdo con los objetivos y metas planteadas al inicio del mismo. Si bien, el logro de objetivos y el cumplimiento de metas no es garantía del logro de los objetivos generales del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA en términos de innovación y desarrollo tecnológico, puede ser señal de que en el mediano plazo y por el encadenamiento que se esté presentando entre ejecutores y beneficiarios, se den los resultados esperados.

Para llevar a cabo un análisis sistemático del avance en los proyectos sobre sus propias metas y resultados se utilizó el concepto de cadena de valor en los proyectos (diagrama 2) y se redefinieron los objetivos de cada uno de ellos con base en las entrevistas realizadas a los ejecutores, dirigiendo la atención en los productos y resultados propuestos por los proyectos.

En términos generales todos los proyectos logran los objetivos planteados en mayor o menor medida. Aún cuando en algunos casos es posible precisar más el cumplimiento de metas que en otros, no se presenta un solo proyecto en el que los recursos destinados, las actividades realizadas y el equipo vinculado al mismo no contribuyan al logro de los objetivos propuestos.

Una mayor evidencia en el logro de objetivos y el cumplimiento de metas se asocia a los proyectos ejecutados por empresas o en donde el beneficiario principal es una empresa, que concuerdan con las categorías (1) y (4) del cuadro 10. Se observa en ellos de forma más contundente los cambios generados y los resultados observados en términos de mejoramiento de la calidad de los productos, disminución en los costos, mayor eficiencia etc. Así mismo, los proyectos asociados desarrollos de investigación.

Los proyectos que se concentran en una investigación precompetitiva (categoría 3) o el desarrollo tecnológico de un producto (categoría 5), aún cuando presentan productos menos claros, se pudo verificar el cumplimiento de metas en cuanto a pasos dentro de la investigación, creación de prototipos para el desarrollo de los productos, etc.

Finalmente, la muestra de proyectos incluye 11 proyectos de fortalecimiento institucional cuyo objetivo es mantener o renovar la capacidad de los centros de desarrollo tecnológico tal como se presenta en el Cuadro De los proyectos analizados una parte de ellos están

dirigidos a pagar nómina y a compra de equipos. Solo una proporción menor genera productos concretos como es el caso del proyecto del CIF y el CIGRAF donde los proyectos mejoran una línea particular de acción del Centro y sus productos están siendo utilizados y aplicados.

Cuadro De los proyectos analizados una parte de ellos están dirigidos a pagar nómina y a compra de equipos. Solo una proporción menor genera productos concretos como es el caso del proyecto del CIF y el CIGRAF donde los proyectos mejoran una línea particular de acción del Centro y sus productos están siendo utilizados y aplicados.

**Cuadro 13. Cadena de Valor  
Proyectos de Fortalecimiento Institucional**

NOMBRE	EJECUTOR	OBJETIVO	ACTIVIDADES	PRODUCTOS	RESULTADO	IMPACTOS
Fortalecimiento institucional del Centro	CCTT	Fortalecimiento institucional del Centro			Fortalecimiento institucional por racionamiento/ Se desarrollo las politicas publicas de aplicación.	
Fortalecimiento institucional del centro de investigación y desarrollo tecnológico de la industria electro-electronica CIDEI 2009	Centro de investigación y desarrollo de la industria Electro, electronica e informatica	Fortalecer, desarrollar y consolidar las capacidades tecnológicas y de gestión del CDT CIDEI.	Fortalecimiento de las unidades administrativas, de mercadeo, de servicios tecnológicos y la dirección en general. Mejoramiento en la dotación de laboratorios, y capacitación del personal a cargo de ellos	Planes de desarrollo administrativos, planes de mercadeo planes de servicios tecnológicos mejora del Archivo Mejoramiento del CDT (mejoramiento interno)	Mejoramiento del servicio técnico que presta el CDT	Sobre el centro de desarrollo tecnológico
Fortalecimiento Institucional de CIGRAF	CIGRAF	Fortalecimiento institucional del Centro buscando mejorar los procesos misionales del centro y en particular avanzar sobre la investigación de la administración del color		Nuevos productos: Administración de color Mejoramiento del proceso productivo: Proceso misionales del centro		
Fortalecimiento institucional del CDT	Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas	Continuar desarrollando el Plan de Acción Estratégico	Pago de empleados 60% pago de pasantías Compra de medidor admosférico	Sobre el Centro de Desarrollo tecnológico del Gas	Sobre el Centro de Desarrollo tecnológico del Gas	Sobre el Centro de Desarrollo tecnológico del Gas
Fortalecimiento Institucional para el apoyo del plan estratégico del CIPAV	CIPAV agricultura sostenible					
Fortalecimiento institucional de la Corporación	CIC Corrosion	Fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas de la CIC asegurando la articulación del ciclo: Gestión de la corrosión - gestión del conocimiento - comercialización		Metodología de evaluación en laboratorio de fugas para las empresas del sector. Sonda y test molecular (nuevo producto). Software. Estrategia de mantenimiento en las empresas	Manejo integral de la corrosión en las empresas y mejoramiento de este problema. Se aplico el ciclo propuesto en las empresas, de 5 objetivos se han cumplido tres, algunos productos aún están en laboratorio	Prevención de daño ambiental, disminución de costos y menor dependencia de importaciones en las empresas por efectos del mejor manejo de la corrosión
Estrategia colectiva de gestión tecnológica para la red de parques tecnológicos del Software	Parque tecnologico de software de Cali	Montar la infraestructura tecnológica de comunicaciones para la red de parques tecnologicos del Software		Plataforma tecnológica para la red de parques tecnologicos del Software	Nuevos Procesos: Una articulación de redes a través de la plataforma y transferencia Mejoramiento de procesos: Transferencia práctica	
Fortalecimiento institucional 2008	CEINNOVA	Ampliar las capacidades tecnológicas y de soporte a la innovación, mediante la profundización del conocimiento Ampliación de las infraestructura y equipos, promover y divulgar modelos tecnológicos (mejores prácticas) desarrolladas en otros países	Jornadas de capacitación del Centro, desarrollo de instrumentos y construcción de indicadores del sector calzado. Renovación de equipos y software. Ampliación del laboratorio de pruebas y ensayos	Revista digital, para la divulgación de resultados, Ampliación del Laboratorio, renovación de equipos y software	Mejoramiento del servicio técnico que presta el CDT	Sobre el CDT, y el gremio
Implantación de la Plataforma Tecnológica centro de inteligencia competitiva y negocios primera etapa	Parque tecnologico de antioquia	Generar, transferir tecnologías e información sobre la actividad productiva en el departamento de Antioquia que sean viables, sostenibles, rentables y de impacto social.	i) Diseñar las condiciones de información del Departamento de Antioquia ii) Diseñar modelos para el procesamiento de la información iii) Implementar el desarrollo	Elaboración del Plan Estratégico del PARQUE TECNOLÓGICO	Mejoramiento del Parque al poner en marcha este plan estratégico	Sobre el Parque Tecnológico
Plan de fortalecimiento institucional del Centro de investigación y educación popular 2008	Centro de investigación y educación popular	Avanzar en calidad y sistematización de información -centro de calidad, Sostenibilidad institucional	Creación de sistemas de gestión de calidad, fortalecimiento de las líneas de acción del centro			sobre el centro de investigación

