



**COLCIENCIAS**  
Ciencia, Tecnología e Innovación



**TODOS POR UN  
NUEVO PAÍS**  
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

N°  
011997

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





**COLCIENCIAS**  
Ciencia, Tecnología e Innovación



**Título:**  
**Ejercicio de evaluación de la política científica, tecnológica y de  
innovación de Colombia**

**Productividad, innovación y desarrollo tecnológico en Colombia:  
situación actual y políticas de fomento**

**Tipo de evaluación: Institucional**

**Organización: United Nations Commission on Science And Technology For  
Development (Cstd).**

**Descripción de la evaluación:**

Esta evaluación tiene como objetivo evaluar la política tecnológica y de innovación de Colombia en el período comprendido entre 1990 y 1996, para ello realiza una descripción y análisis del entorno económico de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología y de innovación; del sistema nacional de innovación; formación de recursos humanos y fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica; de los centros de desarrollo tecnológico y de productividad e incubadoras de empresas; de los programas nacionales para la innovación y la competitividad de los sectores productivos; de los programas nacionales para el avance de las nuevas tecnologías; y de los programas de ciencia y tecnología para el desarrollo social y la popularización del conocimiento.

**Año de realización: 1997**

*Palabras claves: Política CTel, Sistema Nacional de CTel, Desarrollo Tecnológico*



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

**TÍTULO EVALUACIÓN**

**EJERCICIO DE EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y DE INNOVACIÓN DE COLOMBIA. PRODUCTIVIDAD, INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN COLOMBIA: SITUACIÓN ACTUAL Y POLÍTICAS DE FOMENTO**

**TIPO DE EVALUACIÓN**

INSTITUCIONAL

**FECHA REALIZACIÓN EVALUACIÓN**

1997

**ESTADO EVALUACIÓN**

ENTREGADA Y  
FINALIZADO

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

SISTEMA NACIONAL DE CTI

**AUTOR(ES)**

UNITED NATIONS COMMISSION ON SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT (CSTD)  
UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNTAD)

**OBJETIVO**

EVALUAR LA POLÍTICA TECNOLÓGICA Y DE INNOVACIÓN DE COLOMBIA EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE 1990 Y 1996

**DESCRIPCIÓN**

LA EVALUACIÓN REALIZA UN ANÁLISIS DEL ENTORNO ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN; LOS PROCESOS DE FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS Y EL FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA; ASÍ COMO EL ROL DE LOS CENTROS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y DE PRODUCTIVIDAD E INCUBADORAS DE EMPRESAS. DESTACA TAMBIÉN LOS PROGRAMAS NACIONALES PARA LA INNOVACIÓN Y LA COMPETITIVIDAD DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS; PROGRAMAS NACIONALES PARA EL AVANCE DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS; Y PROGRAMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO SOCIAL Y LA POPULARIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO.

**METODOLOGÍA**

EL EJERCICIO DE EVALUACIÓN SE REALIZA A TRAVÉS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA EN EL CUAL SE IDENTIFICA LA DINÁMICA DE LOS FACTORES Y VARIABLES DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DEL PERÍODO 1990-1996. POSTERIORMENTE, REALIZA ANÁLISIS CUALITATIVOS DE LA POLÍTICA CON FUENTES PRIMARIAS A PARTIR DE ENTREVISTAS CON ACTORES DEL SISTEMA.

ADICIONALMENTE, SE REALIZARON ESTUDIOS EN EMPRESAS REPRESENTATIVAS DEL SECTOR, DIEZ EN CADA UNA DE LAS CUATRO PRINCIPALES CADENAS DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL.

**MÉTODO UTILIZADO**

CUANTITATIVA-CUALITATIVA

**PRINCIPALES RESULTADOS**

ESTE ESTUDIO A TRAVÉS DE LA REVISIÓN DE LOS DIFERENTES PROGRAMAS NACIONALES, PRESENTAN EL ESTADO PARA EL FUTURO DESARROLLO DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA Y DE INNOVACIÓN EN COLOMBIA, ESPECIALMENTE SE RESALTA EL AMBIENTE DE COOPERACIÓN ENTRE LOS ACTORES.

EN ESTE DOCUMENTO TAMBIÉN SE PRESENTA LA INTRODUCCIÓN DEL ENFOQUE SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN A TRAVÉS DE ENFOQUE INTEGRADO DE LA POLÍTICA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO; PRESENTANDO ASÍ LA PROPUESTA DE MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE FINANCIAMIENTO DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

SE RESALTA LA ESTRATEGIA DE FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS Y EL FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA PARA APOYAR EL SECTOR PRODUCTIVO. DE IGUAL FORMA, SE AHONDA EN EL FORTALECIMIENTO DEL PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LOS INVESTIGADORES, EL PROGRAMA DE RETORNO DE INVESTIGADORES COLOMBIANOS Y EL FORTALECIMIENTO DEL PROGRAMA DE MOVILIDAD DE CIENTÍFICOS

**PRINCIPALES RECOMENDACIONES**

COLOMBIA DEBE PROMOVER EN EL SIGLO XXI, DE MANERA CRECIENTE, EL ESTABLECIMIENTO DE EMPRESAS INTELIGENTES, BASADAS EN EL APRENDIZAJE PERMANENTE Y EL DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS TALES COMO BIOTECNOLOGÍA, MICROELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y NUEVOS MATERIALES. PARA ELLO SE REQUIERE EL FORTALECIMIENTO Y MODERNIZACIÓN DE LA UNIVERSIDAD, DEL SENA Y, EN GENERAL, DE LAS CAPACIDADES ACADÉMICAS Y CIENTÍFICAS.

**UNCSTD-UNCTAD-COLCIENCIAS**

**EJERCICIO DE EVALUACION DE LA POLITICA  
CIENTIFICA, TECNOLOGICA Y DE INNOVACION DE  
COLOMBIA**

**Productividad, Innovación y Desarrollo  
Tecnológico en Colombia: Situación Actual  
y Políticas de Fomento**

**Santafé de Bogotá, D. C., Colombia, Mayo de 1997**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>1. DESARROLLO ECONÓMICO COLOMBIANO.....</b>	<b>5</b>
1.1 LA ECONOMÍA COLOMBIANA: PERSPECTIVA HISTÓRICA Y EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA ECONÓMICA.....	5
1.1.....	5
1.1.1 <i>Tendencias del crecimiento económico colombiano: un caso de crecimiento estable</i> .....	5
1.1.2 <i>Evolución de la estructura sectorial</i> .....	9
1.2 CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD Y ACTIVIDAD INNOVADORA .....	13
1.2.1 <i>Crecimiento y productividad sectorial</i> .....	13
<b>2. POLÍTICAS ECONÓMICA Y DE LA INNOVACIÓN.....</b>	<b>25</b>
2.1 APERTURA Y DESARROLLO PRODUCTIVO PARA LA COMPETITIVIDAD .....	25
2.2 POLÍTICAS QUE AFECTAN LA INNOVACIÓN Y EL CAMBIO TÉCNICO .....	26
2.3 LA ACTIVIDAD INNOVADORA Y LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS.....	28
2.4 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA IMPLÍCITA .....	32
<b>3. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACION DE COLOMBIA .....</b>	<b>43</b>
3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN .....	43
3.2 EVOLUCIÓN DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA EN COLOMBIA .....	46
3.2.1 <i>Fase I : Política tecnológica defensiva, alineada con el proteccionismo (1957-1974)</i> .....	46
3.2.2 <i>Fase II : Política tecnológica para un período de ajuste y transición económica (1974-1989)</i> .....	47
3.2.3 <i>Fase III : Política tecnológica en el inicio de la apertura económica (1990-1994)</i> .....	48
3.2.4 <i>Fase IV : Política de Innovación y Desarrollo Tecnológico para el Siglo XXI (1995 en adelante)</i> .....	49
3.3 EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA .....	49
3.4 EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN.....	53
3.5 LA NUEVA POLÍTICA NACIONAL DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO .....	53
3.5.1 <i>Enfoque Integrado en el Fomento de la Innovación</i> .....	53
3.5.2 <i>Objetivo general de la Política de Innovación y Desarrollo Tecnológico</i> .....	57
3.5.3 <i>Objetivos específicos</i> .....	57
3.5.4 <i>Metas para el período 1994 - 1998</i> .....	57
3.6 MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE FINANCIAMIENTO DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO .....	58
3.6.1 <i>Crecimiento de la Inversión en Ciencia y Tecnología</i> .....	58
3.6.2 <i>Objetivos de la Nueva Estrategia de Financiamiento de la Innovación</i> .....	59
3.6.3 <i>Medidas tomadas para la modernización del Sistema de Financiamiento</i> .....	60
3.6.4 <i>Mecanismo de Planeación y Programación del Presupuesto Nacional en Ciencia y Tecnología</i> .....	61
<b>4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS Y FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA.....</b>	<b>62</b>
4.1 PROGRAMAS DE FORMACIÓN CONDUCENTES A TÍTULO.....	63
4.2 APOYO INSTITUCIONAL A PROGRAMAS NACIONALES DE DOCTORADO.....	64
4.3 PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIAS BÁSICAS .....	64
4.4 CREACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE CENTROS Y GRUPOS DE INVESTIGACIÓN.....	65
4.5 FORTALECIMIENTO DEL PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LOS INVESTIGADORES .....	66
4.6 PROGRAMA DE RETORNO DE INVESTIGADORES COLOMBIANOS .....	66
4.7 FORTALECIMIENTO DEL PROGRAMA DE MOVILIDAD DE CIENTÍFICOS .....	66
4.8 DEMANDA POR RECURSOS HUMANOS DE ALTO NIVEL.....	67
4.9 PROGRAMAS DE FORMACIÓN NO CONDUCENTES A TÍTULO .....	68
4.10 FORMACIÓN DE TÉCNICOS .....	68
4.11 METAS EN LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS.....	69

<b>5. CENTROS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y DE PRODUCTIVIDAD E INCUBADORAS DE EMPRESAS .....</b>	<b>71</b>
5.1 EL NUEVO MODELO DE CENTROS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO .....	71
5.1.1 Antecedentes .....	71
5.1.2 Enfoque de los Centros Tecnológicos Virtuales .....	73
5.2 LOS CENTROS TECNOLÓGICOS : COMPONENTES FUNDAMENTALES PARA LA INTEGRACIÓN DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN .....	74
5.2.1 Centros Sectoriales de Desarrollo Tecnológico en el Sector Industrial .....	74
5.2.2 Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Agropecuario .....	75
5.2.3 Centros de Desarrollo Tecnológico en Minería y Energía .....	75
5.2.4 Centros Tecnológicos en Nuevas Tecnologías .....	76
5.2.5 Centros que Prestan Servicios de Apoyo al Sector Productivo .....	76
5.2.6 Servicios para un Desarrollo Sostenible .....	79
5.2.7 Centros Regionales de Productividad .....	80
5.2.8 Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica .....	80
5.2.9 Centros Tecnológicos de Empresas Privadas .....	81
5.3 PROGRAMAS DE INTEGRACIÓN DE LA RED NACIONAL DE CDT'S .....	82
5.3.1 Programa de Capacitación en Gestión Tecnológica .....	82
5.3.2 Programa de Misiones Empresariales y Asistencia Técnica en Nuevas Tecnologías .....	83
5.3.3 Programa de Mejoramiento de la Calidad de la Gerencia de los CDT's .....	84
5.3.4 Programa de Interconexión a través de INTERNET y Servicios de Información Tecnológica .....	84
5.3.5 Programa de Asesoría en Propiedad Intelectual .....	84
5.3.6 Foro Permanente de Integración de los CDT's .....	85
5.4 ESTRATEGIAS PARA EL FINANCIAMIENTO DE LOS CDT'S .....	86
5.4.1 Presupuesto General de los CDT's .....	86
5.4.2 Criterios Básicos para la Financiación de los CDT's .....	88
5.4.3 Apoyo Financiero en la Fase de Incubación de los Nuevos CDT's .....	88
5.4.4 Apoyo en la Fase de Operación Estable de los Centros Tecnológicos .....	89
<b>6. PROGRAMAS NACIONALES PARA LA INNOVACIÓN Y LA COMPETITIVIDAD DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS .....</b>	<b>90</b>
6.1 PROGRAMA NACIONAL DE GESTIÓN TECNOLÓGICA .....	90
6.2 PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL Y CALIDAD .....	91
6.3 PROGRAMA DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y MINERÍA .....	92
6.4 PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍAS AGROPECUARIAS .....	94
6.5 PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIAS DEL MAR .....	95
6.6 PROGRAMA NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y HÁBITAT .....	96
6.7 FINANCIACIÓN DE LOS PROGRAMAS NACIONALES PARA LA INNOVACIÓN .....	96
<b>7. PROGRAMAS NACIONALES PARA EL AVANCE EN NUEVAS TECNOLOGÍAS .....</b>	<b>98</b>
7.1 PROGRAMA NACIONAL DE ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES E INFORMÁTICA - ETI .....	98
7.2 PROGRAMA NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA .....	99
7.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN .....	100
7.4 NUEVAS TECNOLOGÍAS Y FUTURO DE LA INNOVACIÓN EN COLOMBIA .....	101
7.4.1 Electrónica y Microelectrónica .....	101
7.4.2 Informática .....	102
7.4.3 Nuevos materiales .....	103
7.4.4 Tecnologías de la luz .....	104
7.4.5 Realidad virtual .....	105
7.4.6 Automatización industrial .....	105
7.4.7 Telecomunicaciones .....	105
<b>8. PROGRAMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO SOCIAL Y LA POPULARIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO .....</b>	<b>107</b>
8.1 PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA SALUD .....	107
8.2 PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS .....	108
8.3 PROGRAMA NACIONAL DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS DE LA EDUCACIÓN .....	108

8.4 DIFUSIÓN Y POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.....	109
8.5 PROGRAMA DE ACTIVIDADES CIENTÍFICAS INFANTILES Y JUVENILES .....	109
8.6 MEDIOS DE COMUNICACIÓN .....	110
8.7 PUBLICACIONES.....	110
<b>9. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>112</b>

# 1. DESARROLLO ECONÓMICO COLOMBIANO

## 1.1 La economía colombiana: perspectiva histórica y evolución de la estructura económica

### 1.1.1 Tendencias del crecimiento económico colombiano: un caso de crecimiento estable

#### a) Tendencias del crecimiento

El desarrollo económico colombiano, que se había acelerado durante la primera mitad del presente siglo, se consolidó a partir de la segunda posguerra. La economía creció desde entonces a una tasa anual promedio del 4.8%, al tiempo que el producto per cápita lo hizo en un 2.8%. Este sostenido aunque discreto crecimiento, se presentó junto con un proceso de cambio estructural, de gran intensidad hasta mediados de los setenta, en el que la participación del sector agrícola en el producto decreció frente a la participación de la industria y los servicios, acompañado por un acelerado proceso de urbanización. Durante el período comprendido entre 1945 y 1994, se distinguen dos fases en las que la orientación de la política económica junto con la influencia de los choques externos y los desequilibrios macroeconómicos, determinaron la evolución de la estructura productiva.

Durante la primera de estas fases (1945-1974) se ejecutó una estrategia de Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI), con un carácter más definido que la adelantada al amparo de la protección brindada por la Gran Depresión y las dos Guerras Mundiales. Esta estrategia, sin embargo, se dio en ausencia de una transformación institucional que configurara un cuadro de política económica completo. Antes de su resquebrajamiento a mediados de los setenta, la ISI se acompañó por una política de promoción de exportaciones (a partir de 1967) combinada con algunas reformas cambiarias, buscando superar una profunda crisis de balanza de pagos y la estructural dependencia del ciclo externo, el cual condicionaba la capacidad importadora (y de buena parte de la demanda interna) a los movimientos de precios de los productos básicos. El proceso de desmonte del modelo de ISI-promoción de exportaciones se inició en 1974.

En la segunda fase, llamada aquí de post-ISI (1975-1994)<sup>1</sup>, se emprendieron sucesivos intentos de liberalización de la economía, frustrados por las condiciones externas a la economía, la inestabilidad generada por el ciclo externo y las prioridades coyunturales de la política macroeconómica establecida para enfrentarlos. Así, la fase de post-ISI incluye un extenso período de ajuste y, a partir de 1990, el llamado período de Apertura Económica.

En la primera etapa de ISI, que va de la posguerra hasta 1974, se experimentó la mayor tasa de

---

<sup>1</sup> La fase de post-ISI se divide en tres períodos: uno primero de crisis (1975-83), otro de reconversión (1984-89) y, finalmente, uno de apertura (1990-94).

crecimiento del presente siglo (5.47%) acompañada de un importante crecimiento industrial (6.99%). En la segunda etapa de post-ISI, el crecimiento del PIB desciende a 4.15% y el PIB industrial al 3.65%. El estancamiento del sector manufacturero se mantuvo durante la apertura (1990-1994) con un crecimiento de 3.31% (Gráfico 1.1.).

Como resultado, entre 1945 y 1994, el PIB colombiano se multiplicó 10.3 veces, mientras que la población lo hizo sólo 3.4 veces, debido a una sustancial reducción de la tasa de crecimiento poblacional que pasó del 2.2% a mediados de siglo al 1.8% en la actualidad<sup>2</sup>. Las fluctuaciones al interior de este proceso de crecimiento no han llevado a prolongados o bruscos períodos de caída del producto acompañados de hiperinflación, patrón común en las economías de América Latina. En efecto, la volatilidad del crecimiento del PIB en Colombia ha sido del 1.9% durante el período 1970-1994, inferior a la de los países industrializados de 2.2%, a la de los países del sudeste asiático de 3.4% y muy inferior a la de Latinoamérica de 4.7%.

La necesidad de adelantar programas de estabilización a causa del aumento de los índices inflacionarios es característico de la etapa de post-ISI, como se aprecia en el Gráfico 1.2. En la fase previa, exceptuando tres períodos especiales de crecimiento en los precios, no se experimentó el fenómeno de inflación moderada (la tasa media durante los últimos 25 años es de 21.5%), persistente y de baja volatilidad que caracteriza el crecimiento en los precios al consumidor a partir de la década de los setenta.

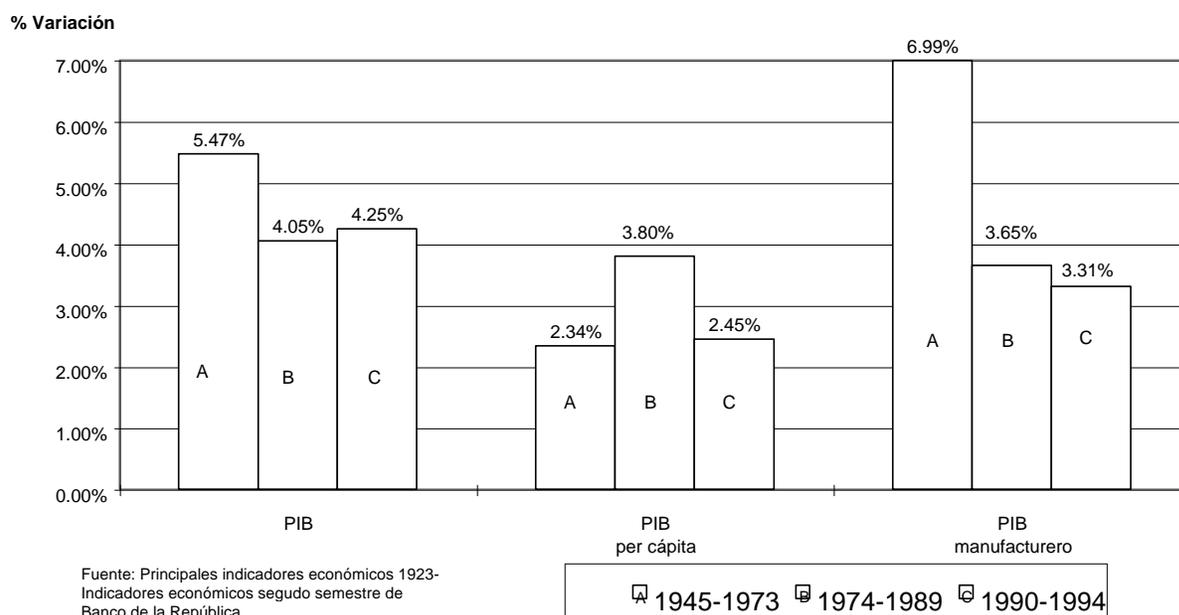
Pese a haber estado expuesta a las variaciones del ciclo externo, la economía colombiana ha reducido sustancialmente su dependencia de las exportaciones cafeteras, que alcanzaban un 85% de las exportaciones totales a fines de los cincuenta y que en 1995 correspondieron a menos del 20% del total (Gráfico 1.3.). El comportamiento de los precios externos del café, ha generado perturbaciones en el desempeño de la economía, contribuyendo al auge importador y generando la necesidad del ajuste después de los períodos de bonanza. En todo caso, las aperturas de la economía colombiana han respondido a las decisiones de política en un contexto de carencia crónica de divisas, excepto por la bonanza cafetera a inicios de los cincuenta y por la singular expansión exportadora de fines de los sesenta. La baja capacidad para importar se refleja en la razón de “importaciones a producto” que permanece notoriamente baja hasta el inicio del programa de liberalización en 1974. Tras la crisis, y durante la apertura, se presenta la euforia importadora en la que la razón “importaciones a producto” se incrementa bruscamente, dada la gran disponibilidad de capitales. A diferencia de anteriores ocasiones, en el período de apertura la economía colombiana ha estado sometida a un constante influjo de capitales que ha permitido financiar un creciente déficit externo con capital de largo plazo, principalmente, de inversión directa en actividades productivas y endeudamiento externo de largo plazo. En el Gráfico 1.4. se aprecia que sólo desde fines de los años sesenta se inició un lento proceso de supresión de la restricción cambiaria, que se aceleró con el ingreso de divisas producto de la bonanza cafetera de mediados de los setenta, para sufrir un nuevo revés durante la crisis de los ochenta. El ajuste y la mini-bonanza cafetera de mediados de los ochenta, permitieron una nueva liberalización de la restricción que, a partir de 1989, se acompañó de un acelerado crecimiento de las reservas, permitiendo la existencia del mayor desequilibrio en la cuenta corriente de la historia reciente del país. Ni aún en las etapas de mayor afluencia de divisas, la economía colombiana encontró una forma de canalización de la liberalización de la restricción cambiaria hacia formas de

---

<sup>2</sup> Tasas de crecimiento intercensal en 1951 y 1993, con fuente en Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas - DANE.

desarrollo productivo. Por el contrario, la presencia de los síntomas de Enfermedad Holandesa (tanto a mediados de los setenta como los que parecen configurarse en la actualidad) determina la asignación de recursos hacia actividades de no transables o del sector terciario, cuyo rápido desarrollo amplía el efecto del ajuste, configurándose una fase recesiva de los transables (industria y agricultura) con el consecuente efecto sobre el empleo urbano.

**Gráfico 1.1.**  
**PIB, PIB per cápita y PIB manufacturero**



El reciente desempeño de la economía de Colombia muestra una tasa media de crecimiento del 4% en los últimos cinco años (hasta 1995), con la inflación descendiendo progresivamente hacia su media histórica del 22% y con un leve crecimiento del desempleo urbano (que llega al 12% en la actualidad evidenciando un alto nivel estructural) después de cinco años de continuas reducciones. También, se presenta una importante dinamización de la inversión directa con el saldo de la deuda externa incrementándose después de casi una década de estancamiento. En el curso del proceso de apertura se presentó una revaluación del peso, seguida de una gran inestabilidad en la tasa de cambio en los últimos dos años. La posición fiscal registra un retorno a un déficit moderado después de varios

años de superávit o equilibrio, debido al bajo crecimiento de los ingresos, el fuerte aumento de los gastos del Gobierno Central en los últimos cuatro años (y a la puesta en marcha de los programas de descentralización fiscal), los bajos precios del café y la mayor inversión en proyectos de infraestructura para la explotación de yacimientos de hidrocarburos.

## **b) La economía colombiana en la perspectiva internacional: un caso de crecimiento estable**

Colombia se caracteriza por ser un país de ingreso medio-alto. El producto interno per cápita en 1996 fue de US\$2,301 para una población 35.7 millones de personas, resultado de una singular estabilidad en el crecimiento. Al considerar la situación latinoamericana para el período 1950-1973, Colombia muestra una tasa de crecimiento promedio del PIB de 5,2% similar a la de la subregión (5,3%)<sup>3</sup>, mientras que países como Brasil y México crecen 6,8% y 6,4% respectivamente. De 1973 a 1994, el PIB colombiano crece a una tasa del 4% promedio anual que, pese a ser menor a la del período anterior, es superior al crecimiento de todos los países latinoamericanos<sup>4</sup>.

Durante 1950-1973, el PIB per cápita colombiano creció al 2,3% levemente inferior al promedio anual de América Latina del 2,5%, pero mayor al del resto de los países latinoamericanos, excepto Brasil (3,8%) y México (3,1%), mientras que Chile presenta el crecimiento más bajo (1,2%) de la región<sup>5</sup>. Durante 1974-1992, el crecimiento del PIB per cápita alcanza un 2%, superado sólo por Chile (2,1%) y muy superior al de la región (0,5%)<sup>6</sup>. Así, frente al rezago que registra el crecimiento del ingreso en Latinoamérica en comparación con el asiático, el caso de Colombia se destaca de nuevo por su carácter sostenido, incluso frente a los demás países de América Latina.

Otro indicador de la estabilidad macroeconómica colombiana es la participación de la inversión en el Producto Interno Bruto, la cual se mantiene prácticamente inalterada desde los sesenta. Durante el período 1960-1970, esta participación alcanza en promedio el 19%, nivel superior al de la región latinoamericana (de 17,8%), pero inferior a la de países como Venezuela (del 26%) y Brasil (del 25%). En el período 1970-1982, se incrementa al 20,6% en Latinoamérica, en Colombia permanece estable mientras se incrementa en países como Brasil y Venezuela, alcanzando 34% y

---

<sup>3</sup> Durante esta fase, Europa Oriental y África aumentaron su producto a tasas anuales medias de 4,7% y 4,4% respectivamente mientras que Asia y Europa del Sur lograron crecimientos superiores al 6,3% anual. Países asiáticos como Corea y Taiwán presentan tasas de crecimiento del 7,6% y 9,3%. En esta sección se utilizan datos del Banco Mundial, Naciones Unidas y Fondo Monetario Internacional.

<sup>4</sup> Argentina o Venezuela cuyas tasas son del 1,6% y 1,7% respectivamente, mientras que Chile logra una tasa del 3,7%, la más cercana a la de Colombia. En promedio, el crecimiento de América Latina se reduce a la mitad pasando de 5,2% a 2,7%. Frente al resto del mundo, el PIB colombiano crece por encima del promedio de las demás regiones exceptuando Asia, que incrementa su producto en 5,1% anualmente en promedio, con grandes divergencias: Corea registra una tasa de crecimiento del 8,3% y Taiwán, del 7,8%.

<sup>5</sup> El PIB per cápita de Europa del sur crece 4,9% y el de Asia 3,8% mientras que en Corea crece 5,2% y en Taiwan 6,3%.

<sup>6</sup> En el caso de Asia, el crecimiento de su PIB p.c. entre 1974 a 1982 alcanzó 3,2% mientras que Corea y Taiwán logran los mayores registros de crecimiento del PIB p.c.: 6,9% y 6,2% respectivamente.

27%, respectivamente. Durante 1982-1992, la participación de la inversión en el producto total decreció a un 18,9% para todos los países de América Latina mientras que aumentó levemente para Colombia<sup>7</sup>. Tanto en América Latina como en Colombia se ha presentado un nuevo crecimiento de la inversión en los últimos tres años.

La persistencia de la tendencia del crecimiento colombiano se hace evidente del análisis comparativo con las economías Chilena y Mexicana. Si bien el crecimiento de las exportaciones ha sido mayor en Chile y México después de iniciarse los programas de apertura en dichos países, el crecimiento del producto y del producto per cápita ha sido sostenido en Colombia, frente a la gran volatilidad y fuertes caídas durante los planes de estabilización en los mencionados países, especialmente, durante la crisis de la deuda en México y durante la crisis de la deuda y la temprana apertura en Chile. El mejor desempeño de la economía colombiana durante los ochenta hizo que la diferencia en el PIB por habitante disminuyera frente a México de 2 a 1.7 veces, a pesar de que el PIB mexicano era 5.4 veces mayor.

Una breve observación de la evolución del crecimiento de la productividad multifactorial en Colombia<sup>8</sup> y otros países muestra que en el período 1960-1970, la productividad multifactorial colombiana tuvo un crecimiento promedio de 0.9% que representa la mitad del crecimiento registrado por la región latinoamericana de 1.8%, mientras que la Productividad Total de los Factores (PTF) de México creció 1.4% y la de Brasil 1.1%. Este mal desempeño relativo se revirtió durante el período 1971-1983, en el que la PTF promedio de América Latina creció a una tasa anual del 0.3% mientras la colombiana lo hizo en un 0.9%, en Brasil un 2.5%, en México 1.6% y en Venezuela -1.8%. De 1983 a 1992, la PTF creció solo 0.2%, muy superior, al -1.4% de la región y al -3.1% y al -2% de México y Brasil, respectivamente.

Al interior de la estructura industrial colombiana, la participación del sector alimentos, bebidas y tabaco (bienes perecederos), descendió de 31% a 29% (de 1970 a 1992) y la de textiles y prendas de 20% a 14%, mientras que los químicos incrementaron su participación de 11% a 16%. Este cambio de estructura productiva es menos radical que el experimentado por Chile y Brasil durante el mismo período, países que se concentraron en un aumento marcado de bienes perecederos el primero, y en maquinaria y otras industrias el segundo.

## **1.1.2 Evolución de la estructura sectorial**

### **a) Evolución de la estructura sectorial**

En la etapa de ISI a la de post-ISI, en la economía colombiana la industria dejó de ser el pivote de la estrategia de desarrollo, dando paso a una terciarización y posterior reprimarización de la economía. En dicho proceso, la economía pasó de una situación de restricción de divisas a una de abundancia y Enfermedad Holandesa, que condujo a la implementación de sucesivos planes de ajuste.

---

<sup>7</sup> Estos niveles son muy inferiores, sin embargo, a los de países como Corea, que pasa de tener en 1970 un 21,77% de inversión como proporción del PIB a un 34,35% en 1993, y Taiwan, que pasa de un 25,6% en 1970 a un 40% en 1993.

<sup>8</sup> Siguiendo datos homogéneos del Departamento Nacional de Planeación.

Como resultado del notable dinamismo del sector industrial durante la fase de ISI, particularmente, durante la etapa de promoción de exportaciones<sup>9</sup>, la participación del producto manufacturero en el total del valor agregado aumentó de 19.3% durante el período 1945-1967 al 24.70% durante el período 1968-1974 (Cuadro 1.1). Esta continua transformación estructural se acompañó de una radical reducción del producto agrícola (del 34% en 1945-1967 al 20% en 1990-1994) y del minero (del 3% 1945-67 al 1.48% en 1975-1983) como proporción del PIB. De la misma forma, los sectores de servicios (gubernamentales y financieros) muestran una creciente participación, debido a su buen desempeño en términos de crecimiento. Por el contrario, la construcción mantuvo su participación, mostrando modestos niveles de expansión. Así, el proceso de ISI implicó un desarrollo hacia actividades manufactureras que se reflejó en una importante absorción de recursos productivos (mano de obra e inversión extranjera) y en un progresivo aumento de la participación de las exportaciones manufactureras en las exportaciones totales. La sustitución de importaciones, por su parte, fue la principal fuente de demanda y crecimiento para el sector manufacturero.

CUADRO 1.1.  
PARTICIPACIÓN SECTORIAL EN EL PIB Y CRECIMIENTOS POR SUBPERÍODOS

SECTOR	1945-1967		1968-1974		1975-1983		1984-1989		1990-1994	
	Participación	Crecimiento								
Agropecuario <sup>(1)</sup>	34.30%	2.50%	24.70%	4.50%	24.62%	3.22%	23.55%	3.32%	20.23%	2.56%
Silvicultura, pesca y caza <sup>(3)</sup>					0.97%	3.56%	0.97%	3.66%	0.83%	3.08%
Explotación de minas y canteras <sup>(2)</sup>	3.30%	4.20%	2.50%	-0.80%	1.48%	2.48%	3.92%	27.07%	4.18%	-0.15%
Industria	19.30%	6.30%	22.10%	8.30%	24.69%	2.52%	24.09%	4.77%	20.89%	2.92%
Construcción	3.50%	3.30%	3.50%	8.60%	3.83%	6.53%	4.55%	2.48%	3.09%	2.66%
Servicios financieros	10.00%	8.80%	13.70%	8.00%	7.91%	6.30%	8.07%	2.84%	8.32%	8.98%
Servicios del gobierno	6.90%	6.40%	7.10%	6.80%	8.31%	5.54%	9.69%	6.23%	9.16%	6.88%
Transporte					10.16%	3.22%	10.21%	3.32%	8.79%	2.56%
Comercio					14.28%	3.56%	13.53%	3.66%	11.25%	3.08%

Fuente: Cuentas nacionales de Colombia 1970-1991. DANE. Boletín de Estadística 493/ abril 1994, y 505/abril 1995, DANE.

Cuentas nacionales de la CEPAL. Banco de la República (1950-1970)

NOTAS: (1) Incluye café

(2) Incluye carbón, ferroniquel, petróleo y oro

(3) Este sector se incluye en el agropecuario para los períodos 1945-1967 y 1968-1975

Debido tanto al agotamiento de la ISI como a la inestabilidad creada por la turbulencia macroeconómica, desde mediados de los años setenta la transformación estructural no se profundizó y a partir de entonces se perdió el dinamismo industrial, situación que se intensificó durante la crisis económica de los ochenta. Por el contrario, en este proceso se vieron fortalecidos sectores como el transporte, la construcción de vivienda, los servicios (financieros y del gobierno) y las comunicaciones, que presentan un crecimiento menos ligado a las fluctuaciones económicas (y en particular a las del sector externo), lo que permitió consolidarse y ser receptores de recursos (especialmente de empleo de escasa calificación) sin contribuir con el mismo dinamismo con que lo hizo la industria en el anterior período. Por su parte, la minería empieza a ganar participación en el

<sup>9</sup> Durante la primera etapa de la ISI (1945-67), la industria creció a un promedio de 6.3% anual, mientras que durante la segunda, es decir la etapa de promoción de exportaciones (1968-74) lo hizo a una tasa de 8.3% anual. Como resultado de esto, la industria creció en promedio al 6.99% anual durante toda la ISI.

valor agregado, de manera que se convierte en sector receptor de recursos, especialmente, durante la etapa de ajuste y la posterior apertura.

Entre 1958 y 1967 la dinámica al interior de la industria, también, consistió en un proceso de transformación del sector (Cuadro 1.2): los sectores productores de bienes de consumo liviano (CL) reducen su participación en el total del producto y el empleo industrial en más de diez puntos porcentuales, dejando a los sectores productores de bienes intermedios (BI) con la mayor participación dentro de la producción manufacturera en 1967. Adicionalmente, los sectores productores de bienes de capital (BK) prácticamente duplican la suya. Durante las fases de crisis (1975-1983) y reconversión (1984-1989), se presentan indicios de reversión de este proceso de cambio estructural al interior de la industria manufacturera, que se manifiesta básicamente en dos sentidos. Por una parte, en el estancamiento del crecimiento de la participación de los BK en la producción total, que se mantiene aproximadamente alrededor de un 13.5%. Por otra parte, en la recuperación de los sectores productores de bienes de CL que se acompaña por una fuerte caída en la participación de los BI. Adicionalmente, la participación de los sectores productores de bienes de consumo durable (CD), que había logrado aumentar tan sólo en dos puntos porcentuales entre 1958 y 1967, sigue mostrando durante las fases de crisis y reconversión modestos niveles de crecimiento. Durante la apertura, la participación de BK aumenta, pasando a conformar el 16.2% de la producción industrial en 1995, mientras que los bienes de CL continúan cayendo y los de CD aumentando hasta llegar al 8.1%. Este impulso de los BK durante la apertura debe, sin embargo, calificarse, pues se explica por el buen comportamiento de la fabricación de equipo y material de transporte, mientras que la fabricación de CD se ha visto liderada por el dinamismo de productos metálicos. En general, la mayoría de los sectores productores de bienes de CL han presentado las mismas fluctuaciones del agregado: se destacan los sectores de alimentos y tabaco, por ser los que presentaron mayores caídas en su participación, especialmente en el período de apertura. La pérdida de dinámica en participación de los BI se ha visto fuertemente influenciada por la crisis del sector textil compensada por el buen desempeño de sectores como papel y plásticos.

## **b) Perspectivas de la economía colombiana**

En 1994, se dio inicio a un estrecho ajuste anti-inflacionario en presencia de fuertes expectativas de revaluación, lo que generó una desaceleración de la demanda y un aumento en las tasas de interés a causa de la política monetaria restrictiva.

Mientras que en 1994 el PIB creció 5.7%, en 1995 aumentó en 5.3%. Durante 1995, se mantuvo la tendencia a la reversión del cambio estructural: el crecimiento durante 1995 estuvo impulsado por el dinamismo de los sectores minero y de servicios. En el primero, el crecimiento fue de 17.4% impulsado por la producción petrolera que aumentó 30%, mientras que en 1994 creció 0.6%. Pese al efecto de los ingresos petroleros sobre los sectores productores de no transables, otros sectores como la industria, la construcción, el comercio y los servicios financieros comenzaron a presentar una desaceleración a causa de las altas tasas de interés. Por su parte, el sector agrícola en presencia de limitadas políticas de protección y reestructuración creció 5.5%, tasa muy superior al 1.9% registrado en 1994. Durante 1996, se mantuvo esta tendencia de mayor participación de los sectores ligados a la exploración y explotación de hidrocarburos, que se profundizara en 1997.

El sector externo continuó en desequilibrio durante 1995 a pesar de la recuperación del crecimiento de las exportaciones, encabezado por las exportaciones de hidrocarburos. Dentro de las exportaciones tradicionales, las más dinámicas fueron las de petróleo, cuya tasa de crecimiento pasó

de -0.4% en 1994 a 51% en 1995 (en los 10 primeros meses del año). El crecimiento de las exportaciones de café fue prácticamente nulo, debido principalmente a los bajos precios a nivel internacional. Las exportaciones no tradicionales tuvieron un buen comportamiento, pasando de 4 mil millones a 4.9 mil millones de dólares, sobresaliendo las de esmeraldas y alimentos. Las importaciones, por su parte, crecieron en un 11% durante 1995, destacándose las materias primas y productos intermedios que crecieron en un 30%, mientras que las de bienes de consumo aumentaron en un 20% y las de bienes de capital en un 12.1%. En 1995, la balanza de pagos registró un déficit en cuenta corriente estimado en un 5% del PIB, el cual se financió con inversión externa directa y endeudamiento externo de largo plazo principalmente. Simultáneamente, se incrementó levemente el déficit fiscal y se presentó una sustancial contracción monetaria y de las variables financieras y crediticias, al tiempo que se aceleró el crecimiento de la tasa de cambio nominal y se redujo la inflación en tres puntos llegando al 19.5% en diciembre de 1995.

De acuerdo con estimaciones preliminares del Departamento Nacional de Planeación, el crecimiento del producto para 1996 estuvo entre un 3.7 a un 4.0%. Sectorialmente, hubo un menor crecimiento del sector minero (9.6%) debido a la moderación en el crecimiento del sector de hidrocarburos durante el mismo año (5.3%) y a un aumento de la explotación de carbón (14%). El crecimiento de la agricultura sin café (incluyéndolo un 2.7%) se acercó a 3%. El crecimiento del sector manufacturero se acercó al 3%. Los subsectores de alimentos, bienes de consumo liviano e intermedios, crecieron a tasas del 2.6 y 3.8%, respectivamente, mientras que la metalmecánica cayó a 1.7%. Los servicios mostraron un crecimiento positivo: 2% para el comercio; entre 2 y 3% servicios personales; 4% transporte; 5.1% en el sector gobierno; y un crecimiento de la construcción del 10%, dada la fuerte inversión en infraestructura que compensó la caída en la edificación de vivienda urbana. De otra parte, observadores del sector privado mostraron perspectivas menos alentadoras: las actividades agrícolas, en particular los cultivos transitorios, presentaron una desaceleración con respecto a la notable recuperación mostrada en 1995. El sector manufacturero se ha visto afectado por las condiciones de demanda y las expectativas de inversión, los elevados costos financieros, la reducción de la dinámica del sector de la construcción y por la política monetaria restrictiva.

En el mediano plazo, bajo el supuesto de una menor devaluación, del mantenimiento de las actividades de exploración petrolera y de un aumento de la inversión industrial y en infraestructura, se espera una recuperación del crecimiento con tasas de 5.7% para 1997 y 5.8% en 1998, con el sector minero y de la construcción acelerándose, una reducción en el crecimiento de los productos agropecuarios y una leve recuperación de la industria que, sin trilla de café, aumentará 5.3% en 1997 y 5.0% en 1998. Por su parte, se espera que los servicios crezcan 4.9% en 1997 y 4.7% en 1998, por el jalonamiento del comercio, el transporte y los servicios financieros. En términos de demanda, se espera que la fuente más dinámica de crecimiento sea la inversión, que acompañará un moderado crecimiento del consumo y de las exportaciones (creciendo al 10.7% y 10.8% en 1997 y 1998 respectivamente). Igualmente, se espera una estabilización en las importaciones al 10.7% durante 1997 y al 4.5% durante 1998, lo cual no significará una reducción sustancial del déficit comercial con el exterior que será superior a los 4 millones de dólares, convirtiendo en factor crucial de la situación cambiaria el acceso al crédito externo de largo plazo. En el mediano plazo se perciben como factores de riesgo macroeconómico el bajo nivel de ahorro doméstico privado, los fuertes mecanismos de indexación de precios, el crónico déficit externo superior al 5% del PIB que implica una vulnerabilidad a los cambios en las condiciones de acceso a los fondos de inversión extranjera y la fragilidad de las finanzas públicas.

## 1.2 Crecimiento y productividad y actividad innovadora

### 1.2.1 Crecimiento y productividad sectorial

#### a) La dinámica económica y de la productividad

Una perspectiva de mediano plazo del balance macroeconómico muestra un sustancial deterioro de la inversión dados los niveles relativamente estables del ahorro privado (Gráfico 1.5), y un menor nivel de crecimiento del valor agregado a partir de mediados de los setenta y fines de esa década, respectivamente. El ingreso de importantes flujos de capital financia el deterioro de la balanza comercial, de manera que el persistente signo negativo del balance externo (solo aliviado en los períodos de bonanza de productos básicos) es compensado con el ahorro externo que ingresa a la economía en crecientes (aunque inestables) niveles. Al mismo tiempo, se profundiza el déficit privado por el “boom” del consumo importado y la caída en el ahorro que tiene lugar en forma simultánea con un incremento significativo de la inversión.

Como en el episodio de Enfermedad Holandesa de la segunda parte de los setenta, en la primera de los noventa los sectores de no transables y las inversiones de carácter especulativo en la propiedad raíz mantienen su dinámica y se presenta un sostenido crecimiento de la construcción de vivienda y de los servicios financieros por oposición a las actividades productoras de bienes o servicios para la exportación. Así, hasta el inicio de la apertura, los mecanismos que implican la reversión estructural se mantienen y se profundizan a partir de ella, en presencia del agravamiento del déficit externo.

A partir de 1991, cuando la inversión extranjera alcanzó menos del 1% del PIB, se han presentado sucesivos aumentos, que la han llevado a alcanzar el 2.7% del PIB en 1995, llegando al mayor nivel absoluto en la historia del país. En 1995, pese al “efecto tequila” y a las dificultades políticas, los flujos se mantuvieron totalizando U\$2.6 billones.

Otros sectores muy dinámicos durante la apertura han sido comunicaciones, el financiero y seguros, el comercio, el turismo y la construcción. La presencia de inversiones en producción manufacturera, si bien no ha sido despreciable ha estado asociada principalmente a proyectos de ampliación de planta o a compra de instalaciones productivas consolidadas. Del total la inversión de portafolio alcanza un total acumulado de solo U\$854 millones, de los cuales corresponden a ADR y GDR un total de U\$490 millones.

La tasa de crecimiento de la productividad de la economía<sup>10</sup> muestra un desempeño positivo durante la etapa de ISI, con una tasa media del 1.43%, pero con grandes oscilaciones (Gráfico 1.6). En la etapa posterior a la ISI la tasa media desciende a 0.72%. Este estancamiento es evidente a partir de 1974, cuando se produce un quiebre en la tendencia como resultado del mal desempeño de la productividad en la industria, algunas actividades agrícolas y hasta de servicios como el comercio y el transporte<sup>11</sup>. En los últimos tres años, se han obtenido algunos aumentos positivos en la tasa de

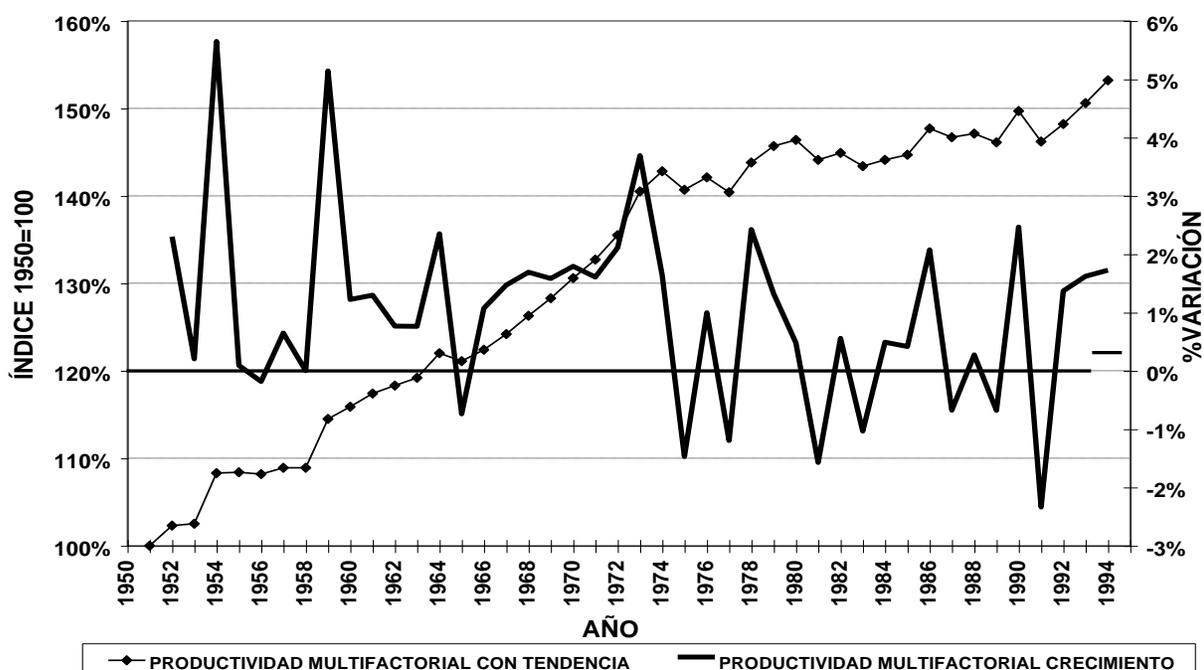
---

<sup>10</sup> Estimada por el Departamento Nacional de Planeación.

<sup>11</sup> Informes preliminares del Estudio Nacional de Determinantes del Crecimiento de la Productividad.

crecimiento de la PTF, lo que se ha reflejado en una mejora del nivel de la productividad de la economía.