### 3.4. Desempeño de los Ejecutores

En la presente sección se presentan los resultados del tercer ejercicio de evaluación que se realizó en el marco de este estudio. Como se planteó en el capítulo metodológico este ejercicio consiste en analizar cinco aspectos que influyen en el buen desempeño de las universidades, CDT y empresas (ejecutores de los proyectos Sena-Colciencias) como actores del SNCTI, lo que a su vez incide en el fortalecimiento del SNCTI.

Estos aspectos son la orientación hacia el sector productivo, la planeación de mediano plazo y la gestión de proyectos, los recursos disponibles, la articulación entre los actores del sistema y la difusión científica y tecnológica.

La forma como se abordan estos temas consiste en describir la situación actual de las entidades en estos cinco aspectos. Luego examinar si fueron temas que se tuvieron en cuenta en la ejecución de los proyectos Sena-Colciencias, y si una vez terminados estos proyectos las entidades emprendieron otras acciones para fortalecer cada uno de estos aspectos.

Este análisis se realiza para cada tipo de ejecutor de los proyectos Sena-Colciencias seleccionados en la muestra: universidades (37), CDT<sup>42</sup> (32) y empresas (16). En términos del análisis, cabe mencionar que no se está valorando el desempeño global de las universidades; la unidad de observación son los grupos o centros de investigación que llevaron a cabo los proyectos Sena-Colciencias dentro de las universidades.

#### - **Orientación hacia el sector productivo**

Para contribuir a la transformación hacia un modelo productivo sustentado en la ciencia, la tecnología y la innovación, las entidades ejecutoras de este tipo de proyectos deben tener una clara orientación hacia el sector productivo.

En general, las universidades y CDT señalan como una de sus principales actividades la innovación o el desarrollo tecnológico (86.4% de las universidades y el 82.7% de los CDT). La innovación y el desarrollo tecnológico se complementan con otras actividades relacionadas con servicios científicos y tecnológicos, la investigación aplicada y la formación y capacitación.

También se observa que el sector productivo (empresas, gremios o asociaciones) son el principal usuario de las actividades de las universidades (86.1%) y CDT (90.0%)<sup>43</sup>. Sin embargo, esta alta orientación hacia al sector productivo se modera un poco al considerar si las universidades y CDT tienen en su portafolio de productos y servicios la formulación de proyectos a empresas. El 46.4% de las universidades formulan este tipo de proyectos, aumentando para el caso de los CDT (65.6%).

En las entrevistas varios CDT, entre ellos el Metalmecánico y el de Corrosión, evidenciaron estar trabajando hacia la configuración de portafolios completos dirigidos al sector

---

<sup>42</sup> Por CDT nos referimos a los propios Centros de Desarrollo Tecnológicos, pero también a Parques Tecnológicos, Incubadoras, Centros de Productividad y Centros de Investigación Agropecuaria (CENIs).

<sup>43</sup> Un 43.3% también identifica al sector académico como usuarios de sus productos y servicios, y el 8% a otros CDT.

productivo, que incluyan el conocimiento acumulado a partir de proyectos realizados a empresas puntuales (algunos de ellos financiados con recursos Sena-Colciencias).

#### - **Planeación de mediano plazo y gestión de proyectos**

La consolidación del SNCTI demanda el fomento de acciones que tengan una visión de mediano y largo plazo que favorezca la acumulación de conocimiento y la generación de valor.

##### *Universidades y CDT*

Tanto Universidades como CDT muestran tener líneas de trabajo. Sin embargo, no todas las organizaciones tienen agendas de mediano plazo en sus líneas de trabajo. En el caso de las Universidades el 67.7% tienen agendas de trabajo de mediano plazo, el 13.5% solo en algunas de ellas y el 18.9% restante manifestaron no tener este tipo de planeación de mediano plazo.

En los CDT se encontró en menor medida estos ejercicios de planeación de mediano plazo. El 46.6% además afirmaron tener una agenda de mediano plazo en todas sus líneas de trabajo, el 10.0% en algunas y el 43.4% reportó no tener este tipo de agendas.