**Gráfico 1.6.**  
**PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL DE LA ECONOMÍA COLOMBIANA 1950-95**



Fuente: DNP

### *El desempeño del sector agropecuario*

Desde principios de la década de los setenta, el sector agropecuario colombiano ha registrado tasas promedio anuales de crecimiento relativamente altas. Entre 1960 y 1995, el PIB agropecuario aumentó 3,5% anual. Entre 1975 y 1978 el sector agrícola presentó tasas de participación en el total de la producción del país de cerca del 24.6%. Dado que la participación de este sector era en promedio 34% entre 1945 y 1967, el descenso de la participación del sector agrícola en el PIB asociado con el correspondiente desplazamiento de factores y recursos, se presentó fundamentalmente entre 1968 y 1974. De 1976 a 1978, la agricultura muestra una gran dinámica, a tal punto que en este último año logra una tasa de crecimiento por encima del 8%, reflejando el efecto de la bonanza cafetera.

A partir de 1978, las tasas de crecimiento empiezan a disminuir, dos puntos porcentuales por año en promedio, hasta que en 1982 su crecimiento se vuelve negativo, -2% aproximadamente. Aunque durante el período 1984-1989, la participación del sector agrícola sigue cayendo, sólo

disminuye un punto porcentual con respecto al período comprendido entre 1975 y 1982. A partir de 1983, sus tasas de crecimiento aumentan progresivamente, hasta lograr en 1987 un crecimiento por encima del 6%, manteniendo esta considerable dinámica hasta 1991.

En la apertura económica (1990-1996), la participación de la agricultura en el PIB cayó de nuevo, a un nivel promedio del 20.2% como reflejo de la caída en las tasas de crecimiento. Las políticas sectoriales que se ejecutaron en la apertura tales como la disminución de aranceles de productos agrícolas y la eliminación de restricciones cuantitativas a la importación; los choques externos, especialmente la caída en los precios internacionales del café y de otros alimentos; y la revaluación del tipo de cambio, afectaron la rentabilidad y la actividad agrícola durante los tres primeros años de apertura. Este período recesivo se acentuó en 1992 cuando el sector decreció 2%. A partir de 1993, el sector reaccionó a la implementación de un paquete de políticas selectivas y de reestructuración iniciándose una nueva etapa de crecimiento.

En la agricultura se destaca como fuente de crecimiento de la productividad la sustitución de cultivos transitorios por cultivos permanentes en general y, específicamente, por cultivos en los que el país posee mayores ventajas competitivas y cuya explotación está asociada a un uso más intensivo de los recursos.

El análisis del comportamiento de la productividad en la agricultura colombiana en las tres últimas décadas arroja resultados diferentes, según el detalle de la desagregación por cultivos. Hasta finales de la década de los setenta, la mayoría de cultivos comerciales registraron aumentos significativos en la productividad. A partir de entonces, se ha mantenido estancada o, incluso, ha disminuido. En términos de mediciones, se distinguen cuatro etapas en la dinámica de la PTF agrícola: la primera, comprendida entre 1960 y 1974 aproximadamente, en la que se presentan niveles bajos de crecimiento e incluso algunos negativos. A partir de este último año y hasta 1986, los niveles de crecimiento de la PTF se estabilizan, aunque siguen siendo bajos. El impacto de la apertura en el sector agrícola se refleja en la caída del ritmo de crecimiento de su PTF a partir de 1992, lo cual inaugura la última etapa (Gráfico 1.7).

La Misión de Estudios del Sector Agropecuario<sup>12</sup>, indica que para el período 1950-1987, el capital ha sido el factor de mayor impulso al crecimiento de la producción al tiempo que la modernización tecnológica ha conducido a una baja capacidad del sector para generar empleo. La formación bruta de capital fijo presenta una tendencia de crecimiento a largo plazo del 3.6% anual en el período 1965-1994. Esta actividad inversora ha sido intensiva en el mejoramiento de tierras y en el desarrollo de plantaciones más que en maquinaria agrícola. La intensidad en el uso del capital es una pauta importante para diferenciar la agricultura y la ganadería del país, debido a que la primera es más intensiva en el uso del capital. Existen grandes diferencias regionales en cuanto a la intensidad de uso y productividad de las tierras, asociadas al uso heterogéneo de las tecnologías y a un desarrollo desigual, así como a la coexistencia de una economía campesina y diferentes escalas de producción comercial, todo lo cual dificulta un diagnóstico global del sector.

Desde 1972, las exportaciones agrícolas presentan una tendencia creciente hasta 1977 cuando su crecimiento con respecto al año anterior es casi del 50%, reflejando el efecto de la bonanza

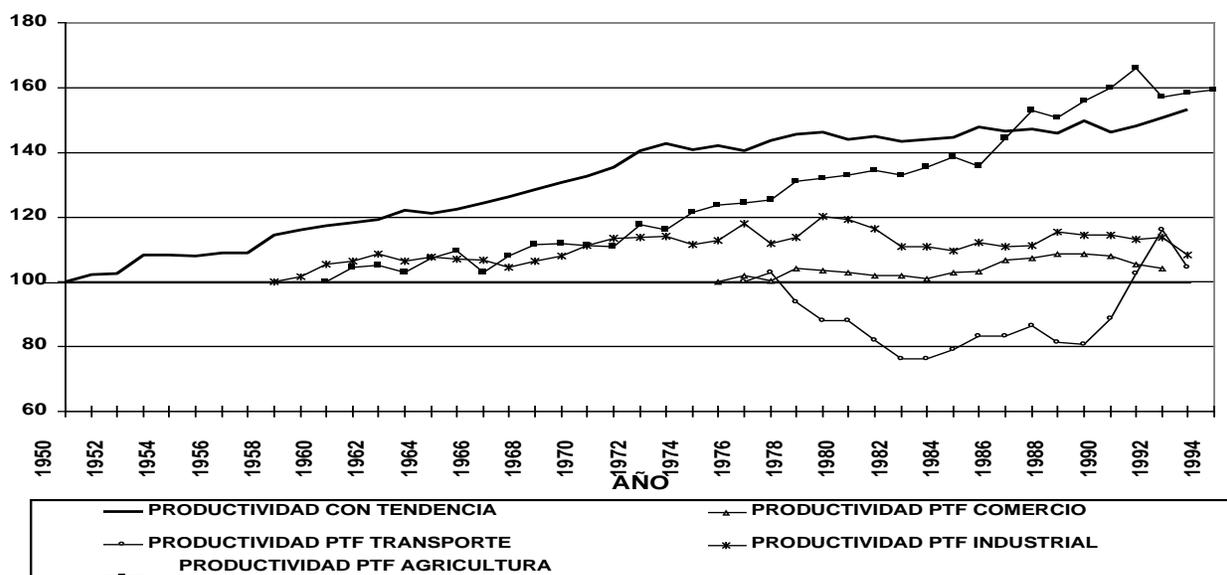
---

<sup>12</sup> **MISIÓN DE ESTUDIOS DEL SECTOR AGROPECUARIO (1990) *Estrategias y Políticas Para el Desarrollo Agropecuario*. Ministerio de Agricultura. Departamento Nacional de Planeación. Santafé de Bogotá.**

cafetera. A partir de 1978, las exportaciones agrícolas muestran cada vez un menor crecimiento hasta 1983 cuando caen en más del 30%. De 1983 a 1988, el sector enfrenta una gran inestabilidad en la actividad exportadora. Tras la crisis del sector, en 1994 el crecimiento de las exportaciones logra reactivarse de tal forma que aumentan 47%.

En términos de evolución de las políticas, desde 1960 se observan intentos de promoción de exportaciones menores que se concretan en el surgimiento de las primeras actividades agroexportadoras diferentes al café y al banano. En los años setenta hay un crecimiento rápido de áreas sembradas, producción y rendimiento de cultivos comerciales fuertemente vinculados con el sector industrial frente a bajos niveles de crecimiento de la economía campesina minifundista. Las políticas favorecieron los cultivos comerciales lo que acentuó la salarización de la población rural, causando el empobrecimiento de los campesinos y la entrada de las familias campesinas a los mercados de trabajo. Este modelo fue incapaz de generar mayor crecimiento, empleo y reducción de la pobreza en el sector de pequeños productores. A fines de los años ochenta en una fase de ajuste estructural en el que se daba mayor libertad a las fuerzas del mercado para la asignación de recursos, se buscó reorientar la economía hacia el exterior, tratando de conseguir nuevas posibilidades de crecimiento. A comienzos de los años noventa, hubo una reducción de los ingresos rurales por la baja simultánea de la producción y de los precios en condiciones cambiantes desfavorables para el sector exportador. En 1995 y 1996, las políticas de reestructuración agrícola y apoyo a las actividades en crisis se han acompañado del otorgamiento de facilidades crediticias y apoyo financiero, buscando reactivar la agricultura campesina, a lo cual se ha sumado la creación de subsidios directos para algunos productos (como el algodón y la soya) y un manejo más discrecional de ciertas importaciones agrícolas. Estas políticas, según observaciones preliminares, han incidido en una mejora del ingreso campesino tras la crisis de años anteriores. Sin embargo, en 1996 el sector agrícola se afecta por la desaceleración de la economía en su conjunto, lo cual es particularmente visible en los cultivos transitorios.

**Gráfico 1.7.**  
**PTF TOTAL, MANUFACTURERA, AGRICULTURA, DE**  
**COMERCIO Y DE TRANSPORTE**



Fuente: DNP Unidad de desarrollo agrario

## ***Desempeño del sector minero***

La participación promedio del sector minero en el PIB, entre 1975-1983, asciende al 1.5%. Las tasas de crecimiento durante este período son bajas e incluso negativas en algunos años. Desde 1976 hasta 1978, el sector minero presentó tasas de crecimiento negativas, mostrando una fuerte disminución en 1977 cuando su producción cayó en 12.5% (Cuadro 1.3). A partir de 1979, el ritmo de crecimiento de la producción se recuperó, pero, volvió a decaer en 1982. Es a partir de 1984-1989, cuando las altas tasas de crecimiento permiten que el sector incremente sustancialmente su participación en el PIB, alcanzando al final de este período un 5.14% frente a un 1.94% al comienzo del mismo, con tasas de crecimiento por encima del promedio de la economía. Esta dinámica se explica por las nuevas explotaciones destinadas a la exportación de carbón en el Cerrejón y de petróleo en Caño Limón. El sector reduce levemente su dinámica de 1987 a 1988, año el que su crecimiento regresa a niveles del 4.5%. De 1990 a 1993, el sector presenta caídas en su tasa de crecimiento, para recuperarse a partir de 1994.

La balanza comercial de hidrocarburos muestra un persistente saldo negativo desde 1978 hasta 1985. A partir de entonces, el saldo positivo se mantiene para alcanzar sus máximos en 1990 y 1995 que coinciden, respectivamente, con los picos exportadores de los yacimientos de Caño Limón y Cusiana.

Los recientes descubrimientos de yacimientos petróleo y gas natural en el piedemonte de la Cordillera Oriental, permiten prever un dinámico crecimiento del sector durante los próximos cinco años, lo cual elevará su participación en el producto hasta un 8% aproximadamente. En 1995, las exportaciones de hidrocarburos aumentaron en un 50%, y se han construido algunos encadenamientos con otros sectores, lo cual ha favorecido el crecimiento de la actividad en otros sectores. El más reciente hallazgo petrolero (Coporo) permitirá extender la autonomía petrolera y las exportaciones hasta, por lo menos, la segunda década del próximo siglo.

Las recientes modificaciones en la regulación contractual con socios extranjeros para las tareas de exploración y explotación de hidrocarburos, así como para las derivadas de ellos (“downstream”) permiten prever un mayor dinamismo de la inversión extranjera en la cadena petroquímica para los próximos años.

## ***Desempeño del sector servicios***

### **Sector financiero**

El sistema financiero colombiano ha presentado una relativa estabilidad en su crecimiento, excepto durante el período de la crisis financiera a principios de los ochenta, lo que ha significado un aumento constante de su participación en el PIB. Desde su conformación, el sector financiero siguió una estructura oligopólica de banca especializada, que se profundizó a partir de 1972 con la creación de establecimientos especializados en la financiación de vivienda. En el período 1975-1983, la participación promedio del sector era del 7.9% y el sistema financiero creció al 6%, logrando sus mayores crecimientos en 1980 y 1981, con tasas cercanas al 10%, para deprimirse durante la crisis. La gran recuperación y auge del sector se inicia en 1990 cuando presenta un crecimiento del 9.5%, aunque desde 1987 venía mostrando una progresiva mejoría.

Entre 1986 y 1990, la política financiera se focalizó en el saneamiento del sistema mediante el establecimiento de normas de regulación prudencial y prácticas de supervisión profesional, siguiendo

estándares internacionales. Junto con el programa de desregulación de la economía, se inició un proceso de desmonte de inversiones forzosas y de subsidios a los créditos de fomento, al tiempo que fondos de fomento a la actividad privada se liquidaron y sus funciones fueron retiradas del banco central (El Banco de la República) con el fin de separar la política monetaria del crédito de fomento.

En 1990, se inicia una reforma legal orientada hacia la desregulación de la operación bancaria y la liberalización de las decisiones empresariales buscando llevar el sistema hacia la banca múltiple, en el que la especialización de los intermediarios depende de decisiones gerenciales. Para ello se adoptó un sistema de filiales como solución a la brecha entre la banca múltiple y especializada, en el cual se distinguen claramente aquellas instituciones bancarias (que captan depósitos mediante cuenta corriente) de las no bancarias. De allí en adelante, se ha ido desarrollando un proceso continuado de liberalización, en el que cada vez son menos frecuentes y menores las intervenciones a la tasa de interés y las restricciones entre intermediarios, al tiempo que se ha estrechado la supervisión prudencial sobre las entidades. En este contexto se presentó una importante ampliación del capital de las entidades financieras, que sirvió para adelantar ambiciosos procesos de modernización, expansión e internacionalización de estas entidades. Estas reformas han representado un mayor grado de competencia, en un sector que aún es pequeño y concentrado en términos relativos a los de otros países latinoamericanos. Como consecuencia del manejo monetario restrictivo y la desaceleración de otros sectores de la economía, en presencia de altas tasas de interés, el sector financiero ha mostrado una reducción en su dinámica en 1995 y 1996, después de haber sido el principal canal de ingreso de recursos externos, gracias a la liberalización de la cuenta de capitales. La libertad de capitales permitió consolidarse al sector como el principal operador de un mercado cambiario incipiente, dirigir recursos de crédito externo al sector privado y acceder a fuentes de financiación de capital en el exterior.

## **Comercio**

El sector ha ido presentando una caída de su participación en el PIB desde la década de los setenta. Entre 1975 y 1983, su participación era del 14.3%, mientras que entre 1984-1989 baja a 13.5% en promedio, terminando en 11.2% durante la apertura. El sector comercio tuvo una fase expansiva en la segunda mitad de la década de los setenta, seguida por una fase recesiva entre 1980 y 1983 con un recuperación entre 1984 y 1989, y finalmente, una relativa desaceleración de la actividad del sector a principios de la presente década que precede la recuperación del sector a partir de 1992.

La tasa de crecimiento del stock de capital sufre una caída del período 1976-1982 al período 1983-1989 y aunque en los años posteriores aumenta, no recupera su dinámica previa. La apertura, que ha significado mayor competencia para el sector, se ha visto acompañada por una importante actividad inversora y una ampliación de la capacidad productiva. Por otra parte, la considerable absorción de mano de obra ha permitido que el comercio sea uno de los sectores más importantes en la generación de empleo, por encima de otras actividades productivas como el sector agropecuario o la industria. Esta creciente acumulación factorial en trabajo (y en menor medida en materias primas) explica la escasa dinámica de la PTF, que de hecho creció en promedio entre 1976 y 1992 sólo 0.26%.

La influencia de la apertura se ha traducido en procesos de modernización que han traído consigo beneficios a los consumidores, tanto en términos de variedad como de precios, pese a la ausencia de un crecimiento de la productividad.

## **Transporte**

Si bien la participación del sector en el PIB no ha tenido fuertes cambios, ha surgido una leve disminución a partir de la década de los setenta. En promedio, entre 1975-1983, su participación era de 10,2%, la cual se mantuvo para 1984-1989. Por otro lado, las tasas de crecimiento promedio del capital del sector también se mantuvieron estables, alrededor de niveles del 3.6%. La tasa de crecimiento de la producción en el sector presenta una tendencia decreciente a partir de 1977 y hasta 1982. A partir de 1983, el sector empieza a recuperarse, mostrando crecimientos no muy importantes hasta 1986. En 1987, el sector logra un aumento en su producción de aproximadamente 10%, para volver a caer en 1988 y estabilizarse hasta 1989 con tasas que en promedio son inferiores al 2%. En la década de los noventa, el sector vuelve a presentar una dinamización de su producción, logrando tasas de crecimiento superiores a las logradas hasta el momento, ubicándose por encima del 10%. La dinámica de acumulación de capital en el sector transporte ha mostrado una tendencia decreciente de 1976 a 1992, con una disminución del promedio de la tasa de crecimiento del stock, explicada principalmente por un estancamiento en los años recientes del capital público y en una reducción de la dinámica del privado.

La disminución en la dinámica de acumulación factorial puede ser un factor explicativo del aumento del crecimiento de la PTF, que pasa de un promedio negativo entre 1976 y 1982 a uno positivo entre 1990 y 1992, lo cual es particularmente significativo entre estos últimos años, período en el que la producción del sector se dinamiza por encima de sus tendencias históricas, después de haber sufrido una desaceleración en el período 1983-1989 con respecto a lo mostrado entre 1976 y 1982.

Se ha señalado que el transporte en Colombia posee una serie de restricciones que limitan la competitividad de varios sectores en la economía, como son: la ubicación de los centros de producción a distancias lejanas de los puertos marítimos disminuyendo la competitividad de los productos colombianos frente a los de otros países, los altos costos de transporte, los bajos índices de contenedorización en los puertos y las escasas facilidades para el intercambio de carga entre los diferentes modos de transporte. Dadas estas limitaciones se llevó a cabo un proceso de desregulación y privatización de las actividades de transporte férreo, portuario, marítimo y aéreo, a lo que se sumó un ambicioso plan de construcción de infraestructura física por concesión y un reordenamiento institucional. Estas reformas se han enfrentado a las dificultades contractuales que supone la participación del sector privado, a la ausencia de fuentes de financiación, a los reducidos niveles de tráfico, la precariedad de la regulación y a los altos costos financieros y la baja disponibilidad crediticia. La desregulación, por su parte, ha conducido a una sustancial reducción en las tarifas de todos los modos de transporte debido a mayor competencia.

El principal hallazgo en términos de la dinámica de la productividad es la ausencia de un efecto positivo del capital público sobre el sector, fenómeno que se traduce en los extremadamente malos estándares del sector en el país, internacionalmente hablando. La ausencia de esta complementariedad es aun más dramática al observar el bajo nivel de las inversiones públicas en infraestructura de transporte, especialmente, desde mediados de los sesenta.

## **b) La dinámica industrial y de la productividad**

### ***Crisis, reconversión y apertura***

La crisis industrial (1974-1983) significó un quiebre estructural que modificó el comportamiento dinámico del sector en forma irreversible. Los descensos tanto en los ritmos de crecimiento de la producción y de la inversión como en la rentabilidad y sus determinantes

(márgenes, productividades y utilización), así como el deterioro del balance comercial inauguraron nuevos patrones para ese comportamiento. En esta forma, si bien la producción se dinamiza durante la reconversión (1984-1989) y la inversión lo hace durante la apertura (1990-1996), esa recuperación de la producción no se sostiene durante la apertura, y la de la inversión, aunque notable en su contraste con la previa, tiene lugar en una situación de deterioro de sus condiciones que no permite esperar una dinámica sostenida. Este deterioro manifiesta el del balance comercial y el de los determinantes de la rentabilidad: tanto la utilización de capacidad, que refleja las condiciones de demanda (incluido el mismo balance comercial) como los otros elementos de la rentabilidad (los márgenes y la productividad) no se han recuperado. Puede pues verse al período 1974-1989 como una fase de ajuste a una sucesión de choques tanto de coyuntura como de política, en la cual el esfuerzo de reconversión posterior al colapso de principios de los ochenta puso al sector en condiciones no del todo favorables para enfrentar la apertura. Así mismo, como se señalará al analizar esta última fase, no pueden establecerse todavía las conclusiones acerca del impacto de la apertura, que permitieran determinar las características de la dinámica sectorial en este nuevo período: si bien es notable el esfuerzo del sector en la dirección de culminar su ajuste, especialmente en términos de la actividad inversora, no es claro que pueda regresarse a ritmos de crecimiento como los alcanzados en el período previo a la fase de crisis y reconversión (Ver Cuadro 1.4 y Cuadro 1.5) .

En cuanto a la crisis (1974-1983), el deterioro de la dinámica de la producción y de la inversión se vio acompañado por deterioro, tanto en el balance comercial como en la rentabilidad y sus determinantes (el margen, la productividad y la utilización de capacidad, Cuadro 1.4. y Cuadro 1.5. y Gráficas 1.8, 1.9, 1.10, 1.11 y 1.12). El diagnóstico del proceso de reconversión (1984-1989) muestra que las condiciones y/o características de este proceso fueron las siguientes: una actividad inversora deprimida la cual no había regresado a su tendencia histórica previa al período crítico 1974-1983, de manera que la Inversión Incorporadora de Cambio Técnico (IICT) resultó de menor importancia que la Modernización Organizacional (MO) como mecanismo de reconversión<sup>13</sup>; una secuencialización de los mecanismos involucrados, según la cual el incremento en la intensidad de capital característico tiene lugar por concepto de incrementos en el stock de capital solamente después de haber ocurrido vía reducciones en el empleo (racionalización laboral). Esta secuencia tiene el interés de que los incrementos más importantes en la productividad tienen lugar únicamente después de esa actividad inversora, encontrándose además ligados no solamente a los ascensos de la utilización de capacidad sino también a la dinamización de las exportaciones. Un esfuerzo por mejorar la posición competitiva se evidencia en el hecho de que una mejoría en la competitividad en flujos comerciales manifiesta en esta dinámica exportadora, tiene lugar en presencia de una compresión de los márgenes de ganancia.

Si bien el crecimiento de la productividad en la reconversión se recuperó, esta recuperación se basó, en general, más en esos procesos de MO que de IICT, de manera que el sustancial incremento en el ritmo de crecimiento de la productividad del trabajo medida en producto (b) estaba relacionado

---

<sup>13</sup> Los mecanismos de reconversión (IICT y MO) involucran un incremento en el stock de capital por trabajador (o intensidad de capital) que puede deberse a dos causas que no son mutuamente excluyentes: una, el aumento en el capital (característico de la IICT) y otra, la disminución en el empleo (característico de la MO).

con la expulsión de fuerza de trabajo ligada a la racionalización laboral, como parte de esa MO. No se dispone, todavía, de las cifras sobre la actividad inversora que permitirían evaluar si el proceso de reconversión se ha profundizado, en el curso de la reacción del sector a la apertura, al desplazarse el énfasis en los mecanismos de este proceso de la MO a la IICT, aunque los datos preliminares indican que el sector se está moviendo efectivamente en esta dirección (de la MO a la IICT). A este respecto deben señalarse dos hechos que en su aparente inconsistencia destacan la imposibilidad de establecer por el momento conclusiones definitivas con respecto al impacto de la apertura. Por una parte, la actividad inversora reciente manifiesta en esos indicadores preliminares (el volumen de inversión reciente aparente en las importaciones de bienes de capital) ha alcanzado magnitudes, que de sostenerse regresarían la inversión a su tendencia previa al período de ajuste (crisis y reconversión). Por otra parte, la información disponible para los primeros años de la apertura, indica que su impacto no era entonces de una importancia comparable, en términos de los mecanismos de la reconversión (ver análisis sectorial más abajo), al esfuerzo acometido en los años precedentes. Naturalmente, esta situación es un resultado de los rezagos característicos en estos procesos y en su impacto, ya que una recuperación del ritmo crecimiento de las productividades (total, y parciales del trabajo y del capital) en las cuales está basado este análisis de los mecanismos de la reconversión tendrá que esperar a que los procesos de ajuste y de aprendizaje que siguen al impacto perturbador inicial de una inversión masiva culminen y den sus frutos en términos de crecimiento de la productividad.

El hecho básico en términos de la dinámica del crecimiento del sector durante la apertura, es que no se sostiene la dinámica que traía de la reconversión, y la tasa de crecimiento regresa a un nivel cercano al de la crisis. Sin embargo, esta reducción del crecimiento en la apertura debe calificarse subdividiendo el período de apertura entre una fase inicial de ajuste (1990-1991) y una de consolidación (1992-1994) observándose que el crecimiento de la producción se recupera de la primera a la segunda. Por otra parte, al introducir la consideración de la evolución de la productividad, el cuadro de la dinámica industrial de la reconversión a la apertura se complica en dos sentidos adicionales: primero, el ritmo de crecimiento de la productividad ha decaído con esta; segundo, si bien este fenómeno está ligado al descenso de la productividad del capital ( $t$ ) que acompaña el intenso proceso de inversión, el descenso en el ritmo de crecimiento de la productividad del trabajo resulta difícil de explicar, debido tanto a este proceso de inversión como al hecho de que se ha profundizado la racionalización laboral: la tasa de crecimiento del empleo ha continuado cayendo en la apertura a pesar del incremento que presentó durante 1992.

**CUADRO 1.5.**

**Evolución del Agregado Manufacturero por subperíodos.  
Promedios de las tasas anuales de crecimiento.**

SUBPERIODO	PRODUCCION	INV.	INV.	IMPORT.	EXPORT.	BALANZA
	BRUTA	BRUTA	BRUTA (1)		(2)	CCIAL (2)
1974-1983	3.33	7.45	5.61	7.20	1.82	-11.72
1984-1989	4.84	-1.39	1.14	1.62	12.04	5.85
1990-1991	2.11	10.59	12.25	1.50	16.03	21.35
1992-1994	4.37	25.24(3)	ND	34.56	10.49	-184.54
1990-1994	3.47	17.92 (4)	ND	21.34	12.70	-102.18

Notas: (1) Sin sectores 353 y 371

(2) El valor presentado para 1993 no incluye los sectores 353 ni 354.

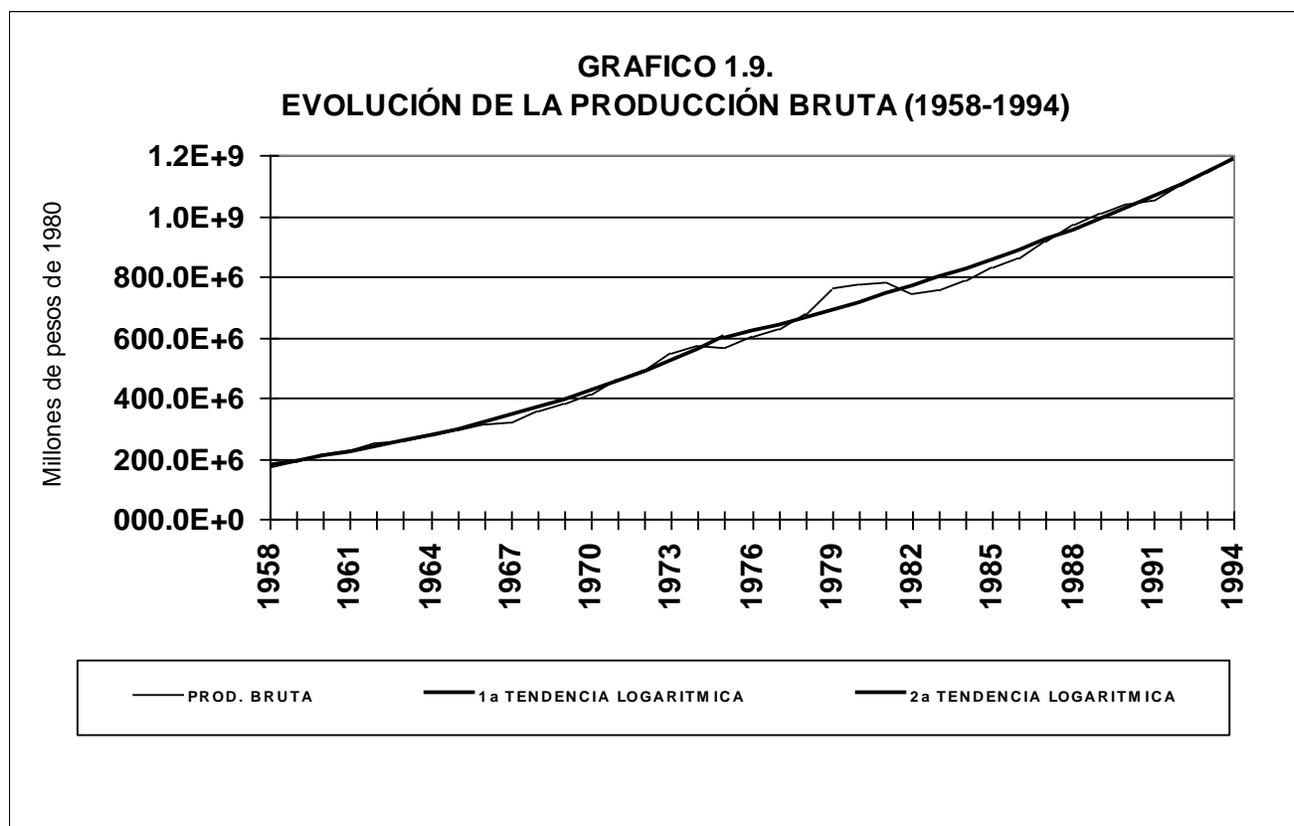
(3) Período 1992-1993

(4) Período 1990-1993

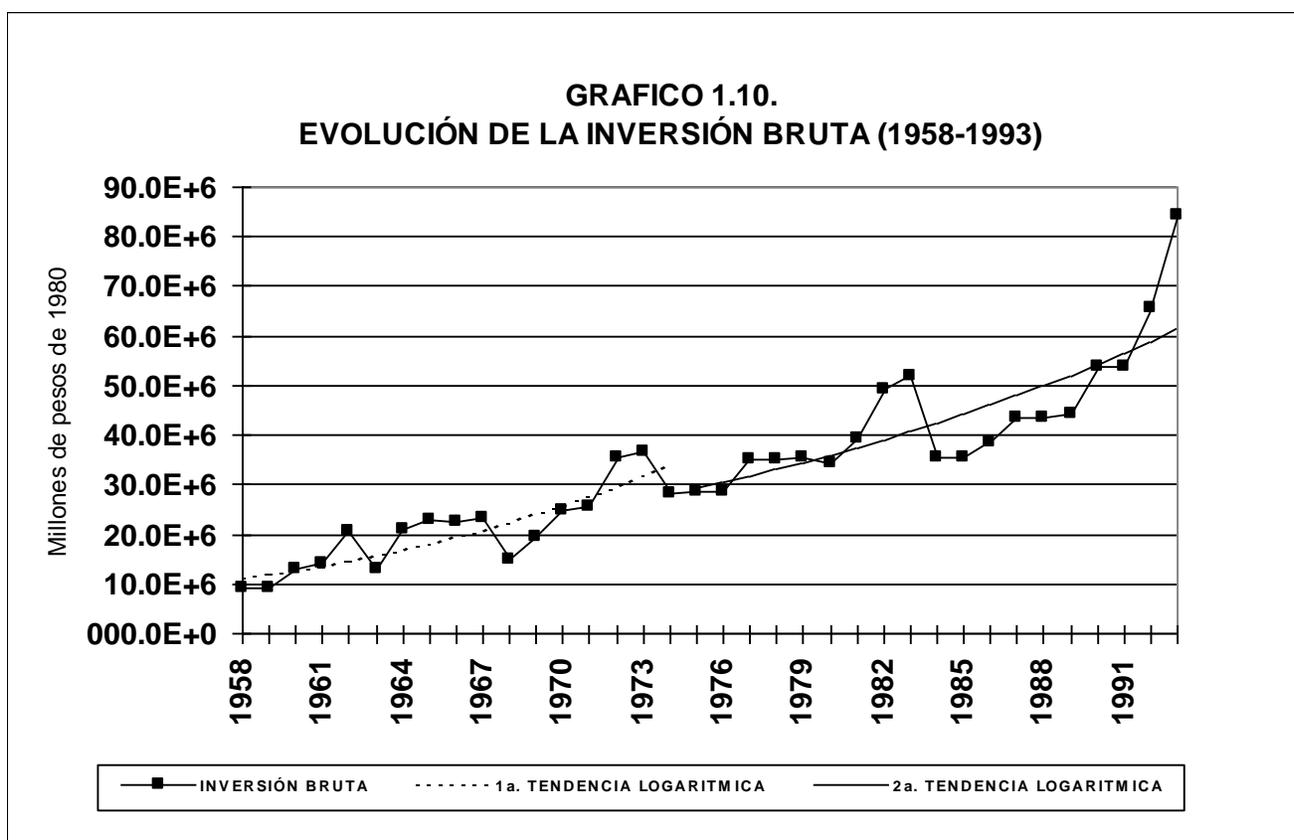
p: proyectado.

e: estimado.

FUENTE: Cálculos propios.



**GRAFICO 1.10.  
EVOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN BRUTA (1958-1993)**



### *Variables macroeconómicas*

Se puede observar, al considerar la tasa de cambio multilateral de Colombia, Chile, México y Venezuela frente a la canasta de monedas de sus principales socios comerciales, una pérdida de competitividad considerable de Colombia frente a estos países (y en general frente al resto del mundo) debido a la aceleración de la tendencia de revaluación real en el año 1994 con respecto a lo observado en el período 1990-1993. Este proceso comienza a revertirse a mediados de 1995, desde cuando sucesivos incrementos en la tasa de cambio nominal, sin aumentos en los precios al consumidor, permitieron mejoras en la tasa de cambio real, neutralizando en parte el efecto de las devaluaciones en Venezuela (aunque en este país, la acelerada inflación en 1995 ha contrarrestado la devaluación nominal de 1994, provocando una revaluación real), México, Ecuador y Brasil, y llevando la tasa de cambio real a niveles como los de 1986.

En términos comparativos con México y Venezuela, Colombia muestra tasas reales de interés de colocación considerablemente altas, consolidándose como uno de los países de América Latina con mayores costos financieros, siguiendo una evolución similar a la mostrada por Chile. Esta característica se acentuó a partir de 1994 desde cuando las tasas de interés reales han estado en su mayor nivel histórico.

Al corregir las tasas domésticas de interés por la devaluación de las respectivas monedas, para comparar internacionalmente el costo del capital, encontramos nuevamente que Colombia presenta desde 1994 la tasa de interés de colocación en dólares más alta entre los países mencionados. De hecho, el diferencial de la tasa de interés de colocación colombiana con la de Estados Unidos está en 1995-1996 cercano a los 30 puntos porcentuales. Nuevamente, Chile comparte con Colombia la

característica de tener elevados niveles de tasa de interés en el contexto latinoamericano.

### *Análisis econométrico*

Con el fin de facilitar el análisis de la competitividad en la industria, se realizaron ejercicios econométricos acerca de los determinantes de la competitividad en flujos comerciales, en los cuales se utilizó como variable dependiente la tasa de apertura exportadora ( $x$ ). Se destaca el efecto positivo de la tasa y el margen de ganancia, del capital humano, la productividad del trabajo y del crecimiento de la intensidad de capital ( $k$ ) y el efecto negativo del nivel de la intensidad de capital y de la PTF neta de utilización medida en producto.

El efecto del nivel de la intensidad de capital, medido por  $k$ , resulta ser negativo y significativo a través del tiempo, por el contrario, el crecimiento de  $k$  tiene un efecto positivo entre sectores. Como variable de capital humano, se tomó la relación entre el trabajo calificado y el no calificado, que tiene un efecto positivo y altamente significativo. Se tuvieron en cuenta dos medidas de la productividad: primero, la productividad multifactorial libre de utilización (PTF\*) y segundo, la productividad del trabajo ( $b$ ). Los sectores con mayor PTF\*, resultan tener caídas contemporáneas en su competitividad, lo cual implica la existencia de un período de ajuste entre el aumento de productividad y una mayor competitividad, evidenciado por el efecto positivo rezagado de la productividad del trabajo.

## **2. Políticas Económica y de la Innovación**

### **2.1 Apertura y desarrollo productivo para la competitividad**

En 1989, se inicia la fase de apertura, proceso que se justificó por el nexo que las autoridades de política económica encontraban entre la pérdida de dinamismo de la economía y el agotamiento de la ISI, en el marco del creciente consenso en la región respecto a la necesidad de un nuevo modelo de desarrollo. A partir de 1994, la apertura se ha complementado con políticas de desarrollo productivo en función de la competitividad.

Se argumentaba que una economía cerrada no disponía de la dinámica requerida para motivar cambios importantes en su estructura, como tampoco alentaba la utilización más intensiva de sus recursos para alcanzar mayores niveles de productividad. Asimismo, consideraba que la promoción de nexos económicos con las corrientes internacionales ayudaría a superar el rezago tecnológico que limitaba su competitividad y el sesgo antiexportador implicado por la protección. Por ello, el llamado Programa de Internacionalización de la Economía Colombiana, iniciado en 1990, se propuso modificar la estructura vigente de la protección como principal instrumento de política.

Las expectativas de una mayor liberalización, la coyuntura y el difícil entorno normativo dificultaron la puesta en marcha de las medidas de liberalización que aunque más radicales en 1990 que las reformas iniciales del gobierno Barco (1986-1990), tenían todavía un carácter gradual. A partir de 1992, se profundizó la liberalización del comercio exterior y de las transacciones de capitales (eliminación de los controles cambiarios y establecimiento de un mercado cambiario organizado, aunque intervenido), al tiempo que se aceleró la privatización de servicios y propiedades estatales, se permitió un acceso directo e igualitario (garantizado constitucionalmente) para la inversión extranjera y se avanzó en la liberalización financiera y en la flexibilización del mercado de trabajo. Los principios de las reformas eran la neutralidad de incentivos y la ausencia de diferenciación sectorial de las políticas. Algunas de estas reformas institucionales alcanzaron rango constitucional, como la reforma del banco central, y se privilegió legalmente la estabilización como un factor prioritario en los objetivos de política económica, todo ello como garantía del mantenimiento de la liberalización.

La transición al "Desarrollo productivo para la competitividad", propuesta por el actual gobierno, busca mantener el esfuerzo de la apertura complementándolo con una política de desarrollo productivo para la creación de ventajas competitivas y con la ejecución de una política de inversión pública en educación y saneamiento básico, como pilares del énfasis social. La preocupación por la equidad se traduce en una política de focalización del gasto social, de educación y empleo. Para desarrollar esta estrategia se propone una política macroeconómica sana que hace énfasis en quebrar la inercia inflacionaria y el deterioro en el ahorro y la tasa de cambio real; políticas sectoriales activas que permitan recuperar la dinámica del crecimiento con medidas de corte macroeconómico; políticas dinamizadoras de la pequeña propiedad y la economía solidaria; y políticas que actúan sobre el mercado de trabajo, todo ello en un contexto de mantenimiento de un régimen comercial abierto, de participación de la actividad privada en actividades anteriormente reservadas al Estado y de prioridad

a la estabilización en el ajuste macroeconómico .

Las políticas sectoriales activas surgen, incluso, desde mediados del proceso de apertura. A finales de la anterior administración se iniciaron acciones de política agropecuaria activa, en tanto que los Ministerios de Desarrollo Económico y Comercio Exterior comenzaron a gestar nuevas formas de política sectorial, en torno a algunos estudios sectoriales y al montaje de un nuevo modelo de promoción de exportaciones en Proexport. La creación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología durante la administración Barco (1986-1990) y su puesta en funcionamiento, significó el diseño de mecanismos para promover el desarrollo tecnológico. Finalmente, la reforma del SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) estableció instrumentos complementarios de acción en el terreno de la formación profesional. Algunas de estas iniciativas de política se han profundizado en el curso de la actual administración, como se apreciará en la siguiente sección.

## **2.2 Políticas que afectan la innovación y el cambio técnico**

Una de las características esenciales de la política industrial, la cual parece dar cuenta del éxito alcanzado en los casos de desarrollo industrial acelerado reciente, es su carácter estratégico. Dicho carácter implica, por una parte, un enfoque comprensivo y por otra, uno selectivo. El enfoque comprensivo, a su vez requiere de una articulación tanto en el tiempo como en la estructura de las políticas y de sus instrumentos. La articulación en el tiempo implica una consistencia entre estas políticas e instrumentos de corto plazo, y de mediano plazo, con las políticas e instrumentos de largo plazo de manera que todo el conjunto se integre a la visión estratégica de largo plazo. A su vez, la coherencia en la estructura de las políticas e instrumentos requiere que la concepción articulada de esta estructura se traduzca en acciones coherentes y sincronizadas mediante mecanismos que garanticen un enfoque coordinado entre las diversas instituciones y organizaciones. Por su parte, la selectividad se refiere a la necesidad de complementar los instrumentos de carácter transversal con instrumentos de carácter específicamente sectorial, en una visión estratégica que explicita criterios de priorización. Como ya se señaló en el capítulo primero, una de las características fundamentales de la implementación de la política económica, es la forma como la urgencia coyuntural determina prioridades cuya atención no es en general consistente con las metas de largo plazo.

### ***Concepción estratégica***

El planteamiento estratégico de la actual política (en materia de políticas sectoriales activas) está influido por los desarrollos de las Políticas Comerciales Estratégicas y se concreta en el Consejo Nacional de Competitividad y los Acuerdos Sectoriales de Competitividad (ASC) como principales mecanismos articuladores. Tanto uno como otro mecanismo poseen en común tres elementos característicos: en primer lugar, la referencia a la necesidad de obtener mejoras en la competitividad en términos de la penetración de mercados externos dinámicos. En segundo lugar, el carácter concertado del diseño y aplicación de los instrumentos de esas políticas. En tercer lugar, por oposición al problemático esquema de escogencia de ganadores, estos mecanismos se definen como unos que permiten especializar la aplicación sectorial de los instrumentos de política, sobre la base de visiones estratégicas de los sectores respectivos o sus encadenamientos productivos. En forma complementaria a la articulación concretada en los mecanismos mencionados, se incluye una Estrategia de Infraestructura para la competitividad y la Política de Desarrollo del Capital Humano.

Los ASC se constituyen un espacio para la coordinación de las acciones específicas a cada cadena sectorial en el que gobierno asume el papel de facilitador y el sector privado y los trabajadores, la responsabilidad de instrumentalizar y hacer operativo cada uno de los planes y programas afines con la estrategia y los instrumentos de fomento productivo en materia fiscal, financiera, comercial y de apoyo técnico.

El principal objetivo es alcanzar niveles de competitividad internacional, mediante mayores niveles de productividad. Como un mecanismo dinámico, los ASC se inician con los diagnósticos, se afianza con las declaraciones de voluntades, se precisan con la firma del acuerdo de metas y compromisos tripartitos y concertados, y culminan con el monitoreo y recomposición de las metas y compromisos. Bajo este esquema se vienen desarrollando acuerdos sectoriales en las siguientes cadenas productivas: i. textiles y confección; ii. siderurgia, metalmecánica, bienes de capital y sector automotor; iii. cuero, manufacturas de cuero y calzado; iv. petroquímica, plásticos; v. papel, pulpa de papel e imprentas editoriales; vi. conservas de fruta y hortalizas; y vii. acuicultura. Solamente se han firmado los de siderúrgica, metalmecánica, bienes de capital y el de textiles-confecciones.

La principal ventaja que presenta este esquema es la identificación de problemas a partir del diagnóstico y la discusión en las diferentes mesas de trabajo en la cadena productiva, y la elaboración de diagnósticos desagregados dependiendo de los cuellos de botella que enfrenta cada una de la firmas dentro de la cadena en su conjunto, así como el compromiso de mediano plazo que adquieren los actores.

En términos de las dificultades, la selección de las cadenas sectoriales no ha respondido a la construcción de nuevos y dinámicos sectores que respondan a una visión estratégica de modernización industrial y a la búsqueda de una especialización productiva acorde con las tendencias de recomposición mundial del comercio y de la industria. Se ha privilegiado la selección de sectores considerados como tradicionales y no modernos. Así, el mecanismo de concertación ha sido especialmente diseñado para dar lugar a la solución de los problemas de rezago competitivo de la gran industria sin contar con que gran parte del dinamismo industrial reposa en la presencia de las pequeñas y medianas empresas. En la mayoría de los casos se ha evidenciado una deficiente definición de las prioridades sectoriales, quizás como producto de los débiles diagnósticos, pero también como resultado de la ausencia de proyección estratégica sectorial.

De otra parte, la frágil representación empresarial de gran parte de los gremios privados impone límites a los compromisos del lado de la empresa: el marginamiento de algunos segmentos de la producción limita severamente el alcance, difusión e impacto de los compromisos adquiridos. Asimismo dado que no siempre es alta la coincidencia entre los instrumentos de las políticas sectoriales y los puntos centrales de los acuerdos, éstos pueden no ser el mejor escenario para dimensionar la estrategia de desarrollo tecnológico, industrial y comercial.

El planteamiento estratégico se ha traducido en acciones de política que no hacen una consideración explícita en cuanto al plazo en el que actúan los mecanismos o a los criterios estratégicos de selectividad. La consideración de que las políticas de apoyo deben soportar las actividades económicas en crisis es una constante en la aplicación de los instrumentos de política, de manera que la estrategia en muchos casos se reduce a dirigir recursos a las actividades en problemas. No se ha generado un impulso significativo en materia de desarrollo institucional, financiación, comercio exterior o inversión extranjera. La coherencia y comprensividad de la política la dan los mecanismos articuladores, sin embargo, las dificultades que han surgido en los procesos de concertación, la indefinición de responsabilidades gubernamentales de alto nivel y el hecho de que

estos procesos se hubiesen dado en cadenas en crisis, significan una aparente desarticulación y ausencia de liderazgo en la aplicación coherente de las políticas. Pese a ello, el planteamiento que se ha alcanzado en algunos mecanismos articuladores resulta en compromisos y metas de largo plazo que se definen en función de niveles de productividad física y competitividad en penetración de mercados.

En algunos casos se puede considerar que las políticas no son coherentes con el planteamiento estratégico de largo plazo. Esta afirmación adquiere particular importancia al considerar la política de financiación y del mercado de capitales, que no parece estar guiada por las orientaciones estratégicas, en la medida en que ni en su planteamiento ni en los recursos dirigidos demuestra su compromiso con el objetivo estratégico de la competitividad a nivel de la empresa. En relación con la selectividad, aún cuando existen instrumentos de carácter sectorial, la ausencia de mecanismos de carácter transversal que sean operativos y dinámicos (por ejemplo a nivel arancelario y financiero) ha significado que los mecanismos articuladores no hayan logrado dinamizar las cadenas sectoriales. Un factor que contribuye a la inoperancia de estos mecanismos es la subordinación de los instrumentos de política a la urgencia coyuntural y la priorización del objetivo de estabilización.

## **2.3 La actividad innovadora y la productividad de las empresas**

La presente sección tiene el objetivo de mostrar los avances, en productividad y actividad innovadora, obtenidos en estudios realizados en empresas representativas, diez en cada una como prueba piloto, de las cuatro principales cadenas de la producción industrial: Textil-Confecciones, Papel-Impresos, Petroquímica-Plásticos y Siderúrgica-Bienes de capital. Igualmente, se hace referencia a los principales aportes tecnológicos incorporados en los sectores comercial, financiero, energético, comunicaciones y del transporte, de acuerdo a la versión de expertos representativos de cada actividad.