Los resultados también mostraron que los proyectos de Colciencias hacen parte de alguna de las líneas de trabajo, y que alrededor de éstas existe un portafolio de proyectos. Entre el 71% y 78% de las Universidades y CDT manifestaron que hay acciones o iniciativas concretas en las organizaciones que anteceden el proyecto Sena-Colciencias. También llevaron a cabo otras acciones o actividades relacionadas durante la ejecución del proyecto (entre el 73% y 85%). Por último, al finalizar los proyectos Sena-Colciencias, entre el 83% y 90% de las universidades y CDT emprendieron otros proyectos relacionados.

En las entrevistas tanto con las Universidades y los CDT plantearon escenarios para continuar avanzando y consolidado los resultados de los proyectos, identificando actividades científicas, tecnológicas y de innovación en un horizonte de cinco o diez años con aplicaciones concretas al sector productivo.

Dentro de este portafolio de proyectos Colciencias aparece como la entidad de mayor fomento a la ciencia, la tecnología y la innovación. El 97% de los CDT reportaron haber realizado más de un proyecto con Colciencias, en el caso de las Universidades el porcentaje es de 91.8%.

##### *Empresas*

Con respecto a las empresas que gestionaron sus propios proyectos, en todas ellas la ejecución del proyecto Sena-Colciencias es una actividad única y que finaliza con el

producto entregado. Los proyectos responden más a oportunidades de mercado puntuales, que han un proceso de planeación de largo plazo. Aun cuando se constata un cambio importante en la actitud frente al cambio tecnológico.

#### - **Disponibilidad de recursos**

Los recursos humanos, financieros y tecnológicos son el insumo para que estas entidades puedan adelantar actividades en innovación y desarrollo tecnológico, y así poder construir una agenda de trabajo con visión de largo plazo.

##### *Universidades - CDT*

Para los centros o grupos de investigación de las universidades y CDT se indagó sobre el presupuesto y el número de empleados de las organizaciones, a la vez que se preguntó sobre acciones posteriores a los proyectos Sena-Colciencias tendientes al fortalecimiento de los recursos de estas organizaciones.

Los resultados arrojaron que el presupuesto que manejan los CDT es superior a los recursos financieros de los centros o grupo de investigación que han ejecutado proyectos Sena-Colciencias en las universidades. El presupuesto promedio de los CDT es de \$2.926 millones, con una alta dispersión que va desde CDT con \$20 millones hasta unos que cuentan con un presupuesto de \$14 mil millones. En el caso de los centros o grupos de investigación de las universidades el presupuesto asciende a \$1 mil millones en promedio, oscilando en un rango entre \$15 millones y \$5 mil millones.

En cuanto al recurso humano, los centro o grupos de investigación de las universidades y los CDT tienen plantas de personas similares, 21 y 27 empleados en promedio, respectivamente. Aunque también se encontró una alta dispersión (entre 2 y 200 empleados). Sobre la calificación de este recurso, en casi todas las universidades hay al menos un doctorado (en promedio entre 3 y 4 doctorados). Para el caso de los CDT se observó una marcada diferencias, siendo que solo el 31% de estas organizaciones cuentan con personal con doctorado.

En una alta proporción los grupos de investigación de las universidades coinciden en que los proyectos Sena-Colciencias desencadenaron acciones posteriores (al finalizar la ejecución de los proyectos) que mejoraron la infraestructura (72.7%) y la calificación del recurso humano (75.7%). En el caso de los CDT esta valoración es menos positiva, el 54.1% de los CDT reportó que los proyectos Sena-Colciencias desencadenaron acciones posteriores que mejoraron la infraestructura, y 37.5% respondieron que se generó un proceso de cualificación de la mano de obra.

##### *Empresas*

El tema de recursos para la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico se abordó en las empresas a partir de variables como el presupuesto asignado a I+I+D, las inversiones realizadas en los años posteriores a los proyectos, el destino y las fuentes de financiación. También la incidencia de los proyectos Sena-Colciencias para fortalecer la infraestructura de las empresas y la calificación del recurso humano.

El 43.7% de las empresas invierten en I+I+D. Esta inversión oscila entre el 0.4% y el 7.0% del presupuesto anual de las empresas. Sin embargo, se encontró que una vez se realiza el proyecto Sena-Colciencias el porcentaje de empresas que invierten en I+I+D al año siguiente aumenta a 88%, volviendo a su nivel inicial después del segundo y tercer año de finalizado el proyecto.

Estas inversiones se financian en su mayoría con recursos propios (81% de las empresas). Y a diferencia de universidades y CDT solo el 25% reportó haber realizado más de un proyecto con Colciencias.

Con estos recursos las empresas invierten principalmente en investigación y desarrollo (23%), formación y capacitación (17%), ingeniería y diseño industrial (11%), software (11%), tecnologías de información (11%). Otras actividades con menor relevancia son la transferencia tecnológica, biotecnología, tecnologías de gestión e infraestructura.

Por último, casi todas las empresas señalan que los proyectos de Sena-Colciencias desencadenan en otro tipo de acciones que fortalecen la infraestructura de las empresas y el 50.0% afirman que a su vez promueven una mayor calificación del recurso humano.

#### - **Articulación**

La participación en el SNCTI implica la construcción de redes de innovación para adecuar el vínculo entre empresas, universidades y otras entidades de apoyo al cambio técnico, orientadas a promover procesos de innovación en el sector productivos.