### **a) Estrategias para mejorar la productividad y la competitividad en las empresas.**

En los últimos quince años, en las empresas de la muestra se evidencian comportamientos que corresponden a los planes de las empresas y a su respuesta frente a los cambios en la dirección de la política económica, y reacciones ante las coyunturas de crisis, entre 1982-1984, y la apertura, posterior a 1991.<sup>14</sup>

La impresión más importante es la de contar con planes, programas y proyectos de largo plazo, expresados en la implementación de criterios de planeación estratégica y versiones colombianas de la calidad total, mientras adoptan actitudes críticas respecto a los planteamientos administrativos de moda como la reingeniería y el “benchmarking”. Los principios derivados de la

---

<sup>14</sup> No obstante, es necesario aclarar que, en todos los casos, las empresas muestra corresponden a empresas representativas de cada sector económico y fueron seleccionadas por su dinámica productiva y por reflejar algún grado de liderazgo, por lo tanto, lo que se va a presentar como estrategias de productividad y competitividad corresponde a un grupo de empresas líderes y las conclusiones no pueden extenderse al conjunto de la industria y al resto de las actividades económicas.

planeación estratégica son los que mayor aceptación tienen entre el empresariado colombiano, por tanto los más practicados. De esa experiencia se derivan los principales cambios organizacionales, la definición de objetivos y metas y la actitud crítica sobre los modelos de moda, de los cuales se asume que las empresas no pueden adoptar tendencias ni cambiar de modelos, solamente por seguir las sugerencias de los asesores administrativos. Igualmente, se considera que es necesario concluir la puesta en marcha de los procesos de reestructuración administrativa.

### ***Las respuestas a la crisis***

Las secuelas de la crisis económica, sentida con mucho rigor en los sectores industrial y financiero, sirvieron para sentar las bases de varios de los programas de reestructuración con los que algunas empresas afrontaron, con relativo éxito, el proceso de apertura económica. En el sector financiero se presentaron simultáneamente las reformas dirigidas a su fortalecimiento patrimonial con el proceso de cambios organizacionales y la presentación de nuevos productos y el programa de sistematización de más largo plazo. El sector petroquímico, doblemente afectado por el choque petrolero y la crisis, sentó las bases del proceso de automatización de las plantas y su orientación exportadora. En la industria papelera se introdujeron los sistemas de computación en procesos y la transformación en la organización de las condiciones del trabajo, mientras la actividad impresora aceleró las tasas de inversión para consolidar una orientación exportadora, mediante la participación en actividades de subcontratación internacional. En textil y confecciones se reaccionó con cambios organizacionales e inversión en equipo. La siderúrgica y la metalmecánica, especialmente la automotriz, realizaron ingentes esfuerzos de inversión en equipo y modernización organizacional que las condujo a ser las mejor preparadas para la apertura. En los sectores comercial, energético y de transporte no se presentaron cambios de la magnitud de los realizados en otros sectores.

### ***El comportamiento frente a la apertura***

Frente a la apertura, los sectores que no habían mostrado mayor dinámica en la década de los ochenta presentan los mayores esfuerzos de cambio técnico e inversión. En el sector industrial, los efectos de la apertura son diversos, de acuerdo al grado de incidencia que tenga el manejo cambiario, la penetración de la competencia externa y el control sobre las redes comerciales. Los sectores textiles y de confecciones son los más afectados por la doble incidencia de la pérdida de competitividad, originada por la revaluación y el contrabando, lo cual condujo a fortalecer los cambios organizacionales y replantear las políticas de inversión y comercialización internacional. La industria papelera continuó con sus planes de largo plazo, no obstante aceleró la competencia por calidades y se introdujeron nuevos tipos de papel. En petroquímica y plásticos se acentuaron las políticas de calidad y la optimización de procesos en la busca de neutralizar el efecto de la revaluación sobre la competitividad sectorial. La cadena siderúrgica-metalmecánica-automotriz fue la de mayor expansión, beneficiándose de los procesos de reestructuración previos y de la gran expansión del consumo, mientras las empresas de bienes de capital siguieron adelante con sus proyectos frente a las enormes expectativas de inversión en infraestructura. Las actividades con mayores niveles de cambio ligados al proceso de apertura, son las de comunicaciones, comercio, energía y sector financiero, mientras en el sector transporte el impulso generado por la desregulación no ha sido consistente con las necesidades del país. Las telecomunicaciones se beneficiaron de la política de apertura y la desregulación sectorial, como consecuencia se tiene la aparición de la telefonía celular, la ampliación de cobertura en la telefonía fija, de 10 a 14 teléfonos por 100 habitantes, los tendidos en fibra óptica, la presencia de competencia en el espectro electromagnético con mayores canales de televisión, servicios de valor agregado y el acceso a Internet. En el comercio, se consolidó el sistema de barras en los grandes almacenes, se avanzó en los procesos de sistematización, incluyendo la introducción

del “scanner”, se expandieron los almacenes de grandes superficies y aparecieron nuevas cadenas con servicios especiales para el gran público. El sector energético se encuentra en proceso de desregulación y a su haber se encuentran cambios dirigidos a fortalecer la política ambiental, gasolina ecológica, aceites de mayor duración, etc., acompañados de esfuerzos de exploración y explotación, contratación de nuevas plantas, más pequeñas y eficientes, y el programa de masificación del gas natural. El sector financiero, principal favorecido por la apertura financiera, continúa consolidando su sistema de intercomunicación electrónica configurando redes nacionales, ampliando la de red de cajeros automáticos y diversificando servicios.

### ***Estrategias implementadas***

En el ámbito de estos cambios se vienen consolidando las estrategias de productividad y competitividad de la economía colombiana. En la combinación entre los dos tipos de estrategias, predomina el hecho de que la mejora en la productividad es el mejor camino para fortalecer la competitividad del país, mientras la determinación de una tasa de cambio de equilibrio es la mejor regla de juego de la que puedan disfrutar los empresarios de los diferentes sectores de la economía.

### ***Estrategias de productividad***

Cambios organizacionales tendientes a la consolidación de estructuras corporativas, aplanamiento de las organizaciones, especialización en la producción y subcontratación en procesos, etc. Programas de capacitación con énfasis en nuevas tecnologías de procesos y productos, diseño, aseguramiento de la calidad, seguridad industrial y reducción de desperdicios en insumos y materias primas. Programas de calidad, que van desde el conocimiento de las normas técnicas hasta el aseguramiento de la calidad, bajo normas ISO 9000, 9001 y 9002, pasando por las pruebas destructivas o no destructivas y el seguimiento y auto control en los puestos de trabajo. Mejora en procesos y productos, que incluye experiencias de sustitución de insumos nacionales por importados, técnicas para mejorar la eficiencia del insumo energía, desarrollo de materiales propios y desarrollo de nuevos productos. Reducción de inventarios de materias primas y productos terminados, mediante la incorporación de técnicas del “just in time”, en la perspectiva de reducir espacios y costos de almacenamiento. Con diferente grado de aceptación, de acuerdo al volumen y origen de las materias primas y al tipo de producto terminado. En las actividades donde el producto es sobre pedido y en los servicios donde la atención al cliente es sustancial, la preocupación por el cumplimiento y el seguimiento de las rutas críticas se convierten en una de las principales estrategias para controlar la productividad.

### ***Estrategias de competitividad***

Mayor acercamiento hacia la inversión externa y las alianzas estratégicas, lo cual varía dependiendo de la actividad económica. Una combinación de las dos se presenta en los sectores petrolero y de telecomunicaciones, mientras las alianzas estratégicas se consolidan más en los sectores industrial y comercial. Mayor recurso a la subcontratación internacional y la maquila, estrategias particularmente utilizadas en las industrias de la impresión y confecciones, mientras en otras se aprovecha la inercia de la red comercial para comercializar bienes importados y exportar productos sin tradición. En estos casos, el diseño y la diferenciación de productos son ingredientes anexos de la estrategia. Combinación en la utilización de mecanismos para-arancelarios y de política exportadora para garantizar nichos de mercado internacional. Utilización de sistemas Plan Vallejo en maquinaria, insumos o reposición, con la aplicación de los certificados de reembolso tributario (CERT) y adjudicación de créditos de Proexpo. Para los bienes de capital, los procesos de

articulación de la oferta y la incorporación de la ingeniería financiera y de proyectos, para proyectos “llave en mano” bajo las modalidades BO, BOM, BOT ó BOMT son las más importantes. Para algunas industrias, particularmente de exportación, la relocalización hacia las costas y las Zonas Francas se encuentra en curso o, por lo menos, dentro de sus expectativas.

## **b) Actividad innovadora de las empresas.**

### *Elementos de innovación en las empresas*

La percepción de elementos de innovación incorporados a la dinámica de las empresas se desprende de los estudios de caso. Cuatro elementos aparecen como componentes de la actividad innovadora: el diseño, el aseguramiento de la calidad, el tratamiento de materiales y el desarrollo de nuevos productos.

Los sistemas CAD son cada vez más comunes a la vida cotidiana de las empresas, los productores de bienes diferenciados construyen su ventaja competitiva de la variedad y calidad del efecto diferencia. No obstante, el impacto no es igual en las diferentes industrias, así en confecciones se imitan los diseños internacionales y se adaptan los criterios de la moda, mientras la maquila asimila los diseños entregados por el contratante. En plásticos, el diseño está ligado al mercado de productos y las necesidades de los fabricantes, no obstante existen alianzas en los programas de proveedores para desarrollar diseños de partes para carros y maquinaria, al tiempo que se hace diferenciación vertical por calidad; en la industria de artes gráficas el diseño es ajeno a sus necesidades, problema que debe resolverse es en las actividades de preimpresión; en los bienes de consumo durable se adoptan patrones internacionales y se adaptan diseños a los requerimientos climáticos y topográficos.

Las políticas de aseguramiento de la calidad, incluso sin certificación, permiten desarrollar varias innovaciones menores. El simple conocimiento y aplicación de las normas técnicas es un proceso de adopción tecnológica; los requisitos de calidad de materiales y el desarrollo de los programas de proveedores presionan a adoptar y asimilar conocimiento tecnológico; los esquemas de mejora continua y los círculos de participación, practicados en varias empresas papeleras, de artes gráficas, metalmecánicas, de vidrio, de alimentos y bebidas, textiles y otras, constituyen la base de la práctica iterativa para mejorar aspectos menores en procesos y productos; finalmente, los sistemas de control de calidad permiten asimilar la metrología y normalización técnica.

El tratamiento de materiales es menos abundante en las empresas colombianas. La práctica se concentra en las pruebas de calidad, destructivas y no destructivas, dirigidas a establecer los niveles de resistencia de los materiales y adaptarlos a las circunstancias de su utilización, por ejemplo, las autopartes y los componentes de soporte y seguridad en los electrodomésticos. Otro tipo de experiencia es la que muestra la industria plástica cuando comienza a incorporar materiales con reacción química, ya utilizados en otras partes del mundo y novedad en Colombia, y el trabajo con moldes autorefrigerados.

El desarrollo de nuevos productos forma parte de la estrategia comercial de las empresas que producen bienes diferenciados. La variedad y las cualidades de los nuevos productos constituyen un proceso de adopción y asimilación tecnológica, generalmente liderada por empresas multinacionales que trasladan al país las innovaciones desarrolladas en sus propios centros de I&D, en la casa matriz u otras filiales. La mayor variedad de productos, encontrada en el mercado a partir de la liberalización comercial de la apertura, constituye un elemento de presión para las empresas colombianas hacia la

diversificación de su variedad, desafortunadamente este esfuerzo se reduce a la imitación y adaptación de diseños y no a la formulación de productos nuevos.

### ***Fases de la actividad innovadora***

De los estudios de caso y de la prueba piloto con los expertos no se puede deducir un seguimiento a la práctica cotidiana de las empresas. No obstante, se pueden señalar dos elementos que parecen concurrir en empresas que realizan prácticas de incorporación tecnológica: el aseguramiento de la calidad posibilita la incorporación de las diferentes fases de la actividad innovadora en la cotidianidad de las empresas, desde el monitoreo hasta la mejora de materiales y productos; de otro lado, las actividades de diseño y el desarrollo de nuevos productos permiten ligar tres fases de la actividad innovadora, la adopción, la asimilación y la adaptación de tecnologías.

## **2.4 Instrumentos de política implícita**

Se agrupan a continuación los instrumentos en tres grupos: política industrial-tecnológica, políticas del sector externo, políticas de inversión extranjera y políticas financieras y tributarias.

### **a) Políticas industrial-tecnológica**

A partir de 1993, las autoridades económicas diseñaron acciones dirigidas al fortalecimiento de la planta productiva, lo que se expresó en la expedición del documento del Consejo Nacional de Política Económica y social (CONPES) "Acciones para la Modernización Industrial" (abril de 1993), que enumera acciones como la promoción de la competencia y generación de infraestructura tecnológica. Como acciones complementarias, el anterior gobierno inició el respaldo a las corporaciones de carácter mixto como la Corporación Calidad y la Corporación Colombia Internacional. Y como medio para fortalecer la formación del recurso humano especializado se inició también un proceso de reestructuración del SENA.

El actual gobierno inició la ejecución de una Política de Modernización Industrial que, tomando como eje las acciones en materia tecnológica, involucró acciones estratégicas para el desarrollo industrial cuyo mecanismo articulador básico son los Acuerdos Sectoriales de Competitividad, los cuales serán considerados en la respectiva sección. La implementación de esta política involucra, además de otros mecanismo articuladores, el grupo de 10 instrumentos que se refieren a continuación.

### ***Desarrollos estratégicos***

La política enuncia la posibilidad de apoyar desarrollos estratégicos a través de financiación e inversión directa y en el marco de los Acuerdos Sectoriales. Como se menciona más adelante en la sección correspondiente a las políticas financieras, el Instituto de Fomento Industrial (IFI) es el instrumento financiero para el fomento del desarrollo industrial. Para el desarrollo de nuevas empresas, el IFI, el Ministerio de Desarrollo y COLCIENCIAS fomentan las incubadoras de empresas de base tecnológica; las dos primeras instituciones, con asocio del sector privado trabajarán en la articulación de Bancos Regionales de Proyectos en una Red Nacional de Bancos de Proyectos de Inversión

## ***Promoción de la Competencia***

La falta de reglamentación del marco normativo existente limita la aplicación objetiva de las reglas sobre la defensa de la libre competencia, permitiendo la consolidación de conductas que atentan contra la libre competencia de firmas, bienes y servicios. En la política industrial está ausente la disposición a hacer extensiva a las prácticas de intercambio internacional la normativa sobre vigilancia de comportamientos competitivos. El Gobierno ha promovido sin éxito en tres ocasiones un Estatuto de Promoción de la Competencia, con características similares a los desarrollados en otros países. En la actualidad, se adelanta la reglamentación de la reciente ley sobre la política de competencia y se tramita la expedición en el Congreso de la ley de protección del consumidor.

## ***Compras oficiales***

Los primeros avances en esta materia se desarrollan al interior de la Comisión de Bienes de Capital, como un mecanismo articulador, en el que se ha concertado con el propósito de incrementar la participación de la oferta colombiana de bienes de capital y de servicios de ingeniería en los proyectos de inversión que se ejecutan en el país. La Comisión se ocupa de: a) formular propuestas en torno a la política del gobierno en materia de compras estatales; b) formular políticas industriales para las cadenas productivas del sector de bienes de capital; c) sugerir lineamientos para establecer la red de información sobre la demanda estatal de bienes de capital y d) asesorar al Gobierno en materia de negociaciones comerciales internacionales.

La Comisión Bienes de Capital ha recomendado modificar la legislación de compras estatales en términos de reciprocidad, registro de proponentes, economía y contratos estatales de interventoría. Se han promovido directivas ministeriales a las juntas directivas de las entidades estatales del sector eléctrico y de hidrocarburos para la desagregación tecnológica, promover programas de desarrollo de proveedores y homologar los bienes de capital y los servicios de ingeniería demandados para facilitar la participación de la oferta local en la ejecución de los proyectos de inversión. Igualmente, se ha propuesto estudiar la posibilidad de aplicar un 10% como diferencial preferencia sobre el valor CIF (equivalente al valor promedio de los aranceles), buscando la igualdad de condiciones para el oferente nacional.

Los primeros resultados indican que los proyectos de transmisión eléctrica son los que tienen mayores posibilidades de homologación, normalización técnica y desarrollo de proveedores. Una situación diferente se presenta en el sector de hidrocarburos, pese a la magnitud de los proyectos en ejecución. Aunque Ecopetrol ha participado en el desarrollo de compras estatales con la adjudicación de contratos de suministro del proyecto Cusiana II, ha propuesto la promoción de un sistema de información sobre el portafolio de proyectos de inversión de la compañía, así como la lista de vendedores, cuyo propósito es el de orientar a los participantes potenciales en las licitaciones sobre recursos de ingeniería, consultoría, fabricación y construcción que cumplen con los requerimientos de Ecopetrol. De otra parte, y con el fin de que el sector industrial pueda ofrecer sus productos y servicios con la debida anticipación, Ecopetrol y sus compañías asociadas se comprometen a suministrar a través de la red informática, la lista de proyectos a realizar bajo la modalidad "llave en mano" incluyendo el objetivo, el alcance, la clase y especificaciones de los equipos.

El gremio Fedemetal ha propuesto constituir una red de información orientada a promover la articulación sectorial estimulando la constitución de asociaciones productivas, alianzas estratégicas, consorcios y asociaciones y promover la utilización de normas de calidad de aceptación general, todo ello mediante un centro de desarrollo sectorial. Los mecanismos propuestos están por

institucionalizarse o desarrollarse y no es clara la articulación entre sector público y privado. El método de la desagregación tecnológica requiere la disposición de instancias con alta capacidad profesional para determinar con un buen grado de precisión la forma en que la oferta tecnológica nacional se compara con los estándares internacionales exigidos por aquellos proyectos que llevan implícito complejas características tecnológicas.

En cuanto a la Red Nacional de Subcontratación, se crearon las comisiones operativas y se desarrollaron los estudios de factibilidad, cuyo montaje se ha iniciado en el curso de 1996 con la asesoría de organismos internacionales.

### ***Fomento de tecnologías ambientalmente sostenibles***

Las políticas ejecutadas por el Ministerio del Medio Ambiente han estado orientadas a diseñar mecanismos financieros de reconversión ambiental de actividades altamente contaminantes, al estímulo de actividades productivas limpias, a la reglamentación de la normatividad de protección varietal y a formular políticas encaminadas a la protección y conservación del medio ambiente en presencia de necesidades de desarrollo productivo e innovación. En este contexto, el IFI ha creado un línea de crédito especial para el estímulo a la incorporación de tecnologías ambientalmente sanas. Para la financiación de este tipo de proyectos se dispone de U\$260 millones.

## **b) Políticas del sector externo**

El programa de apertura económica, adoptado en 1990, incluyó la reorganización de las instituciones relacionadas con el sector externo, la eliminación del régimen de licencia previa y una rebaja arancelaria, manifiesta en la reducción de la protección en una tercera parte, entre 1989 y 1993. También, se dio impulso a los procesos de integración con los países vecinos y a la flexibilización del régimen cambiario, que incluyó la creación de un mercado cambiario intervenido. En 1993-1994, se logró la firma de un acuerdo de integración entre México, Venezuela y Colombia, conocido como el Grupo de los Tres, con un cronograma definido de desgravación que se empezó a aplicar en el actual gobierno. La dinamización del comercio al interior de estos dos acuerdos ha sido la principal fuente de crecimiento de las exportaciones, pese a lo cual sectores productivos expresan permanentemente los efectos negativos que han generado la ausencia de mecanismos de protección a prácticas desleales de comercio y el contrabando.

Se redujeron los incentivos a la exportación del 20% al 7,4%, proponiéndose el mantener al mismo tiempo una tasa de cambio real competitiva pero, este esfuerzo se abandonó a mediados de 1991 junto con los elementos de gradualidad de la apertura. A partir de entonces, la reducción de la protección y los incentivos a las exportaciones coincidieron con una revaluación significativa de la tasa de cambio real: la tasa de cambio se revaluó en más del 20% en el período 1991-1994, la tasa real de cambio de las exportaciones cayó 27% y la de las importaciones en 35%. Al arancel de aduanas se le adicionó en 1991 la sobretasa CIF de las importaciones y se disminuyó el premio asociado a las restricciones cuantitativas. Los sobrecostos a las importaciones se redujeron del 39.1% a finales de la década de los ochenta a 7.4% en 1994. Como ya se mencionó, la revaluación se detuvo durante 1994-1995 y se revirtió en parte hasta principio de 1996, situación que se acompañó de una mejora en la dinámica exportadora y un menor crecimiento de las importaciones, pero, el proceso revaluacionista se ha reanudado.

El actual Plan de Desarrollo formula un impulso decidido a las negociaciones internacionales. En los dos últimos años, se han adelantado acciones en ese sentido con Caricom (con quien se firmó un acuerdo), Chile (con quien se firmó un acuerdo de complementación económica que implicó concesión de preferencias arancelarias) y Mercosur, y se ha avanzado en el proceso de modernización institucional del Pacto Andino. La integración con Venezuela ha enfrentado dificultades de orden cambiario debido a los desajustes macroeconómicos que ha sufrido este país. Sin embargo, no se han presentado retrocesos o avances significativos en el proceso de integración. No se han iniciado negociaciones con Estados Unidos para el posible ingreso de Colombia al NAFTA. Con la Unión Europea se consiguió la prolongación por diez años más de las preferencias unilaterales que estos países ofrecen a Colombia por la lucha antidrogas. En estas preferencias se logró la inclusión de flores, atún y mariscos.

### ***El efecto de los acuerdos regionales de integración***

La posición competitiva reciente revelada en flujos comerciales se ha deteriorado notoriamente en el período bajo consideración. Este deterioro es patente con los dos países con los cuales se han adelantado procesos de integración reciente: México, en el que se profundiza un balance negativo, y Chile, en el que éste pasa de positivo a negativo. Aunque con este último no tiene lugar en los sectores sujetos a desgravación con la extensión con que tiene lugar con el primero. En el caso chileno los sectores que se destacan como dando cuenta de ese deterioro son : metales no ferrosos, hierro y acero, mientras que en México lo hacen la madera, hierro y acero. Compensaciones de estas

tendencias se dan en productos metálicos y equipo y material de transporte.

En cuanto al Grupo Andino, mientras que el balance se deteriora con los países vecinos (Ecuador y Venezuela) mejora con Perú y Bolivia. En el caso de Ecuador, se destaca el deterioro que se repite en hierro y acero y metales no ferrosos, así como ahora en productos metálicos y equipo y material de transporte, aunque se observa una dinamización del comercio intrasectorial. En el de Venezuela es notable el crecimiento de las importaciones en una gama de productos (alimentos, bebidas y tabaco, sustancias químicas industriales, vidrio, minerales no metálicos y equipo y material de transportes). A su vez, en la mejoría con Perú se destaca el crecimiento exportador de alimentos, sustancias químicas industriales, otros productos químicos y productos metálicos, mientras que para Bolivia esa mejoría es bastante extendida.

En materia sectorial, salta a la vista la ausencia de patrones consistentes, aunque algunos hechos estilizados se destacan. Para los bienes de consumo liviano el generalizado deterioro del balance se agudiza en alimentos, y en menor medida en muebles de madera y es compensado sólo en el caso de imprentas, editoriales y conexas. Otros sectores de consumo que compensan el deterioro son los que producen también bienes intermedios en el área de la petroquímica. En cuanto a los bienes intermedios, de lo diferenciado del comportamiento vale la pena destacar algunos casos: un deterioro consistente se presenta en hierro y acero con la única excepción del Perú; para textiles el deterioro de balance con Chile es compensado por una mejoría en lo desgravado con México; en los intermedios para la construcción el deterioro con México y Venezuela es compensado por mejorías con Perú, Bolivia y Ecuador en la fabricación de objetos de barro, loza y porcelana, y con Perú en minerales no metálicos. Con relación a los sectores productores de consumo durable y/o bienes de capital, productos metálicos se destaca por las mejoras en su balance con México, Chile y Perú, en el segundo caso debido a la expansión de las exportaciones; asimismo, equipo y material de transporte mejora el balance con Bolivia y crecen las exportaciones a México mientras que el primero se deteriora con Ecuador y Venezuela. Finalmente, en los productores de bienes de capital, es notable el deterioro del balance de maquinaria y equipo con Chile, México y Bolivia.

### *Política arancelaria*

Recientemente se iniciaron negociaciones conjuntas de Venezuela y Colombia con Mercosur con el objeto de revisar el llamado patrimonio histórico de acuerdos arancelarios en el marco de la ALADI. Tales negociaciones se enfrentan a la diversidad de etapas en las que se encuentran las negociaciones de cada uno de los países con el Mercosur: Bolivia ya aplica el arancel externo común del acuerdo, mientras que Perú y Venezuela se encuentran en una etapa avanzada de las negociaciones. Recientemente, el Mercosur aceptó los argumentos esgrimidos por el Ministerio de Comercio Exterior colombiano en torno a la conveniencia de adelantar negociaciones en bloque Grupo Andino-Mercosur, lo que significó abandonar el esquema 4-1 de negociación del patrimonio histórico o acuerdos de alcance parcial.

En el marco del Pacto Andino se adoptó el arancel externo común y el mecanismo de franjas de precios. Sólo se han efectuado modificaciones a los niveles arancelarios o a otros mecanismos de protección en aquellos casos en que los Acuerdos Sectoriales de Competitividad comprenden la exención expresa de aranceles para la importación de unidades productivas, o fuera del marco de dichos acuerdos, cuando la importación de tales unidades es considerada de interés para el desarrollo sectorial o regional. Recientemente, se concedieron rebajas arancelarias para el establecimiento de hasta cuatro unidades de refinería de hidrocarburos y una de petroquímica básica.

En otros casos se ha presentado protección arancelaria en el marco del sistema de franjas de precios agrícolas del Pacto Andino. Igualmente, se han impuesto aranceles compensatorios a las importaciones de productos en presencia de daño evidente a la producción nacional; tal ha sido el caso de cueros, calzado, textiles, confecciones y empaques. Sin embargo, el diseño del sistema implica que en presencia de altos precios internacionales como los que se han presentado recientemente, el nivel de protección sea casi nulo. Igualmente, con el fin de evitar prácticas desleales de comercio y lavado de activos, se fijan precios mínimos de importación para algunos otros productos y se han modernizado las normas sobre cláusulas de salvaguardia y sobre derechos antidumping y compensatorios. No se ha adelantado una política de modificación de niveles arancelarios en función de una política tecnológica.

A mediados de 1996, se logró la aprobación por parte de la Junta del Acuerdo de Cartagena de franquicias arancelarias para la importación de bienes de capital, materias primas y repuestos hasta el 2003 para las empresas que se ubiquen en la zona de desastre del Río Páez. Adicionalmente, la producción utilizando este beneficio podrá ser exportada sin arancel a los países del Pacto. Esta es la primera ocasión en la que se aplica un instrumento subregional que involucra la política industrial para la atención de una zona de desastre natural.

### ***Política aduanera***

Tras la unión de las administraciones gubernamentales de aduanas e impuestos durante el gobierno anterior, se ha adelantado un debate público acerca de un sistema aduanero despojado de instrumentos coercitivos. Los gremios de la producción han insistido en la penalización y lucha contra el contrabando así como en la escisión de las administraciones. Ante diferentes cálculos de crecimiento del contrabando y el daño evidente en algunas ramas industriales, el gobierno adelantó un plan de lucha contra el contrabando, el cual no ha resultado en un sustancial aumento de los decomisos. Se ha adelantado sí un programa de formalización del proceso aduanero que incluyó la puesta en funcionamiento de un sistema de control basado en sociedades verificadoras de comercio, y la reglamentación de las sociedades de intermediarios aduaneros y el sistema de funcionamiento.

### ***Promoción y facilitación de exportaciones***

En el Plan de Desarrollo, para implementar el objetivo estratégico de impulsar las exportaciones dentro del esquema de apertura, se adoptó el Plan Estratégico Exportador, que tuvo como objetivo profundizar las reformas del proceso de apertura. Así, se orientó la política hacia un mayor impulso a las negociaciones internacionales, la creación de una unidad especial contra el neoproteccionismo, y la aplicación de esquemas de fomento a las exportaciones, entre otros. Igualmente, bajo la conducción del Ministerio de Comercio Exterior, se buscó la articulación a los esfuerzos de diferentes entidades gubernamentales sobre la base de una orientación estratégica de la política comercial. Estos esfuerzos se han centrado en la disposición de mecanismos financieros para el apoyo a actividades en crisis y en la promoción en la comercialización y búsqueda de mercados a otras actividades.

Proexport Colombia, la oficina de promoción de exportaciones, ha ampliado su radio de acción con la apertura de nuevas oficinas en mercados importantes. Proexport Colombia, también ha adelantado labores de mercadeo internacional a través de las llamadas unidades de exportación, prestará servicios en las áreas de mercadeo e información internacional. En 1995, se conformaron 55 unidades exportadoras, las que han alcanzado un total de 100, beneficiando a 556 empresas en 19 sectores productivos. Esas unidades no han estado vinculadas estratégicamente a los acuerdos

sectoriales de competitividad.

La ampliación de los esquemas de fomento a las exportaciones comprendió aumentos del CERT para 580 partidas arancelarias de productos con caídas importantes en el valor exportado. Los recursos destinados a este instrumento alcanzaron U\$86 Millones en 1995, con un crecimiento del 8% en dólares frente a 1994. El crecimiento del crédito canalizado a través de Bancoldex fue muy cercano al promedio del sistema financiero, con una cobertura promedio del 30% (saldo de crédito/exportaciones menores) similar a la de 1994.

Bancoldex ha continuado presentando aumentos significativos en las colocaciones de crédito para empresas exportadoras y ha iniciado el otorgamiento de crédito para compradores de exportaciones colombianas. Igualmente, ha establecido una línea de crédito para la financiación a productores nacionales para la compra de bienes de capital que enfrentan importaciones competitivas, financiación para la inversión colombiana en el exterior con fines de aumento de las exportaciones y cofinanciación para obras de infraestructura para la exportación (especialmente portuarias y redes de frío).

Segurexpo se constituyó como una entidad mixta especializada en el cubrimiento de riesgos a la actividad exportadora. Se amplió la aplicación del Plan Vallejo (sistema de reducción arancelaria para insumos de actividades exportadoras) a entidades de economía solidaria y prestadoras de servicios. En 1995 las exportaciones dentro de este plan se incrementaron en un 16% alcanzando el 39% del total de las exportaciones.

La inclusión del sector servicios en la política de exportaciones también se impulsó mediante la creció de Zonas Francas Industriales de Servicios Tecnológicos y la inclusión dentro de tal esquema de la pequeña y mediana empresa y el sector servicios (sólo este ultimo operativo). Pese a ello, durante 1995-1996 no se crearon nuevas zonas francas privadas, principalmente por la ausencia de un marco regulatorio adecuado.

Como parte de la política sectorial de apoyo al sector agropecuario, se adelantan labores de concertación en unas pocas actividades en crisis y en actividades de interés estratégico, con el objeto de establecer mecanismos de promoción exportadora, a través de incentivos a la capitalización y la comercialización. No existe una definición precisa de lo que son las actividades de interés estratégico.

### ***Unidad Especial contra el Neoproteccionismo***

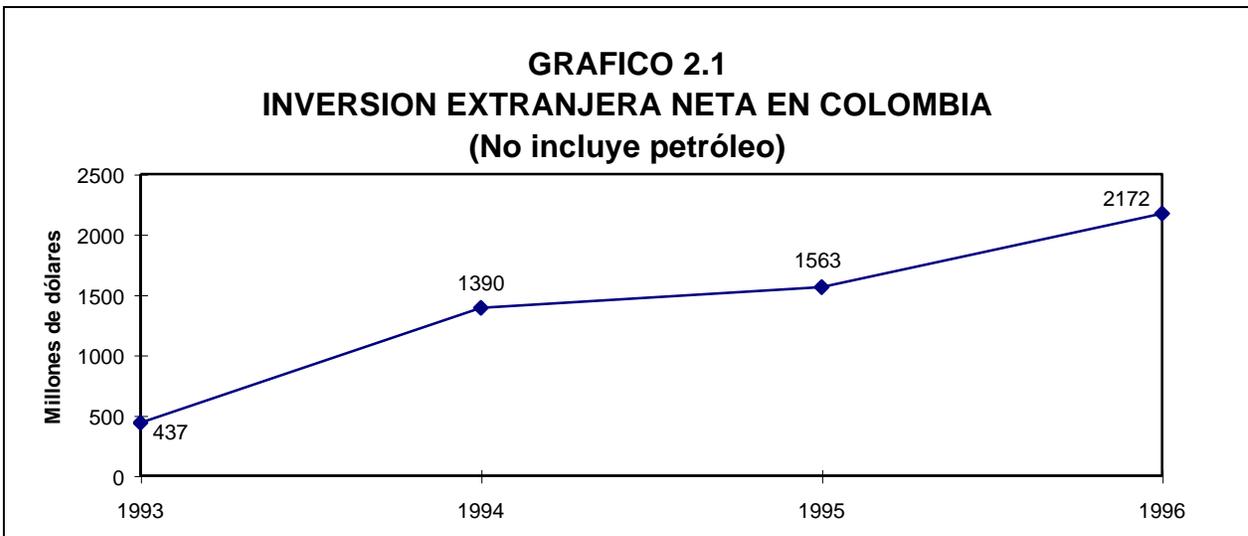
Por su parte la Unidad Especial contra el neoproteccionismo ha contribuido en la resolución de controversias puntuales, relacionadas con el banano y las flores; viene realizando estudios sobre subsidios a la producción de los Estados Unidos, la Unión Europea, Venezuela, Brasil, México y Ecuador. Se encuentra en rediseño la actividad de la unidad para avanzar hacia una participación más activa en actividades de carácter estratégico que le permitan anticiparse a las formas de protección que puedan surgir en el futuro. La política que se definió es la de que esta unidad pase de ocuparse de controversias puntuales a profundizar en medidas en materia de inversiones (Trims) y los aspectos de los derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio (Trips).

## **c) Políticas de inversión extranjera**

### ***La inversión extranjera en Colombia***

La afluencia de capital extranjero al sector industrial colombiano durante los últimos cinco años se ha dado en un marco de flexibilidad con el que son tratados los flujos de inversión. El estatuto de inversiones internacionales se funda en los principios de igualdad en el trato, universalidad y automaticidad. En virtud de éstos se eliminó toda discriminación en cuanto al tratamiento y las oportunidades de inversión entre nacionales y extranjeros, se eliminaron las prohibiciones de inversión en la mayoría de los sectores económicos así como el procedimiento de autorización para su establecimiento en Colombia. Además, los derechos cambiarios se liberalizaron eliminando los toques máximos de giro de utilidades, reembolso de capital y los pagos por contratos de transferencia de tecnología, y se estableció una garantía de estabilidad de estos derechos. En la actualidad se avanza en la expedición de un nuevo estatuto que busca eliminar las prácticas restrictivas de la inversión extranjera directa que aún subsisten. El marco legal se ha complementado con la adopción de acuerdos internacionales que permiten minimizar el riesgo político para el inversionista. De una parte, existen mecanismos de seguros contra riesgos no comerciales como la expropiación, la inconvertibilidad de la moneda y los daños por hechos de violencia (OPIC, CIADI). Además Colombia ha buscado establecer condiciones recíprocas para inversionistas extranjeros y colombianos en el exterior a través de tratados bilaterales de promoción y protección de inversiones, BIT. Adicionalmente, se han modificado algunos de los mecanismos contractuales en la exploración y explotación de hidrocarburos con el objeto de dinamizar este tipo de inversión. Dadas las condiciones igualitarias entre la inversión extranjera directa y la inversión nacional no se han adelantado acciones diferentes a la eliminación de trámites y el establecimiento de mecanismos de propiedad intelectual para facilitar el acceso y protección a la inversión extranjera. La principal carencia está en un mayor desarrollo de las normas de protección de la propiedad intelectual y de la promoción de la inversión extranjera como mecanismo de transferencia de tecnología.

En parte, la formulación de nuevas estrategias de promoción a la inversión extranjera característica de la presente década ha sido el complemento a disposiciones adoptadas por espacios económicos regionales más amplios como la aprobación de las decisiones 291 y 292 del Grupo Andino, las cuales tendieron a eliminar las restricciones a los movimientos de capitales y tecnologías extranjeras a partir de la eliminación de autorizaciones previas de carácter obligatorio. Más recientemente, las modificaciones al Estatuto de Inversiones Extranjeras se han ocupado de permitir el registro extemporáneo de capitales, así como de permitir a las instituciones financieras domésticas la realización de inversiones en entidades financieras y de seguros ubicadas en el exterior. La reducción de trámites para el ingreso de inversiones internacionales en actividades de prestación de servicios, fueron también objeto de nuevas disposiciones.



Fuente : Registros Banco de la República, Cálculos : Departamento Nacional de Planeación (UDE), Santafé de Bogotá, D. C. , Enero de 1997

### ***Inversión extranjera en la Política de Modernización Industrial***

Con el fin de fomentar la inversión extranjera, aparte de la labores de difusión genérica de las oportunidades de inversión en Colombia, Coinvertir participa en la promoción de alianzas estratégicas, franquicias y licenciamiento de tecnología entre inversionistas extranjeros y nacionales. No se cuenta con registros de los logros alcanzados en este campo.

### **d) Políticas financieras y tributarias**

#### ***Política financiera***

El desarrollo de la política financiera ha estado marcado por el mantenimiento de la liberalización del sector y la convergencia con los estándares de regulación prudencial establecidos a nivel internacional en el acuerdo de Basilea. Los diferentes tipos de intermediarios han visto cómo durante los últimos meses se ha avanzado en la eliminación de barreras para la prestación de servicios, conduciendo el sistema hacia la especialización (bancaria/no bancaria, consumo/inversión) voluntaria de los intermediarios de acuerdo con decisiones empresariales. En este sentido, de los intermediarios financieros de propiedad estatal (Inurbe, Finagro, IFI, Bancoldex y cinco entidades bancarias en proceso de privatización), cuatro se dedican a la canalización de crédito a actividades específicas en condiciones de mercado. Sólo Finagro fondea parte de sus recursos con algún grado de subsidio pagado por los demás intermediarios financieros, en la forma de colocaciones forzosas a una rentabilidad inferior a la del mercado. En estos intermediarios se han establecido líneas con mayor disponibilidad de recursos que en el pasado dirigidas a actividades empresariales de mediana y pequeña escala, así como recursos para reconversión y desarrollo tecnológico. En la actualidad se desarrolla la normatividad para establecer un mercado de "balcón", con mayor liquidez y riesgo relativo que el primer mercado en la bolsa, con el objeto de permitir la financiación directa de empresas o grupos de riesgo mediante la emisión de títulos o acciones. Las autoridades de regulación también se han ocupado de reglamentar la administración de riesgos asumidos por fuera del balance en operaciones de "derivados" y la gestión de activos y pasivos, lo cual ha generado traumatismos,

principalmente un desincentivó a las operaciones de largo plazo.

### ***Financiamiento de las actividades industriales***

El IFI, es la institución financiera encargada de dirigir recursos al desarrollo industrial y en virtud de ello implementa el conjunto de políticas crediticias dirigidas la financiamiento de las pequeñas, medianas y grandes empresas, en proyectos productivos que revelan ventajas estratégicas para el desarrollo industrial colombiano. Adicionalmente cumple con la función de proveer capital de riesgo y apoyo para inversiones en proyectos estratégicos de contenido tecnológico. También dirige recursos de crédito a proyectos de reconversión, reconversión ambiental, impulso productivo regional, y debe proveer el capital semilla a los fondos de capital de riesgo y a los Centros de Desarrollo Tecnológico, en presencia de esquemas sostenibles de financiación.

La gestión del IFI en lo corrido del Gobierno ha privilegiado la transformación de este Instituto hacia un banco de segundo piso, orientando los recursos primordialmente al redescuento de recursos dirigidos a la pequeña y mediana empresa y a la microempresa. Se han creado, por otra parte líneas de crédito especializadas para modernización y reconversión de las empresas industriales y para el apoyo a otros mecanismos de la política industrial como los fondos de capital de riesgo, los centros de productividad y desarrollo tecnológico y los bancos de proyectos industriales de carácter regional. No se cuenta con información precisa acerca de la importancia relativa de los montos de recursos dirigidos a apoyar estas iniciativas dentro del total de colocaciones del IFI, las cuales no han crecido muy por encima de las del total del sistema.

### ***Política para el desarrollo del mercado de capitales***

Desde el gobierno anterior se convocó la Misión de Mercado de Capitales, la cual hizo algunas recomendaciones que incluyen la generación de mecanismos regulatorios expeditos para canalizar recursos hacia nuevas formas de inversión, la remoción de topes para la inversión en el portafolio de los inversionistas institucionales y mecanismos de promoción de oferta de acciones. Los principales instrumentos recomendados son la profundización de la titularización y el leasing habitacional. En términos de fallas de mercado, se identifica como la principal la errónea valoración del riesgo, por lo cual se propone fomentar el desarrollo y mayor oferta de mecanismos de cobertura mediante operaciones de "derivados" financieros y sus mercados respectivos.

### ***Política tributaria***

Con la expedición de la Ley 6a de 1992 se dio un primer esfuerzo en la dirección de establecer incentivos fiscales a las actividades de investigación y desarrollo en las empresas, mediante la deducción expresa de los gastos en I&D. Sin embargo, este instrumento ha tenido poca acogida ya que resulta redundante con la deducción general de gastos. Por esta razón el gobierno ha manifestado que presentará un proyecto de Ley que busca que tales gastos puedan ser deducidos de la renta del contribuyente.

En el reciente proyecto de racionalización tributaria se elevó la tarifa del impuesto al valor agregado y la renta y se establecieron varias disposiciones que buscaban eliminar tratamiento discriminatorio contra la inversión extranjera: se nivelaron las tarifas del impuesto de remesas entre sectores; se señalaron términos razonables para la vigencia de normas que constituyen cambios sustanciales respecto de la legislación vigente: se dedujeron los gastos a favor de las casas matrices de sucursales extranjeras en Colombia a condición de que sobre ellos se haya practicado la

correspondiente retención en la fuente y se reformularon los impuestos de guerra y comercialización de combustibles.

En términos de tratamiento tributario especial para favorecer la inversión, durante el presente Gobierno se expidió una Ley que buscaba dirigir inversión a una zona de desastre natural (Río Páez), para lo cual se concedió una exención tributaria total a partir de 1996 y hasta el año 2006. Una disposición similar surtió un importante efecto en términos de dinamización y relocalización industrial en el caso del desastre natural del Nevado del Ruiz.

## 3. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACION DE COLOMBIA

### 3.1 Antecedentes históricos del Sistema Nacional de Innovación

El proceso histórico del desarrollo institucional de la ciencia y tecnología en Colombia se remonta al origen de la nación colombiana y a la formación del Estado moderno. En la época de la Colonia (siglos XVII y XVIII) se fundaron importantes colegios y universidades, alcanzándose un liderazgo sin precedentes en América, en la enseñanza de las ciencias. La expedición Botánica dirigida por José Celestino Mutis y su inminente discípulo, el Granadino Francisco José de Caldas, constituyó una empresa formidable para tratar de descifrar los secretos de la inmensa riqueza natural de los territorios entonces bajo el dominio español.

Las primeras organizaciones de carácter científico y tecnológico surgieron en sectores económicos con tradición productiva desde la Colonia, como el **agropecuario** (las Estaciones experimentales agrícolas, creadas como resultado de un programa de investigación, educación agrícola y divulgación dirigido por el Ministerio de Agricultura e Industria en 1926 ; la creación de CENICAFE en 1938 bajo los auspicios de la Federación Nacional de Cafeteros), **el minero** (la Facultad Nacional de Minas se fundó en 1887 en Medellín, la Comisión Científica Nacional en 1916, la cual dió origen al Instituto de Investigaciones Geologico-Mimeras - INGEOMINAS-), y **la ingeniería civil** (la declaración de la Sociedad Colombiana de Ingenieros como cuerpo consultivo del Gobierno en 1904). En el campo educativo, la Ley 68 de 1935 reorganizó la Universidad Nacional de Colombia (fundada en 1868) y le confirió el carácter de persona jurídica con autonomía para su manejo interno.

La actividad industrial apareció en el escenario nacional a finales del siglo XIX y los albores del siglo XX, principalmente en los renglones de textiles, confecciones, alimentos y bebidas (la empresa BAVARIA se fundó en 1889). Los anteriores subsectores se sumaron a la pequeña infraestructura productiva ya existente en fundición ferrosa y metalmecánica, para producir piezas y repuestos demandados por las actividades agrícolas y mineras. El café apareció como el gran dinamizador de la economía a partir de 1920, cuando se produce un aumento considerable en las exportaciones cafeteras.

Sin embargo, es a partir de la Segunda Guerra Mundial , cuando la escasez de productos manufacturados y de bienes de capital traídos del exterior, origina condiciones económicas para el surgimiento de la industria nacional contemporánea, siguiendo principalmente el llamado modelo de sustitución de importaciones. Un hecho institucional importante en esta época es la creación del IFI- mediante el Decreto 1157 de 1940, con el objetivo de acelerar la industrialización del país y promover la inversión del Estado Colombiano en áreas complementarias a la inversión privada. Entre 1945 y 1948 se crean las dos primeras siderúrgicas, de tipo no integrado, SIMESA Y SIDEMUÑA, para responder a la demanda creciente de acero para construcción y proveer de insumos a la incipiente industria metalmecánica. En 1947 se crea TELECOM y en 1950 se establece la Empresa

Colombiana de Petróleos -ECOPETROL-. La bonanza cafetera de 1954 promovió un mayor impulso a la actividad económica. En este año se pone en operación Acerías Paz del Río y se instala una siderúrgica especializada en la fabricación de aceros especiales (SIDELPA).

Entre 1948 y 1963, como resultado del surgimiento industrial, proceso que requería personal calificado y algunos servicios tecnológicos básicos, se produjeron algunas innovaciones institucionales que representan un antecedente importante del actual Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología: La fundación de la Universidad de Los Andes y de la Universidad Industrial de Santander en 1948; el establecimiento de la División de Investigaciones Agrícolas -DIA- en el Ministerio de Agricultura en 1954, a partir de la cual se crea el Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-; la creación del SENA- en 1957, con la misión de capacitar a los trabajadores colombianos para incorporarlos al trabajo calificado; y la fundación del Instituto de Investigaciones Tecnológicas -IIT- en 1958 con el objetivo de desarrollar y adaptar tecnologías para el sector industrial;

En 1960 se expide la Ley 81 de Reforma Tributaria a la cual se le asigna un papel preponderante como instrumento de fomento industrial. Las industrias químicas, metalmeccánicas y textiles lograron nuevas expansiones y se inicia en el país el ensamble de automotores.

En 1961 el Gobierno promulga el “Plan Decenal de Desarrollo Económico y Social 1961-1970”, en el cual se dió cierto énfasis al desarrollo industrial y se promovió la producción de bienes intermedios y bienes de capital. Buena parte de la tecnología introducida en este período requirió de altas inversiones y sirvió para definir la estructura industrial que opera hasta nuestros días.

En 1963 se inicia el proceso institucional de normalización técnica y control de calidad mediante la creación, entre el Gobierno y los empresarios, del Instituto Colombiano de Normas Técnicas -ICONTEC-, establecido como corporación derecho privado sin ánimo de lucro, con la misión de promover la normalización técnica y la adopción de una cultura de calidad en el país.

Un gran cambio institucional y de política industrial se opera en el país a partir de 1967. En Marzo de este año se expide el Decreto 444 que se constituye en instrumento novedoso en materia de manejo del comercio exterior, la inversión extranjera y la transferencia de tecnología. Esta medida conlleva a la creación del Comité de Regalías y al refuerzo de la capacidad de negociación con énfasis en el control de tecnología, involucrando en esta función a otras agencias del Gobierno. Surge una nueva red institucional, bajo una concepción moderna del Estado, que involucra el fomento de la ciencia y la tecnología, la promoción de exportaciones, la defensa de los recursos naturales, la pre-inversión, y otras áreas de interés económico y social. Entre las nuevas instituciones surgidas en esta época cabe mencionar: PROEXPO, COLCIENCIAS, INDERENA, HIMAT, FONADE, INAS e ICBF.