La articulación de los ejecutores de los proyectos con otras entidades del SNCT se indagó bajo dos perspectivas diferentes. En primer lugar, se exploró sobre las instituciones y actores que de manera general están relacionados con los ejecutores de los proyectos y el papel que dichos actores representan en las actividades desarrolladas por el ejecutor. En segundo lugar, la participación de otras entidades u organizaciones en la ejecución del proyecto que se estudió.

#### *Universidades y CDT*

En general la Universidades y CDT mantienen una alta interacción con entidades que pertenecen al SNCTI, siendo mayor en el caso de los CDT. En primer lugar, el 72.4% de los CDT mantienen alguna relación de colaboración con el sector productivo, mientras que las Universidades llegan al 52.9%.

La mayor interacción de los CDT responde en parte a que es su cliente natural. Por ejemplo, en los sectores del plástico, caña de azúcar, artes gráficas y camarones parecería que se trabaja de la mano con el sector y buscando generar soluciones a los requerimientos específicos. En otros centros sectoriales, el relacionamiento es más lejano y no se logra un vínculo tan claro con el sector o con las empresas, como por ejemplo en transporte y textil, así como centros con especializaciones transversales (biotecnología, eléctrica y electrónica, transporte).

En el caso de la interacción de las universidades con el sector productivo, la relación se establece con empresas o actores específicos que desarrollan actividades sobre aspectos relacionados con el objeto de estudio del grupo y que puede tener alguna aplicación, por ese medio en algunos casos se apalancan recursos para desarrollar proyectos.

En cuanto a la interacción con el sector académico, todos los mantienen cierto acercamiento, mientras que la relación entre universidades es un poco menor (85.2%). Para las universidades esta relación se baja en el contacto con pares que trabajan temas similares, y cuando se requieren conceptos o se tienen preguntas se recurre a ellos. Son en general pares que comparten conocimiento y que apoyan el desarrollo de trabajos.

Al analizar la relación con el sector público, se encontró una diferencia de casi 20 puntos porcentuales entre Universidades (51.3%) y CDT (71.8%). Los vínculos con entidades públicas se concentran en gran medida en relaciones con los Ministerios (43% de las Universidades y 40% de los CDT). Luego, aparecen vínculos con otras entidades que varía entre Universidades y CDT. En el primer caso, sobresale el Banco de la República y Alcaldías y Gobernaciones. Mientras que para los CDT es más frecuente la relación son el Sena.

En general, la alta interacción con los actores del SNCTI se manifiesta también en los proyectos Sena-Colciencias que ejecutan las Universidades y los CDT. En el caso de las universidades, desarrollaron los proyectos con la participación del sector académico (65.2%), sector productivo (56.5%) y el sector público (4.3%).

En la interacción con el sector académico, se encontró en las entrevistas que estos actores son en general otros grupos de investigación de la misma universidad en los cuales se apoya técnicamente el grupo en aspectos específicos que no son de su especialidad y se requieren para el proyecto. Por su parte, en la interacción con el sector productivo se vincularon a los proyectos empresas que le sirven de aliado para lograr información relacionada con la práctica de la actividad o para hacer pruebas en terreno.

En la universidad del Norte, por ejemplo, se destaca un relacionamiento importante entre grupos de investigación para la realización de los proyectos. En el proyecto de Sistema de Telemetría para la Gestión del Servicio de Transporte, ejecutado por el Departamento de Eléctrica y Electrónica, participaron los grupos de investigación de Robótica y Sistemas Inteligentes, el de Telecomunicaciones y Señales así como el de Redes. En el caso de la relación con empresas, por ejemplo, en el proyecto de hortalizas de la Universidad Jorge

Tadeo Lozano, para el proyecto de Evaluación de Estrategias de Manejo Integrado de plagas y generación de un modelo para la implementación en sistemas de producción orgánica de hortalizas, se utilizaron los terrenos de dos asociaciones de productores de hortalizas para probar los resultados del proyecto; en el proyecto de la Universidad Nacional sobre el efecto de las condiciones de la poscosecha sobre la fisiología, bioquímica, conservación y análisis proteómico en frutos de Gulupa se utilizó el terreno de la empresa OCATI, productora de gulupa para hacer pruebas y validar los resultados obtenidos en laboratorio.

En los proyectos de los CDT se vincularon los mismos sectores pero con una mayor participación, en comparación con los ejecutados por universidades: sector académico (70.8%), sector productivo (75%) y sector público (12.5%).

Si bien las Universidades y los CDT mantienen una interacción alta con entidades del SNCTI, solo el 33% y 30% respectivamente señalan que los proyectos de Sena-Colciencias promueven la conformación o consolidación de redes científicas, tecnológicas o de innovación.

En relación con este hallazgo, vale la pena resalta que en general no hay interacción entre los CDT. Cada uno trabaja con su sector pero entre ellos no hay relaciones, ni siquiera para aspectos operativos o administrativos que podrían ser similares. La encuesta arrojó que apenas el 26.6% de los CDT mantiene alguna relación de colaboración con organizaciones similares y solo el 12.5% vinculó a otros CDT en el desarrollo de los proyectos Sena-Colciencias.

### *Empresas*

En las empresas se observó un menor nivel de interacción con otras entidades del SNCTI. El 62.5% respondió que se relaciona con el sector productivo (otras empresas, gremio, asociaciones). El 50% con el sector académico, y un porcentaje similar con el sector público (principalmente Sena y Proexport).

En los proyectos que gestionaron del convenio Sena-Colciencias el relacionamiento es mucho menor. En el 12.5% de estos proyectos participó el sector productivo y en el 25% el sector académico.