La Declaración de los Presidentes de América, en Punta del Este (Uruguay) en 1967 es un antecedente importante que moviliza a Colombia y a otros países Latinoamericanos a emprender un esfuerzo institucional organizado en materia de ciencia y tecnología. En 1968 la Organización de Estados Americanos - OEA - inició los Programas Regionales de Ciencia y Tecnología, en los cuales Colombia participó en temas de planificación científica y tecnológica y logró su inserción en las redes científicas de la Región Latinoamericana.

En 1969, se suscribe el Acuerdo de Cartagena y los países miembros (Colombia, Venezuela, Perú, Ecuador y Bolivia) definen una política tecnológica para el Grupo Andino, la cual se pone en

ejecución mediante la Decisión 24 sobre inversión extranjera, la Decisión 84 sobre política tecnológica y la Decisión 87 sobre propiedad industrial.

En el período 1970-1974 se registra una rápida expansión de la producción industrial, con tasas de crecimiento del 8 al 10% anual, como resultado de las nuevas medidas de fomento y de coyunturas favorables en el mercado internacional. La anterior coyuntura permitió a la industria evolucionar hacia la fabricación de bienes de mayor complejidad tecnológica y realizar ensanches en ramas de la química, petroquímica, metalmecánica y cementos.

En el desarrollo de capacidades de investigación, en este período se refuerza la infraestructura de investigación del sector agropecuario. En 1970, se establece en el país el Centro Internacional de Investigaciones de Agricultura Tropical -CIAT- y el Laboratorio de Investigaciones Químicas del Café. En 1972 se crea CONIF y en 1977 CENICAÑA. En 1978, aparece por primera vez una estrategia de ciencia y tecnología, presentada formalmente como parte del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social.

El inicio de los ochenta marca un período de recesión internacional y reacomodamiento de las economías para ajustarse a nuevas realidades competitivas, caracterizadas por una regionalización de los mercados y la introducción de nuevas tecnologías en todas las áreas de la producción. Algunos expertos coinciden en señalar la década de los ochenta, como los años perdidos para América Latina, por su falta de acción ante las oportunidades que brindaban los nuevos acontecimientos. Sin embargo, hay que destacar que en Colombia, en el período de Gobierno 1982-1986 se formula el Plan de Concertación Nacional en Ciencia y Tecnología, que coincide con un aumento en los recursos destinados a ciencia y tecnología, provenientes del primer crédito del Banco Interamericano de Desarrollo -BID- y de las contrapartidas asignadas por el Gobierno Nacional y las entidades participantes. Se ponen en ejecución los Programas Nacionales en sectores básicos para el desarrollo nacional, que constituyen la génesis de la estructura organizacional del actual Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

En 1981, se firma el Convenio INCOMEX-COLCIENCIAS para el fomento de la industria de bienes de capital en Colombia, y se pone en marcha el mecanismo de desagregación tecnológica de los grandes proyectos de inversión del Estado. En 1982, el CONPES aprueba las bases de un plan indicativo de la industria de bienes de capital. El Decreto 222 de 1984 (Estatuto de Compras Oficiales) establece una serie de medidas de protección de la industria y el trabajo nacional.

Un hecho muy importante en la modernización y apoyo a la investigación en el sector agropecuario corresponde a la Ley 67 de 1983 que crea los primeros fondos parafiscales en este sector: El Fondo Nacional del Arroz, el Fondo Nacional Cerealista y el Fondo Nacional del Cacao.<sup>15</sup>

En 1985, ECOPETROL crea el Instituto Colombiano del Petróleo -ICP-, y COLCIENCIAS y TELECOM firman el convenio para la creación de CENITEL, organismo que evolucionó para la fundación del Centro de Investigaciones en Telecomunicaciones -CINTEL-, en el que participan empresas operadoras del sector de telecomunicaciones.

---

<sup>15</sup> Los fondos son contribuciones parafiscales, que obliga la ley a un sector en beneficio del mismo. La administración del fondo se realiza directamente por el gremio autorizado por el Gobierno.

A partir de la segunda mitad de los ochenta, empieza el desmonte de los mecanismos de control de la inversión extranjera y de la transferencia de tecnología, pero no existen señales claras dentro de la política tecnológica para establecer programas y mecanismos que den paso a un nuevo paradigma en el fomento a la innovación y el desarrollo tecnológico.

Hacia finales de los ochenta y principios de los noventa, se inicia el proceso de apertura económica en Colombia, y se sucede un cambio formidable en el entorno de la política tecnológica. En los primeros meses de este período, la política macroeconómica descansa en la gradualidad del proceso de apertura, con el argumento de dar tiempo a la reestructuración y reconversión de los sectores industriales, para que estos pudieran actualizarse según los estándares mundiales de competitividad. Luego precede un período de choque durante el cual se impone una apertura de corte más radical, que dejó en ascuas a la industria por la eliminación de todo tipo de barreras y subsidios. En este ambiente de cambio que suscita la apertura, en Febrero de 1990 el Congreso de la República aprobó la Ley de Ciencia y Tecnología, instrumento que constituye el fundamento jurídico del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Durante 1991, el Gobierno Nacional expidió varios Decretos-Ley que le dan operatividad a la Ley de Ciencia y Tecnología mediante la reforma de COLCIENCIAS, el establecimiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la organización de los Consejos de los Programas Nacionales y Regionales de Ciencia y Tecnología y otras medidas de orden institucional, que se describen con mayor detalle en la sección 3.3.

En el período 1990-1994 se crean siete fondos parafiscales nuevos en el sector agropecuario para apoyar programas de investigación, transferencia de tecnología, comercialización y estabilización de precios: Fondo Nacional del Cacao, Fondo de Fomento Panelero, Fondo Nacional del Ganado, Fondo de Fomento Leguminosas de Grano, Fondo de Fomento del Frijol Soya, Fondo Nacional Avícola, Fondo de Fomento Hortifrutícola y Fondo de Fomento Palmero. En 1992, inicia actividades el Instituto Colombiano de investigaciones del Plástico y Caucho en Medellín, inaugurándose una nueva era para los centros tecnológicos sectoriales en la industria.

A partir de 1994, se inicia una nueva etapa en la política tecnológica, con énfasis en la construcción del Sistema Nacional de Innovación y la adopción de enfoques modernos de innovación orientados a apoyar nuevas medidas para la internacionalización de la economía. Los componentes y estrategias de esta nueva política será materia de análisis en las próximas secciones.

## **3.2 Evolución de la Política Tecnológica en Colombia**

De acuerdo con la evolución de los principales modelos económicos experimentados en el país y de los objetivos e instrumentos de política tecnológica utilizados, es posible identificar cuatro grandes fases de la política científica y tecnológica nacional:

### **3.2.1 Fase I : Política tecnológica defensiva, alineada con el proteccionismo (1957-1974)**

En este período de cerca de 20 años, la política tecnológica respondió a las necesidades de un modelo de desarrollo “hacia adentro”, centrado en la sustitución de importaciones, con un papel predominante del Estado en materia de selección, transferencia y desarrollo de tecnología. La

preocupación del Gobierno se orientó hacia el impulso de instrumentos de política tecnológica en dos direcciones :

- a) Control de los procesos de transferencia de tecnología y de la inversión extranjera (creación del Comité de Regalías y la Unidad de Inversión Extranjera en el DNP), con una clara orientación hacia la fiscalización de la contratación de tecnología y la restricción de los flujos de capital.
- b) Refuerzo de la infraestructura científica y tecnológica con un enfoque predominante de oferta ( los fondos de COLCIENCIAS se dedicaron principalmente al financiamiento de proyectos de investigación en centros académicos, con poca o ninguna relación con el sector productivo)

El principal resultado de esta primera etapa consistió en el aprendizaje institucional necesario para iniciar procesos formales en la política científica y tecnológica en el país y en el establecimiento de nuevas instituciones y laboratorios de investigación , necesarios para el desarrollo tecnológico futuro.

El sistema de innovación, acorde con la sustitución de importaciones, se basó en el “copidideño” de productos conocidos en el mercado local o externo. La gestión tecnológica realizada por el empresario se orientaba a adquirir los bienes de capital y maquinaria necesaria para replicar los productos al más bajo costo , utilizando mano de obra barata. En menor grado se realizaron procesos formales de transferencia de tecnología, utilizando licencias o asistencia técnica . El Comité de Regalías funcionó, principalmente, como organismo de control de importación de tecnología y, en menor grado, como mecanismo proactivo de fomento en la modernización de las empresas, aunque sirvió de refuerzo de la capacidad negociadora de empresas colombianas que por primera vez licenciaban tecnología.

El sector público era responsable por cerca del 80% de la I&D realizada en el país y la inversión total en estas actividades no superaba el 0,4% del PIB. En términos generales, la sociedad colombiana no asignaba una alta prioridad a la I&D, como parte sustancial de la riqueza cultural del país y como estrategia básica para un crecimiento industrial sostenible.

La creación de institutos tecnológicos, centros de capacitación y departamentos de servicios técnicos siguió en general un modelo “monolítico”, con una fuerte centralización de funciones y poca especialización tecnológica. La infraestructura de algunas instituciones tecnológicas (Vgr : SENA, ICA, ICONTEC, IIT) se desarrolló bajo un modelo de crecimiento “hacia adentro”, consecuente con su enfoque de oferta. Sin embargo, debe observarse que la creación de estos institutos técnicos y de las nuevas entidades como COLCIENCIAS, permitieron dotar al país de una capacidad institucional mínima para impulsar el desarrollo industrial, la investigación aplicada y la formación de trabajadores calificados

### **3.2.2 Fase II : Política tecnológica para un período de ajuste y transición económica (1974-1989)**

Por primera vez en Colombia, se inicia un esfuerzo serio para la planificación del desarrollo tecnológico nacional y la creación de mecanismos e instrumentos de fomento. La articulación de las estrategias de ciencia y tecnología con los Planes Nacionales de Desarrollo evidencia la preocupación

por contribuir a la solución de las necesidades básicas del país e integrar la investigación académica al desarrollo nacional.

COLCIENCIAS empieza a jugar un papel de promotor del desarrollo tecnológico con los diferentes estamentos del Gobierno y del sector productivo. Los gremios de la producción constituyen un apoyo efectivo en la promoción de la innovación tecnológica y en la difusión de información. El Convenio ACOPI-COLCIENCIAS representa el primer trabajo organizado de difusión del cambio técnico hacia la pequeña y mediana industria. En este período se establecen dos nuevas dimensiones de la política científica y tecnológica : la prospectiva y la regionalización.

El financiamiento de programas de ciencia y tecnología , a través del primer crédito otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo - BID- , se convierte en un instrumento importante de modernización de los sistemas de investigación y de prestación de servicios tecnológicos en el sector productivo.

El tema universidad - industria es motivo de preocupación de la política tecnológica , pero dentro de una perspectiva de predominio académico y sin alcanzar resultados notorios en la movilización de inversiones de las empresas para proyectos conjuntos de desarrollo tecnológico.

### **3.2.3 Fase III : Política tecnológica en el inicio de la apertura económica (1990-1994)**

En el nuevo escenario de la apertura económica, se hizo necesario la redefinición del marco jurídico - institucional y de la estrategia general de la política tecnológica. La nueva visión de la política tecnológica reclamó una conceptualización avanzada para tratar de aprovechar las oportunidades del conocimiento y la información en mercados globalizados, pasándose de una estrategia defensiva en ciencia y tecnología a una estrategia competitiva basada en la innovación y el desarrollo tecnológico

La Ley 29 de Ciencia y Tecnología, de Febrero de 1990, condujo a cimentar las bases de una nueva estructura institucional para la planeación y coordinación de las actividades científicas y tecnológicas en Colombia y dio paso al establecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, constituido por los Programas Nacionales y Programas Regionales de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

En este período se ejecutó el segundo crédito del Programa BID-COLCIENCIAS que incluyó como componente novedoso un programa de becas a nivel de magister y doctorado en el exterior. También se estructuró la Red Caldas de científicos colombianos en el exterior, integrada por cerca de 1500 especialistas que estudian o trabajan en las mejores universidades y centros tecnológicos del mundo. Sin embargo, los esfuerzos realizados dentro de la estructura del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, tuvieron un impacto limitado como consecuencia de la política neoliberal que favoreció muy poco las inversiones en programas de desarrollo tecnológico en las empresas y centros de desarrollo tecnológico.

### **3.2.4 Fase IV : Política de Innovación y Desarrollo Tecnológico para el Siglo XXI (1995 en adelante)**

En el caso de Colombia, las nuevas realidades de la internacionalización económica han exigido cambios estructurales, tanto en las concepciones como en los mecanismos e instrumentos utilizados. Como elemento central de la nueva estrategia surge el Sistema Nacional de Innovación y su articulación con las redes mundiales de conocimiento.

Superada la fase inicial de la apertura económica, se plantean nuevos retos y objetivos, con una visión de más largo plazo y con una mayor sensibilidad de tipo social y ambiental. Se ha adoptado el Sistema Nacional de Innovación porque “este enfoque ofrece una comprensión colectiva e interactiva del proceso de aprendizaje que implica el desarrollo y la utilización de la ciencia y tecnología en el crecimiento económico, la generación de empleo y la competitividad”. De acuerdo con el profesor Edquist<sup>16</sup>, el foco de los sistemas de innovación está en el proceso de aprendizaje y acumulación del conocimiento ( que incluye también aspectos institucionales y organizacionales) y en las diferentes formas de interacción entre los innovadores. El aprendizaje es un proceso colectivo, modelado por la estructura productiva, las organizaciones y las instituciones, formales e informales. Las dos dimensiones relacionadas con el Sistema Nacional de Innovación son la creación de conocimiento y la búsqueda de impactos en la economía a través de la estructura productiva. <sup>17</sup> En la sección 3.4 se describe el Sistema Nacional de Innovación de Colombia.

## **3.3 El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología**

**La Ley 29 de Ciencia y Tecnología de 1990 y los Decretos-Ley 393, 584 y 585 de 1991** constituyen los instrumentos jurídicos que amparan la existencia institucional del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología es “ un sistema abierto, no excluyente, del cual forman parte todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología, independientemente de la institución pública o privada o de la persona que los desarrolle.” (Artículo 4o del Decreto 585 de 1991).

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se organiza en Programas de Ciencia y Tecnología. La organización institucional del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se muestra en el diagrama adjunto, observándose una estructura que vincula al Consejo Nacional de Política Económica y Social -CONPES- y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología con otros niveles sectoriales y operativos como los Consejos de Programas Nacionales, las Comisiones regionales de

---

<sup>16</sup> Edquist, Charles. *Innovation Systems and European Integration (ISE)*. Linkoping, Sweden, 1995

<sup>17</sup> Los Sistemas Nacionales de Innovación constituyen redes de empresas y entidades públicas y privadas dentro de una economía, que mediante el financiamiento y ejecución de actividades de I&D, producen innovaciones de valor comercial y contribuyen a la difusión de nuevas tecnologías.

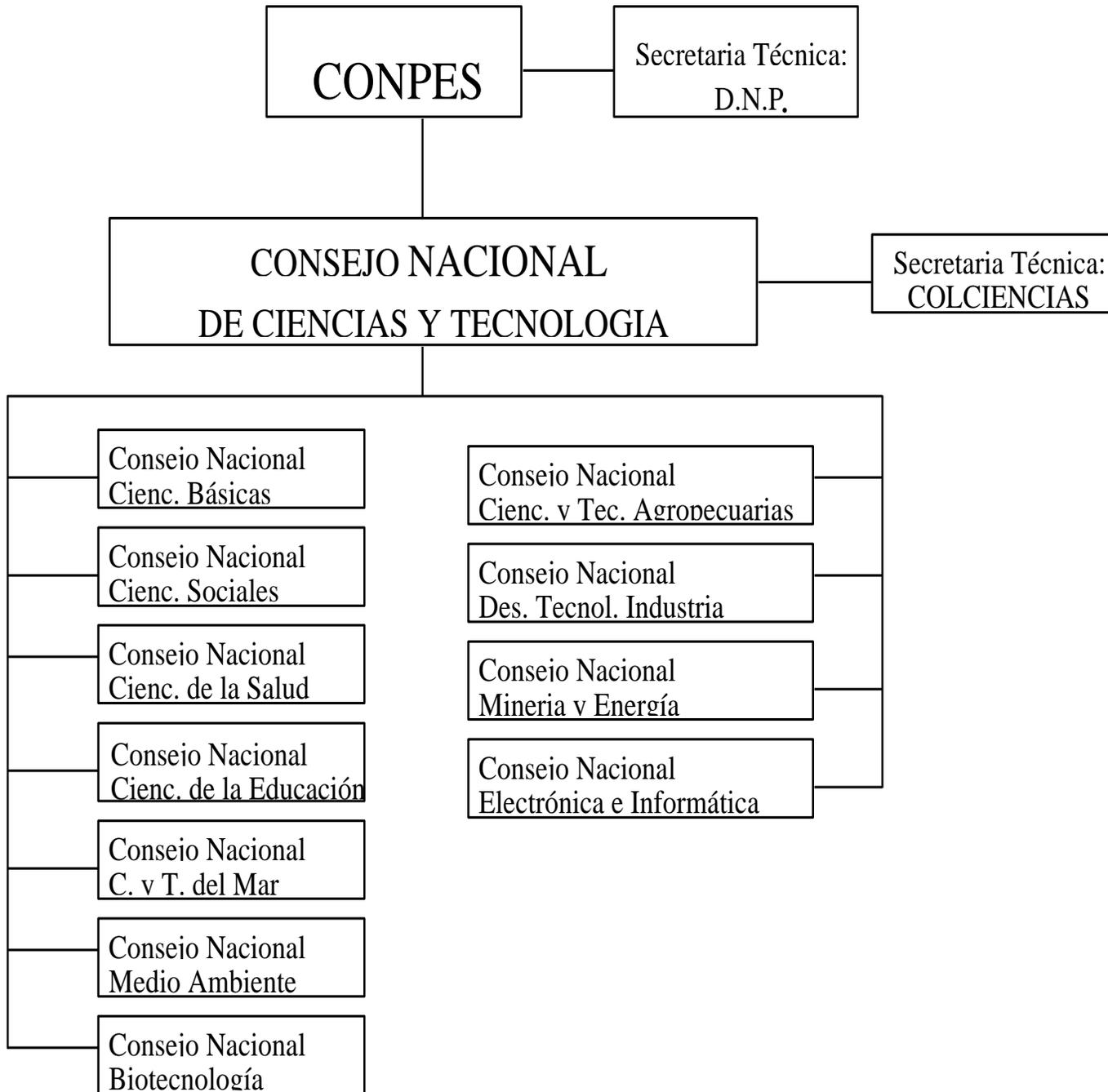
Ciencia y Tecnología y las Secretarías técnicas de estos organismos a cargo de COLCIENCIAS y otras entidades.

Actualmente existen once **Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología**. (Ver Cuadros). Cada Programa Nacional tiene un **Consejo Nacional** responsable de aprobar las políticas de investigación, promoción y financiación dentro de su sector, orientar y aprobar los planes del Programa, y asignar los recursos entre los distintos proyectos. Los Consejos están integrados por el Ministro del ramo, el Jefe del Departamento Nacional de Planeación o su delegado, el Director General de COLCIENCIAS o su delegado, y por investigadores y miembros del sector privado y otras personas determinadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. La Secretaría técnica y administrativa de cada Programa es ejercida por COLCIENCIAS con la colaboración de otras entidades.

**El Decreto 585 de 1991** creó el **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** y reorganizó a COLCIENCIAS. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología es el organismo de dirección y coordinación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, lo dirige el Presidente de la República y está integrado así: El Jefe del Departamento Nacional de Planeación, los Ministros de Educación, Desarrollo Económico y Agricultura, el Rector de la Universidad Nacional, un rector de una universidad privada, un miembro de la comunidad científica, un miembro del sector privado, un representante de las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología, y el Director de COLCIENCIAS. La Secretaría técnica y administrativa del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología es ejercida por COLCIENCIAS.

**Las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología** tienen como función aprobar el Plan Regional de Ciencia y Tecnología, promover las actividades de ciencia y tecnología en la región, proponer y organizar programas regionales de ciencia y tecnología, promover la consecución de recursos públicos y privados y orientar la asignación de recursos a proyectos regionales. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología define su integración, incluyendo representantes de los CORPES, de las administraciones seccionales, la comunidad científica, el sector privado, las universidades de la región y COLCIENCIAS.

# Sistema Nacional de Ciencia Y Tecnología



## Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología

- Programa de Ciencias Básicas
- Programa de Ciencias Sociales y Humanas
- Programa de Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat
- Programa de Estudios Científicos de la Educación
- Programa de Ciencia y Tecnología de la Salud
- Programa de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias
- Programa de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad
- Programa de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática
- Programa de Ciencias y Tecnologías del Mar
- Programa de Energía y Minería
- Programa de Biotecnología

**El Decreto 393 de 1991** facilitó la asociación entre la Nación y sus entidades descentralizadas para asociarse con los particulares con el objeto de adelantar actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías, mediante dos modalidades :1) La creación y organización de sociedades civiles y comerciales y personas jurídicas, sin ánimo de lucro como corporaciones y fundaciones 2) La celebración de convenios especiales de cooperación. Estas sociedades se rigen por las normas pertinentes del derecho privado. Los Convenios Especiales de Cooperación también se rigen por las normas del derecho privado y responden al desarrollo de proyectos en los cuales no es necesario crear una nueva persona jurídica. Adicionalmente, la Nación y sus entidades descentralizadas podrán asociarse con otras entidades públicas de cualquier orden para adelantar actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías.

Respecto a la modernización de COLCIENCIAS, el Decreto - Ley 585 de 1991 adscribió este Instituto al Departamento Nacional de Planeación (antes dependía del Ministerio de Educación Nacional) , con lo cual la entidad ganó en visión multisectorial y en su capacidad de coordinar el presupuesto nacional dedicado a ciencia y tecnología<sup>18</sup>.

En el Decreto - Ley 585 de 1991 también se asignaron funciones de ciencia y tecnología al SENA-, entidad que tiene la misión de formación profesional del trabajador colombiano. El presupuesto del SENA ( cerca de US\$ 400 Millones para 1996) proviene de los aportes que realizan las empresas y entidades, principalmente del sector productivo, lo que ha permitido a la entidad instalar una enorme infraestructura para la formación profesional que comprende 118 centros técnicos ubicados en todo el país. En el Decreto-Ley 585 de 1991 se asigna a esta entidad , dentro de su papel de formación profesional, la realización de proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, y se faculta al Consejo Directivo del SENA a crear y organizar centros de servicios tecnológicos e investigación aplicada y reorientar los existentes. Adicionalmente, autoriza al SENA para celebrar convenios especiales de cooperación con los empleadores, con el fin de que el SENA

---

<sup>18</sup> El Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, COLCIENCIAS, es un establecimiento público del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente.

pueda financiar hasta por un 50% de los programas de capacitación de interés de una empresa o grupo de empresas.

### 3.4 El Sistema Nacional de Innovación

La **innovación** se concibe como una estrategia o decisión empresarial relacionada con el desarrollo de nuevos productos y procesos, con la adquisición y adaptación de nueva tecnología, y con cambios en las prácticas gerenciales o en los aspectos organizacionales de la empresa, que le permite incrementar su productividad y su competitividad, logrando así mantener o mejorar su posición en el mercado. El **Sistema Nacional de Innovación**, se concibe como un modelo interactivo de creación y aplicación del conocimiento, en el que intervienen los diversos agentes ligados con el desarrollo tecnológico y con la producción y comercialización de bienes y servicios, dentro de un proceso de búsqueda permanente de la competitividad sostenible y del mejoramiento en la calidad de vida de la población.<sup>19</sup>

En el Gráfico 3.1 se presenta el **Sistema Nacional de Innovación de Colombia**, con sus principales actores institucionales: empresas, universidades, firmas de ingeniería, instituciones de capacitación, así como entidades sectoriales de fomento ( instituciones financieras, gremios, sindicatos e instituciones gubernamentales de fomento y control). El eje central del Sistema Nacional de Innovación, lo constituye el sector productivo con capacidad de articularse al mercado (usuarios y consumidores), dentro de un enfoque sistémico de cadena productiva.