En la interacción con el sector académico se encontró, desde una aproximación más cualitativa, que las relaciones que se pueden dar entre universidad y empresa durante el proyecto Sena-Colciencias tienen a no ser duraderas. Por ejemplo, en el caso de la Ladrillera Barranquilla, la empresa se acercó a la Universidad del Norte en busca de un asesoramiento formal para mejorar el proceso de secado de los ladrillos y de esta forma trabajaron conjuntamente en ese propósito. Si bien durante la ejecución del proyecto hubo un contacto permanente y la universidad hizo las pruebas en la empresa, una vez terminó el proyecto la relación tendió a desaparecer.

Esta menor articulación de las empresas con actores del SNCTI obedece en parte a la reserva ante la propiedad industrial de los productos generados y los secretos industriales que se mantienen en este sector.

#### - **Difusión científica y tecnológica**

La difusión de conocimiento es un factor importante en la generación de efectos externos a los proyectos que conducen a beneficios no lineales asociados a la utilización de este conocimiento por otros actores del sistema. De acuerdo al desarrollo conceptual en la materia, la diseminación del conocimiento entre los actores del sistema es “un importante canal para la generación de *spillovers* y la creación y diseminación de beneficios incluso en situaciones en las que un determinado proyecto no logra llevar al mercado una nueva tecnología e innovación”<sup>44</sup>.

Sobre este aspecto un alto porcentaje de organizaciones manifestaron que realizan actividades de difusión científica y tecnológica, 70.2% de las universidades y 65.5% de los CDT. Así mismo, tienen como productos y servicios la transferencia de conocimiento (64-66% de CDT y universidades).

Al explorar el aporte que pueden tener los proyectos Sena-Colciencias en esta difusión se encontró que solo de una tercera parte considera que este tipo de proyectos puede ser clasificado en el área de difusión científica y tecnológica (32.3% de las universidades y 28.1% de los CDT). Sin embargo, el 75% de los CDT y Universidades realizaron acciones adicionales para difundir los resultados de los proyectos Sena-Colciencias, tales como internet, publicaciones, congresos, etc. Asignando de esta forma relevancia a la difusión de los resultados de este tipo de proyectos.

Esta difusión de los resultados de los proyectos fue mucho menor en las empresas que gestionaron proyectos Sena-Colciencias. Apenas el 18.7% realizaron este tipo de actividades. Este comportamiento se relaciona con la reserva y los secretos industriales que buscan las empresas mantener sobre sus innovaciones.

---

<sup>44</sup> Idem (8) página 28.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Caracterización

- Desde el 2003 y 2008 Colciencias ejecutó un total de \$232.454 millones y 1.123 proyectos a través del Convenio COLCIENCIAS-SENA. Estos recursos financian actividades y proyectos promueven y fomentan la investigación aplicada, la innovación, el desarrollo tecnológico, la apropiación pública de la ciencia y la tecnología, y en general, la construcción de capacidades regionales de ciencia, tecnología e innovación.
- La mayoría de estos recursos (91%) se concentran en proyectos de transformación productiva mediante la incorporación de conocimiento (753 proyectos), y a la consolidación de capacidades para la ciencia, la tecnología y la innovación a través del fortalecimiento de centros de excelencia y desarrollo tecnológico, entre otros (160 proyectos). El resto de recursos se destinó a la formación para la investigación y la innovación y a la apropiación de la ciencia, la tecnología y la innovación.
- La principal estrategia para asignar estos recursos con las convocatorias (58.7% de los recursos), seguido de convenios especiales de cooperación (30%), crédito de Bancoldex (6.2%) y contratación directa (5.2%).
- Los ejecutores de estos recursos son principalmente organizaciones de apoyo al cambio tecnológico, entre las que se destacan las universidades (30% de los recursos), los CDT (27%), los Centros de Investigación (7.6%) y entidades dedicadas a la innovación y el emprendimiento (10%). Solo un bajo porcentaje de los recursos los ejecutan directamente las empresas (5.4%). Adicionalmente, existe la figura de administradores de recursos (como el Convenio Andrés Bello), a través de los cuales se destinó el 16% de los recursos. Finalmente, la participación de empresas públicas y las personas naturales en la ejecución es marginal (2% de los recursos).
- Al analizar la distribución sectorial de los recursos del Convenio se observa una alta concentración en el sector de industria (61,8% de los recursos del Convenio destinados a proyectos de I+I+D y Fortalecimiento). Sigue en importancia el sector agropecuario (14,4% de los recursos). En tercer lugar, se ubica el sector de servicios que recibe el 10,7% de los recursos del Convenio. Finalmente, se encuentra el suministro de electricidad, gas y agua (4,3% de los recursos).
- La distribución regional de los recursos del Convenio muestra que en total los recursos llegan a alrededor de 24 departamentos, con una alta concentración en Cundinamarca (54,5% de los recursos) y en Antioquia (17,1%). Otros departamentos importantes son Valle del Cauca y Santander. Cabe mencionar 21

departamentos reciben solo el 9% de los recursos, y hay un 5% de los recursos que se dirige a más de un departamento. Por ciudad, se observa que el Convenio se ejecuta principalmente en las grandes ciudades (capitales de departamento), con una concentración en Bogotá (54,0%), Medellín (14,7%), Cali (7,4%). Llama la atención la baja participación de Barranquilla (1,3%) y que 47 municipios reciban solo el 5,2% de los recursos del Convenio

## 4.2. Evaluación de resultados

En relación con los ejercicios realizados de evaluación de resultados surgen las siguientes conclusiones:

- La evaluación de resultados resalta el excesivo énfasis que se le da al “Proyecto” como unidad de inversión de los recursos. Se hace evidente del análisis que los proyectos son unidades independientes, no suficientemente concatenadas, demasiado pequeños en recursos y que no buscan un objetivo estratégico superior a los objetivos propios. De esta situación se observa consecuentemente que existen proyectos que no tienen continuidad en el tiempo y en los que se pierden resultados que serían obtenidos con una visión de conjunto más amplia. Una de las recomendaciones que surgen de esto, es la necesidad de establecer objetivos estratégicos superiores que permitan una evaluación en conjunto de los proyectos en sectores, áreas del conocimiento, clusters o regiones estratégicas.

El desarrollo de unas líneas estratégicas debe partir de los análisis de prospectiva, los cuales indican los principales objetivos, y requieren conjugarse con un análisis más detallado de los proyectos ya ejecutados. Es necesario crear una base de información que identifique e indique el número de proyectos que se realizan por área o sector estratégico. Esta base de información permitiría identificar los avances en ciertos aspectos y las necesidades hacia delante.

- El excesivo énfasis en proyectos contrasta con la poca frecuencia de proyectos que recorran toda la Cadena de Valor definida para el CONVENIO COLCIENCIAS – SENA. La coexistencia de proyectos que desarrollan actividades que no llegan por si mismos a obtener creación de valor dificultan el seguimiento y la evaluación sobre el resultado de ellos. Aún cuando este es un comportamiento esperado se podría buscar proyectos de mayor tamaño que conduzcan a nuevos procesos, productos o servicios.
- Del resultado de los indicadores de incorporación de la innovación y desarrollo tecnológico se resalta un resultado relativamente positivo en cuanto al análisis del conjunto de los proyectos salvo en relación a la solicitud o trámite de patentes. En los 81 proyectos se registran 94 nuevos o mejorados productos, servicios o procesos. El resultado en publicaciones es menor (38 publicaciones) probablemente asociado a que los proyectos en empresas buscan explícitamente evitar la publicación de sus resultados para mantener en secreto sus resultados.

- Lo anterior contrasta con un resultado relativamente bajo en algunos proyectos. Se indica como 16 de los 84 proyectos no obtienen resultados en los indicadores propuestos y 46 no llegan a obtener nuevos productos, procesos o servicios. Igualmente 43 proyectos no realizan publicaciones de sus productos. Este resultado permite pensar en un margen de optimización sobre estos proyectos que conllevaría a mejores resultados del CONVENIO COLCIENCIAS –SENA.
- En relación con el análisis de los objetivos de cada uno de los proyectos, se puede afirmar que en términos generales, todos los proyectos cumplen con los objetivos planteados en mayor o menor medida. Aún cuando en algunos casos es posible precisar más el cumplimiento de estos objetivos no se presenta un solo proyecto en el que los recursos destinados, las actividades realizadas y el equipo vinculado al mismo no contribuyan al cumplimiento de los objetivos propuestos.
- En relación con los proyectos de fortalecimiento institucional es evidente una diferencia significativa frente a los proyectos de I+I+D. Considerando que el objetivo de estos proyectos es el fortalecimiento institucional de los centros de desarrollo tecnológico, se presentan casos en los que los recursos se dirigen al funcionamiento de estas entidades.
- En cuanto al desempeño de los actores del sistema: Universidades, Centros de Desarrollo Tecnológico y Empresas, se observa como las universidades y los CDT tienen una alta orientación al sector productivo, dirigiendo sus actividades y servicios hacia empresas, gremios o asociaciones. Pero los resultados muestran que no en todos los casos esta orientación se concreta en la formulación de proyectos conjunto con las empresas.
- Si bien las universidades y CDT organizan su trabajo a partir de líneas de investigación, no siempre éstas cuentan con una visión y planeación de mediano plazo. Los proyectos del CONVENIO COLCIENCIAS -SENA hacen parte de estas agendas y se encontró que existe cierta continuidad y sinergia con otras acciones relacionadas que emprenden los ejecutores antes, durante y después de los proyectos Sena-Colciencias. En el caso de la empresas la planeación es más puntual referida al proyecto mismo y no a una agenda de I+I+D, aunque hay diferencias entre empresas grandes que cuentan con oficinas de I&D, y pequeñas en las que el proyecto Sena-Colciencias ha sido el primer acercamiento al tema de innovación.
- Los proyectos del CONVENIO COLCIENCIAS -SENA se convierten en dinamizadores de otras acciones que realizan las entidades ejecutoras después de finalizada su ejecución, que tienen a fortalecer la infraestructura y la calificación del recurso humano.
- La interacción de las universidades y CDT con otros actores del SNCTI (sector académico, productivo y público) es amplia, lo cual se refleja en la participación de múltiples actores en el desarrollo de los proyectos Sena-Colciencias. Sin embargo, parece que estos proyectos no son desencadenantes de acciones que permitan conformar o consolidar redes entorno a los temas de I+I+D. De hecho, la

interacción entre CDT es muy baja en general y puntualmente en los proyectos Sena-Colciencias.

- La articulación de las empresas con otros actores del SNCTI es menor (en general y en el proyecto Sena-Colciencias).
- La difusión científica y tecnológica es un interés de universidades y CDT, lo que se traduce en esfuerzos adicionales por difundir los resultados de los proyectos Sena-Colciencias. No ocurre así en las empresas que prefieren mantener el secreto industrial.

### **4.3. Seguimiento y Evaluación de los proyectos en COLCIENCIAS**

Como parte del desarrollo de la primera parte del trabajo realizado de recuperación de información fue posible identificar algunos vacíos en el proceso de seguimiento a los proyectos que se sugieren mejorar.

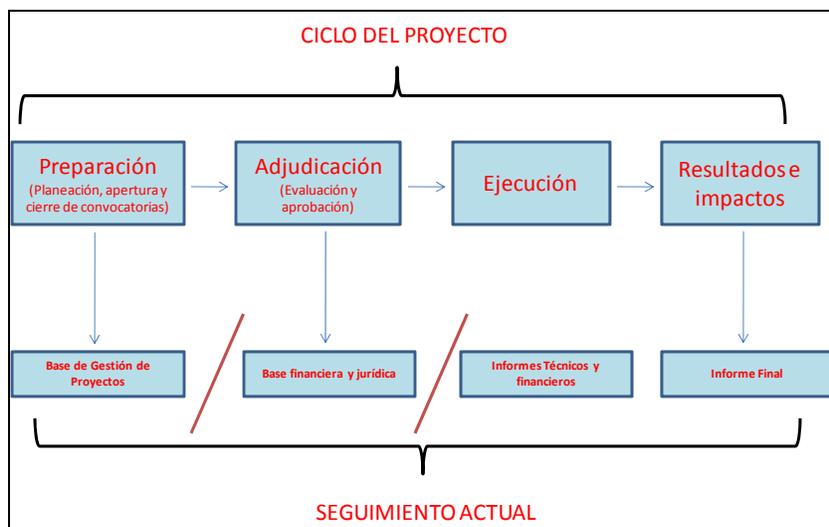
Estos vacíos están relacionados en primer lugar con la desactualización de la información del Sistema Integral de Gestión de proyectos. Actualmente los proyectos registrados en la etapa de presentación, permanecen como ingresaron y no se lleva a cabo ningún ajuste una vez aprobado el presupuesto para ellos. Esto conduce a que las bases de datos de contratos y de recursos presupuestales no están vinculadas al Sistema de Gestión de Proyectos. Lo anterior se constituye en una segunda limitación del manejo de proyectos.

La vinculación de la información técnica con la información contractual y financiera es necesaria para tener un panorama completo y detallado del proyecto al inicio así como establecer las variables clave para la línea de base de los mismos. Finalmente se identifica que los informes de avance que realizan los ejecutores no se sistematizan e incorporada a los sistemas de información de la entidad.

Esto se constituye en el tercer problema identificado para el seguimiento a los proyectos y para la toma de decisiones posteriores de la entidad en la medida que no es posible identificar los avances y resultados de los proyectos a través de los sistemas de información, lo cual implica que esa información no pueda ser utilizada de manera sistemática por los funcionarios de la entidad y que no sea posible tener una visión agregada de los proyectos.

Lo anterior conduce a un ciclo de proyecto en el que la información no es completa como se presenta en el diagrama 5.

**Diagrama 5. Ciclo del Proyecto – Convocatorias COLCIENCIAS**



Las propuestas de ajuste parten de estas tres consideraciones y busca fortalecer el sistema de seguimiento a los proyectos de Colciencias, con lo cual se podría contar con información permanente de los avances de los proyectos así como información útil para la toma de decisiones sobre la financiación de proyectos.

- Generar un proceso que permita actualizar la información de los proyectos en 2 momentos del tiempo: i) al inicio de los proyectos cuando se lleva a cabo la adjudicación y se comunica al proponente la aprobación y el monto de recursos asignado y ii) a la entrega de los informes técnicos y financieros finales.

Una vez se adjudican los recursos financieros a los proyectos, se ajustan sus contenidos y se firma el contrato entre Colciencias y la entidad ejecutora. Si bien los ajustes se reflejan en el contrato, éstos no se incorporan en el Sistema Integral de Gestión de Proyectos en donde, como ya se señaló, se cuenta con toda la información relevante del proyecto de manera sistematizada. Por lo anterior, se considera necesario que una vez ajustados los proyectos, se solicite a la entidad ejecutora la actualización de la información en el sistema, de tal forma que éste contenga el proyecto que efectivamente se va a ejecutar. De la misma forma, si bien la entidad ejecutora presenta informes finales sobre los resultados técnicos y financieros de los proyectos, esta información no se incluye en los sistemas de información. Por lo anterior, y con el propósito de hacer seguimiento a los

resultados de los proyectos de manera sistemática, se debe solicitar a las entidades ejecutores registrar los datos más relevantes de los resultados del proyecto en el sistema de gestión integral de proyectos.

- Introducir una ficha de resumen de los proyectos que contenga las variables fundamentales para elaborar la línea de base, la cual permita hacer el seguimiento en tres momentos del tiempo: i) presentación de la propuesta; ii) aprobación y asignación de recursos; y iii) finalización de la ejecución.

Se propone crear una ficha que contenga la información más relevante de los proyectos, especialmente lo relacionado con insumos, productos, resultados, impactos, tiempos y recursos financieros que permita establecer cómo se planteó inicialmente el proyecto. Igualmente esta ficha deberá contener información sobre indicadores de creación de conocimiento y valor de acuerdo a lo expuesto en los capítulos 2 y 3.

Esta ficha, la cual estará incorporada en el Sistema Integral de Gestión de Proyectos será diligenciada por la entidad ejecutora en los tres momentos mencionados. De esta forma, será posible establecer los productos y resultados y tener información como las actividades desarrolladas; los productos obtenidos; la aplicación de esos productos y los resultados obtenidos por todos los beneficiarios.

- Crear una llave que permita conectar el Sistema Integral de Gestión de proyectos con las bases de datos de contratos y de recursos financieros.

El Sistema de Gestión Integral de Proyectos contaría con la información técnica de los proyectos en tres momentos del tiempo. Sin embargo, se requeriría de un mecanismo que permitiera vincular esa información con la contenida en las bases de datos contractual y la presupuestal. De esta forma, el Sistema de Gestión Integral de Proyectos tendría la información técnica y financiera de cada uno de los proyectos ejecutados en la propuesta, la aprobación y adjudicación de recursos y el cierre. Lo anterior permitiría contar con un sistema integrado de proyectos el cual se convertiría en la herramienta para la toma de decisiones para el direccionamiento estratégico de la entidad.

- Construir un archivo de proyectos que incluya la siguiente información para cada uno de los proyectos de Colciencias:

Ficha Resumen de Proyecto en los tres momentos: presentación de la propuesta; aprobación y asignación de recursos y finalización de la ejecución.

Información contractual

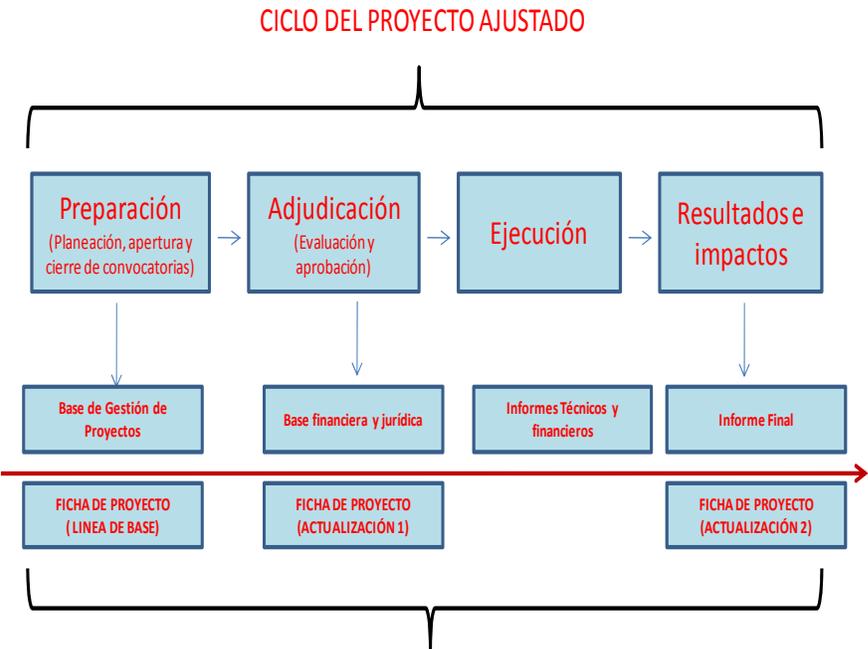
Información financiera

Información de los resultados finales del proyecto en lo técnico y financiero.

La información antes relacionada se tendría para cada uno de los proyectos y sería posible clasificarla por diferentes variables. En particular, sería fundamental poder agregarla y analizarla de acuerdo con los sectores a los cuales se dirigen los recursos, es decir a los programas de Colciencias que efectivamente se benefician con los resultados de los proyectos. De esta forma, para la entidad sería posible hacer análisis sobre el

direccionamiento estratégico de los recursos de acuerdo con las prioridades de desarrollo nacional. En el diagrama 6 se presenta la propuesta de ajuste del ciclo de proyectos.

**Diagrama 6. Ciclo Ajustado Propuesto**



**5. BIBLIOGRAFÍA**

Arnold Eric and Balázs Katalin (1998), *Methods in The Evaluation of Publicly Funded Basic Research*, a review for OCDE (1998) Technopolis, [www.technopolis.co.uk/reports](http://www.technopolis.co.uk/reports)

Colciencias 2008, Informe CONVENIO COLCIENCIAS –SENA 2003-2007

Colciencias. Informe de gestión 2008. Bogotá: Colciencias, 2008. p 14.

Colciencias. Reglamento de Operaciones para la financiación de programas estratégicos y proyectos de investigación y desarrollo e innovación en la modalidad de cofinanciación.

Colciencias. Convocatoria general para estudios de doctorados en el exterior 2010.

Colciencias. Convocatoria general para el Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores. 2010.

Colciencias. Convocatoria para conformar un banco de proyectos elegibles para apoyar misiones tecnológicas. 2010.

Departamento Nacional de Planeación, Conpes 3678 de 2010

Hemer Joachim, Baier Elisabeth (2009), "Análisis nacional e internacional de evaluaciones de Sistemas Nacionales de Innovación", FRAUNHOFER ISI

Medina, Javier y Ortigón, Edgar. Manual de Prospectiva. Santiago de Chile: Cepal, 2xxx.

Universidad Nacional, Technos, Universidad del Norte (2009), Evaluación de Impactos y Resultados de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación Financiados por COLCIENCIAS en el periodo comprendido entre 1999-2005

Results and impact of R&D investments; Competence, renewal, growth and wellbeing" TEKES, 2010, Finlandia.

Ruegg Rosaline (2006) Bridging from Project Case Study to Portfolio Analysis in a Public R&D Program. A Framework for Evaluation and Introduction to a Composite Performance Rating System. National Institute of Standards and Technology- NIST.

Servicio Nacional de Aprendizaje. Otrosí: Modificación No. 04 al convenio interadministrativo de cooperación técnica No.055 del 05 de agosto de 2005, celebrado entre el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas -"Colciencias"- y el Servicio Nacional de Aprendizaje -"Sena"-. Bogotá: Sena, 2008. p 1.

Vullings W., Ingeborg M., and Moster B.(2008), Strategic Research Planning: increase the impact of public research by integrating user-perspective in planning and evaluation (2008), Paper for the Prime Network´s Europe-Latin America Conference on Science and Innovation, Mexico City, September 24-26 2008.

Technopolis (2001) An international review of methods to measure relative effectiveness of technology policy instruments, Final Report.

WEISS, Carol. Evaluation. New Jersey: Prentice Hall, 1998. p.57-58.