Es importante destacar el hecho que el Sistema Nacional de Innovación tiene una dimensión territorial (relacionada con el proceso de regionalización y descentralización), está ubicado en un contexto internacional caracterizado por la globalización y la transnacionalización de las economías y toma en consideración criterios de desarrollo sostenible y equitativo. La construcción del Sistema Nacional de Innovación es un proceso eminentemente de mediano y largo plazo.

### 3.5 La nueva Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico

#### 3.5.1 Enfoque Integrado en el Fomento de la Innovación

El Gobierno Nacional aprobó en Junio de 1995 el documento directriz de la nueva Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico. Una premisa básica de esta Política es la

---

<sup>19</sup> Existe una extensa literatura sobre el concepto de Sistema de Innovación, y sobre el papel que diversas instituciones y mecanismos de cooperación desempeñan en el mismo. Ver, por ejemplo, Richard Nelson (ed.): *National Innovation Systems*; Oxford University Press, 1993. B.-A. Lundvall: *Innovation as an Interactive Process: From User-Producer Interaction to the National System of Innovation*"; en G. Dosi et al (eds.): *Technical Change and Economic Theory*; Londres, Pinter Publishers, 1988, pp. 349-369. Carlota Pérez: *Tecnología, Desarrollo y Sistema Nacional de Innovación*, Montevideo, IDRC/CIID, 1990.

necesidad de responder al reto que afronta la sociedad colombiana para consolidar los procesos de internacionalización económica y de desarrollo social equilibrado mediante la creación de ventajas competitivas sostenibles. El esfuerzo de crear ventajas competitivas no corresponde a una sola empresa o institución, sino que debe surgir del Sistema Nacional de Innovación, que integra y crea compromisos de largo plazo con el desarrollo tecnológico nacional por parte de empresas, gremios, instituciones financieras, universidades, firmas de consultoría y organismos del Gobierno.

La innovación, y por lo tanto la competitividad, no depende solamente de la oferta de tecnología y de la existencia de centros tecnológicos y grupos de investigación. El fomento a la



innovación en el sector productivo **requiere un enfoque más integrado** que incluye incentivos, modernización de las estructuras empresariales, concertación entre actores sociales, desarrollo de recursos humanos y políticas macro-económicas y sectoriales adecuadas, además de poder hacer buena investigación y suministrar servicios tecnológicos y paquetes tecnológicos apropiados.<sup>20</sup> Las políticas macro-económicas y las políticas sectoriales a menudo tienen más impacto en las decisiones tecnológicas del empresario, que la propia oferta de tecnología. Es así como el fomento a la innovación en Colombia ha requerido de una acción concertada a diferentes niveles, entre los cuales vale la pena mencionar los siguientes:

- a) Un contexto macro-económico adecuado, en el cual la **Estrategia Nacional de Competitividad que orienta el Consejo Nacional de Competitividad** establece la visión de largo plazo de modernización e internacionalización del país. La Presidencia de la República, a través de la Consejería Económica y de Competitividad, preparó el documento “Estrategia Nacional de Competitividad”, en el cual se identifican los diferentes aspectos que limitan la competitividad de la economía colombiana y se propone un plan de acción inmediata.
- b) La creación de condiciones de competitividad a través de políticas sectoriales activas que faciliten insumos tecnológicos a la producción. Esto se refleja en la **Política de Modernización y Reconversión Industrial**, aprobada por el CONPES en Enero de 1995, la cual contiene estrategias de apoyo tecnológico a la productividad, fomento al diseño, fortalecimiento de recursos humanos, alianzas estratégicas y otros procesos complementarios dirigidos por el Ministerio de Desarrollo Económico. De igual forma, el CONPES aprobó la **Política de Competitividad Agropecuaria, Pesquera y Forestal** en Junio de 1995, con el fin de promover la modernización de este sector, en un marco social equitativo y ambientalmente sostenible. Las políticas sectoriales activas se ejecutan mediante **Acuerdos Sectoriales de Competitividad**, avalados por una concertación a muy alto nivel entre el Gobierno, los empresarios y los trabajadores, tomando como base el estudio de los diversos factores que inciden en la productividad.<sup>21</sup>
- c) El proceso de reestructuración o reconversión competitiva del sector productivo es una dimensión importante del fomento a la innovación, buscando crear condiciones de competitividad o aprovechándose de nichos en el mercado (tema de la “especialización estratégica”). El DNP y COLCIENCIAS adelantan una investigación con apoyo de la CEPAL para apoyar los procesos de especialización estratégica del sector productivo nacional.

---

<sup>20</sup> Un interesante análisis de las diversas políticas que tienen un impacto en procesos de innovación y de la necesidad de abordar este tema con un enfoque integrado, se encuentra en: Colin Bradford Jr.: “*Toward an Integrated Policy Framework*”; Paris, OECD Development Centre, junio de 1993, 22 pp.

<sup>21</sup> La importancia de analizar los factores que inciden en la productividad, así como el impacto de bajos niveles de productividad en un sector sobre la competitividad de otro sector, llevó al Estudio Nacional Sobre los Determinantes del Crecimiento de la Productividad, que están actualmente llevando a cabo la Universidad de los Andes, FEDESARROLLO, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Desarrollo y el Departamento Nacional de Planeación, dentro del marco de las iniciativas que impulsa el Consejo Nacional de Competitividad. Sobre el particular ver: Presidencia de la República y D.N.P.: *Estudio Nacional Sobre Determinantes del Crecimiento de la Productividad*; Santafé de Bogotá, Consejería Económica y de Competitividad/D.N.P., Marzo 27 de 1995.

### 3.5.2 Objetivo general de la Política de Innovación y Desarrollo Tecnológico

Crear y fortalecer el Sistema Nacional de Innovación, orientado a incrementar la competitividad del sector productivo y su capacidad de inserción exitosa en los mercados internacionales, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de la población colombiana.

### 3.5.3 Objetivos específicos

- a) Activar el Sistema Nacional de Innovación, fomentando la interacción entre todos los agentes del desarrollo tecnológico.
- b) Fortalecer la infraestructura de investigación, capacitación y servicios tecnológicos, para mejorar la productividad y la calidad en el sector productivo.
- c) Apoyar los procesos de modernización, reconversión e innovación tecnológica en las empresas.
- d) Generar una nueva cultura empresarial en el país, fundamentada en nuevos valores que desarrollen la creatividad, el conocimiento y la visión de largo plazo.
- e) Desarrollar capacidades de competitividad e innovación en las diversas regiones del país, con el propósito de democratizar las oportunidades del desarrollo tecnológico y propiciar un desarrollo social equilibrado.
- f) Incrementar la inversión y la actividad privada en programas de investigación y desarrollo tecnológico, por medio de incentivos y mecanismos de tipo financiero.

### 3.5.4 Metas para el período 1994 - 1998

Inversión Total en ciencia y tecnología	Incremento de la participación del sector privado en la inversión de ciencia y tecnología	Consolidación de la infraestructura tecnológica nacional	Descentralización y Regionalización
Pasar del 0.5% al 1.0% del PIB	Pasar del 20% al 35% de la inversión total en ciencia y tecnología	Creación de 8 CDT's nuevos y fortalecimiento de 25 CDT's existentes  Establecimiento de la Red Nacional de Centros Tecnológicos.	Creación de 6 Centros Regionales de Productividad y Desarrollo Empresarial  Apoyo a 5 incubadoras de empresas de base tecnológica a nivel regional  Operación de redes regionales de gestores de innovación

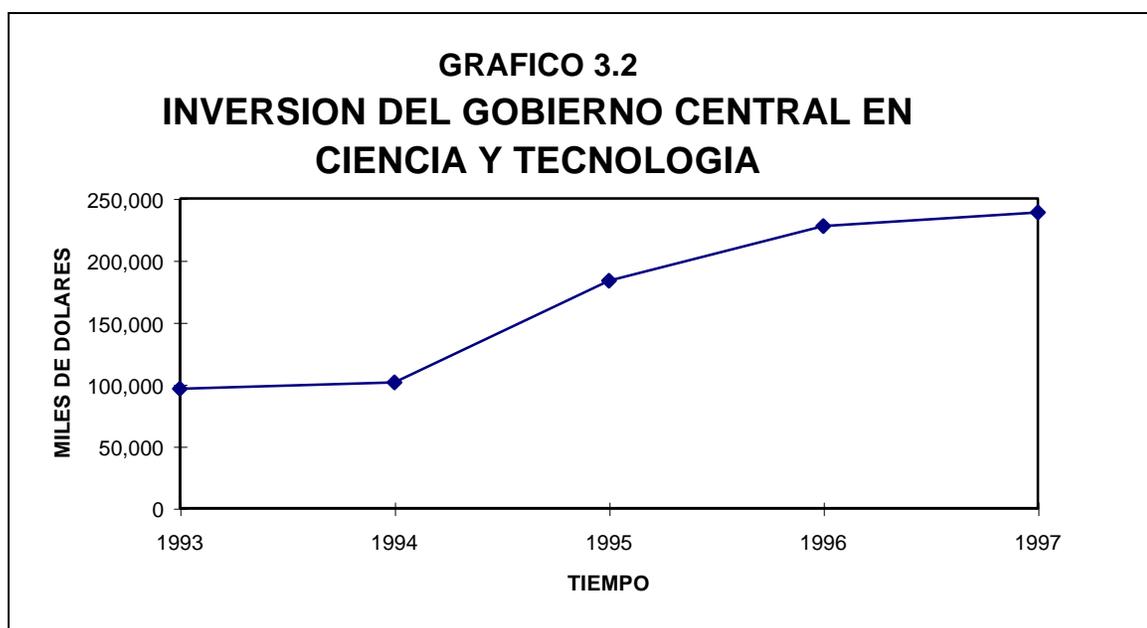
Formación de recursos humanos	Internacionalización del sistema de innovación	Apoyo al desarrollo tecnológico de las empresas
Formación de 2.000 científicos e ingenieros a nivel de postgrado	<p>Realización de por lo menos 100 misiones empresariales y académicas de tipo tecnológico.</p> <p>Apoyo a mecanismos promotores de alianzas estratégicas internacionales como el Programa Bolívar, PROEXPORT y COINVERTIR</p> <p>Vinculación de la Red Caldas de científicos colombianos en el exterior (cerca de 1500 investigadores en todo el mundo) a programas y centros nacionales de desarrollo tecnológico.</p> <p>Subscripción de convenios de cooperación internacional con entidades y universidades de Europa, Asia y América.</p>	Apoyo financiero y servicios tecnológicos a por lo menos 3.000 empresas

### 3.6 Modernización del Sistema de Financiamiento del Desarrollo Tecnológico

Como estrategia importante de la nueva Política Nacional de Innovación, a partir de 1994 se duplicaron en términos reales las inversiones en ciencia y tecnología, se adoptaron nuevos instrumentos financieros y de fomento y se buscó la integración del Sistema de Financiamiento del Desarrollo Tecnológico para tratar de cubrir el ciclo completo de los proyectos de innovación (desde la investigación hasta el mercado).

#### 3.6.1 Crecimiento de la Inversión en Ciencia y Tecnología

En el periodo 1993-1997, la inversión del Gobierno Colombiano en Ciencia y Tecnología se incrementa 2.5 veces al pasar de US\$96,4 Millones a US\$227,6 Millones, de acuerdo con el siguiente Gráfico 3.2



FUENTE: Ley de Presupuesto General de la Nación. Departamento Nacional de Planeación: Unidad de Inversiones Públicas - División Crédito Público. Santafé de Bogotá, D. C., Colombia. Noviembre de 1996

### **3.6.2 Objetivos de la Nueva Estrategia de Financiamiento de la Innovación**

De acuerdo con la visión global de las necesidades de modernización del sistema financiero, se formularon los siguientes objetivos para esta estrategia:

- a) Incrementar sustancialmente la inversión del sector privado en actividades de innovación y desarrollo tecnológico. La meta de mediano plazo es lograr que las empresas destinen por lo menos el 1% de las ventas a proyectos tecnológicos.
- b) Mejorar la eficiencia y cobertura del sistema a nivel nacional, mediante la integración, flexibilización y descentralización de los servicios de financiamiento existentes.
- c) Incentivar a la banca comercial para que apoye la innovación e incorpore el desarrollo tecnológico dentro de su cultura organizacional.
- d) Ofrecer alternativas viables para el manejo de garantías, especialmente para segmentos de pequeñas y medianas empresas y microempresas de base tecnológica.
- e) Desarrollar redes de evaluadores de proyectos de innovación para anticipar los riesgos y oportunidades de los productos y servicios a ser introducidos al mercado por las empresas.
- f) Establecer incentivos fiscales que representen beneficios directos a las empresas innovadoras.

- g) Crear mecanismos permanentes de financiamiento de los centros tecnológicos y de los proyectos empresariales de innovación.

### **3.6.3 Medidas tomadas para la modernización del Sistema de Financiamiento**

El Gobierno Nacional ha tomado las siguientes medidas para el logro de los objetivos de modernización del sistema de financiamiento :

- Suscripción, por parte del Gobierno, de la Ley 344 del 27 de Diciembre de 1996, la cual en el Artículo 16 establece que el SENA dedicará un 20% de sus ingresos para el desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo. De otro lado, esta Ley define que el SENA hará parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y, a la vez, COLCIENCIAS formará parte del Consejo Directivo Nacional del SENA
- Convenios IFI-COLCIENCIAS y Fondo Nacional de Garantías con el fin de integrar la innovación tecnológica a los planes de inversión y crédito en el sector productivo.
- Convenio PROEXPORT-COLCIENCIAS con el propósito de fortalecer la capacidad de innovación de las unidades exportadoras
- Proyecto de Ley para establecer incentivos fiscales reales a las actividades innovadoras de las empresas.
- Creación de nuevas líneas de financiamiento tecnológico : Capital Semilla para los Centros Tecnológicos, Cofinanciación para proyectos universidad-empresa-centro tecnológico, Capital de Riesgo para asociarse con los inventores e innovadores en las nuevas empresas de base tecnológica , Garantías Tecnológicas para democratizar el acceso al crédito , Ventanilla Unica para financiar proyectos integrales y Créditos IFI-COLCIENCIAS para desarrollo tecnológico en las empresas.
- Línea de financiamiento especial para misiones empresariales, pasantías y entrenamiento en nuevas tecnologías.
- Canalización de aportes de entidades y gobiernos locales así como del Fondo Nacional de Regalías para fortalecer la capacidad regional de ciencia y tecnología.
- Participación en el Banco de Proyectos de Inversión que maneja el Departamento Nacional de Planeación con el objeto de financiar proyectos de investigación, capacitación o infraestructura científica y tecnológica.
- Creación de fondos especializados de apoyo a la investigación y desarrollo tecnológico entre COLCIENCIAS y empresas del sector oficial (Vgr: FONIC entre COLCIENCIAS y ECOCARBON).
- Reestructuración interna de COLCIENCIAS , mediante la cual se creó una Subdirección de Innovación y Desarrollo Empresarial especializada en atender a los usuarios en el sector

productivo y se autorizó contratar con entidades financieras actividades como la evaluación de garantías, la recuperación de cartera y otras actividades rutinarias.

### **3.6.4 Mecanismo de Planeación y Programación del Presupuesto Nacional en Ciencia y Tecnología**

La Planeación y Programación del Presupuesto Nacional en Ciencia y Tecnología está contemplada en el Estatuto Orgánico de Presupuesto (Ley 38 de 1989) y en la Ley 29 de 1990 de Ciencia y Tecnología. Este marco jurídico ha permitido definir los procedimientos para formular, tramitar y aprobar los presupuestos anuales de ciencia y tecnología, como componentes del Presupuesto General de la Nación.

COLCIENCIAS, entidad pública descentralizada, elabora el anteproyecto anual de presupuesto referido a la investigación básica, investigación aplicada, transferencia de tecnología e innovación, organizado en los mencionados 11 programas nacionales de ciencia y tecnología. Las fuentes financieras de COLCIENCIAS son crédito externo, contrapartida nacional y recursos propios de la entidad (recuperación de capital, rendimientos financieros de los créditos y venta de algunos servicios).

La formulación de este anteproyecto, que se hace con dos vigencias (años) de anticipación, se analiza conjuntamente entre el Departamento Nacional de Planeación y COLCIENCIAS y se definen los montos a asignar en el Proyecto de Ley de Presupuesto. Este último entra a formar parte del Presupuesto General de la Nación que aprueba finalmente el Congreso Nacional para cada vigencia.

## 4. Formación de Recursos Humanos y Fortalecimiento de la Capacidad Científica y Tecnológica

El **Plan Decenal de Educación 1996-2005**<sup>22</sup>, así como la creación en Agosto de 1996 de la **Comisión Nacional para el Desarrollo de la Educación Superior**<sup>23</sup>, conforman el marco general para orientar los nuevos procesos de transformación de la educación básica y superior en Colombia y asumir el desafío de futuro de asegurar el desarrollo social y económico basado en el factor más importante de la sociedad, el recurso humano.

El **Plan Decenal de Educación 1996-2005** busca la confluencia de voluntades y esfuerzos de la nación alrededor del proyecto educativo más ambicioso de la historia : la formación de personas integrales, comprometidas socialmente en la construcción de un país en el que primen la convivencia y la tolerancia, personas con capacidad de discrepar y argüir sin emplear la fuerza, personas preparadas para incorporar el saber científico y tecnológico de la humanidad en favor de su propio desarrollo y del país<sup>24</sup>.

La formación de los recursos humanos de alto nivel (en doctorados y maestrías) es parte de la primera estrategia de la actual Política de Ciencia y Tecnología para un Desarrollo Sostenible y Equitativo 1994-1998<sup>25</sup> : **El desarrollo y fortalecimiento de la capacidad nacional en ciencia y tecnología**. La formación de recursos humanos busca consolidar la comunidad científica del país, ampliar los grupos de investigación y su posibilidad de reproducción, contribuir al desarrollo de las instituciones del conocimiento, en especial, convertir la universidad en una institución del conocimiento<sup>26</sup>, lograr una mayor internacionalización de la ciencia y la tecnología colombianas y contribuir al proceso de innovación tecnológica y mejoramiento de la competitividad del sector productivo.

Esta estrategia se ejecuta a través de programas de formación conducentes a título (doctorados y maestrías), programas de formación no conducentes a título o formación continuada (pasantías de investigación, formación de jóvenes investigadores mediante su vinculación a grupos de investigación consolidados, cursos de entrenamiento y especialización), programa de incentivos a los investigadores, así como programas de capacitación en gestión tecnológica y entrenamiento grupal, en especial, mediante las misiones tecnológicas empresariales para gerentes de centros tecnológicos, empresarios, ingenieros y profesores de las universidades.

---

<sup>22</sup> Ministerio de Educación Nacional. *Plan Decenal de Educación 1996-2005. Educación para la Democracia, el Desarrollo, la Equidad y la Convivencia*. Santafé de Bogotá, D.C., 23 de Febrero de 1996

<sup>23</sup> Presidencia de la República. *Comisión Nacional para el Desarrollo de la Educación Superior*. Santafé de Bogotá, D.C., Agosto de 1996

<sup>24</sup> Ministerio de Educación Nacional. *Op.Cit.*

<sup>25</sup> Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. *Ciencia y Tecnología para un Desarrollo Sostenible y Equitativo, 1994-1998*. COLCIENCIAS, Santafé de Bogotá, D.C., Mayo de 1995

<sup>26</sup> Presidencia de la República. *Comisión Nacional para el Desarrollo de la Educación Superior*. Santafé de Bogotá, D.C., Agosto de 1996

Una de las prioridades son los estudios prospectivos sobre las necesidades de formación de personal<sup>27</sup>, a fin de modernizar la educación de ingenieros, científicos y tecnólogos y preparar los recursos humanos que requiere el sector productivo hacia el Siglo XXI, en cuanto a innovación y gestión tecnológica. Se busca correlacionar estas necesidades de formación con los planes institucionales de capacitación, los requerimientos de los grupos de investigación y, particularmente, con las demandas de formación que se derivan de los demás planes que conforman la actual política de desarrollo nacional.

## 4.1 Programas de formación conducentes a título

La formación de doctorado y maestría se está adelantando a través de un programa de becas-crédito, orientado al apoyo de profesionales para que cursen estudios de postgrado. En el caso de los doctorados, se financian estudios en el país y en el exterior, y en cuanto a maestrías, se financian estudios exclusivamente en el exterior, siempre y cuando estos programas contemplen un importante componente de investigación.

También, la financiación de estudios doctorales en el exterior, es parte de la estrategia de internacionalización de la ciencia y la tecnología. Este financiamiento exige a los beneficiarios de estos programas de doctorado condiciones específicas en relación con el retorno al país, el mantenimiento de vínculos académicos y científicos con sus respectivos grupos de investigación a los cuales pertenecen, y la vinculación entre los grupos nacionales y la comunidad científica internacional a la que se han insertado durante la realización de sus estudios.

En los programas de maestría se privilegian las necesidades de formación de personal del sector productivo, en particular, de ingenieros de alto nivel que contribuyan a la innovación, del personal directivo, científico y técnico de las empresas, en ámbitos como la sociología de la ciencia y la tecnología, la sociología del cambio técnico, el desarrollo organizacional, la gestión y promoción de la innovación e investigación, la innovación y la globalización de la economía y, en general, en el campo de las relaciones universidad-industria.

A fin de cumplir con criterios de calidad, transparencia y equidad regional, las becas-crédito se otorgan mediante el mecanismo de convocatorias nacionales. Los resultados de las dos últimas convocatorias es el siguiente. De los 698 candidatos presentados a la VI Convocatoria 1996 para cursar estudios de postgrado, COLCIENCIAS aprobó 145 becas, de las cuales 129 corresponden a doctorados y 16 a maestrías<sup>28</sup>. En la V Convocatoria 1995, se presentaron 762 candidatos a estos mismos programas de postgrado, se aprobaron 158 becas, de las cuales 155 correspondieron a doctorados. Estas cifras representan un importante esfuerzo financiero, si se considera que en 1994 se

---

<sup>27</sup> De los actuales estudios de recursos humanos para la innovación y el desarrollo tecnológico, cabe mencionar el Estudio Número 5 *Formación de Recursos Humanos*, del Proyecto *Colombia Technology and Skills Development*, realizado por el Departamento Nacional de Planeación y COLCIENCIAS, con apoyo del Gobierno Japonés. Santafé de Bogotá, D.C., Octubre de 1996.

<sup>28</sup> COLCIENCIAS. *VI Convocatoria Nacional para Estudios de Postgrado*. Santafé de Bogotá, D.C., Agosto de 1996

aprobaron 58 becas doctorales, y que el número total de becas otorgadas por la misma institución para cursar estudios de doctorado, desde cuando se inició este Programa en 1992, es de 341. En forma simultánea, entre 1990-1995, a través de 139 proyectos de investigación científica, financiados por COLCIENCIAS, se apoyó la formación de 230 personas : 40 estudiantes investigadores de pregrado, 130 de maestría y 60 de doctorado.

## **4.2 Apoyo institucional a Programas Nacionales de Doctorado**

Este Programa canaliza recursos para el fortalecimiento de la capacidad técnica de los doctorados nacionales y el mejoramiento de su gestión interna y de sus mecanismos de interacción con otros grupos y programas. En la actualidad, en Colombia existen programas doctorales en áreas de las ciencias básicas, ciencias agropecuarias, ingeniería y ciencias sociales y humanas. Mientras que en 1994 el país contaba con 11 programas de doctorado y en 1995 con 17, en 1996 se ofrecen un total de 26 programas. Se estima que en 1998 estén funcionando 28 programas (Cuadro 4.1, Programas de Doctorado en Colombia). Con los recursos del Programa COLCIENCIAS-BID III Etapa, se están financiando 14 de estos Programas Doctorales por un valor de US\$743.000. La meta es el apoyo a los 28 programas doctorales, asignando en promedio US\$100.000 a cada uno.

## **4.3 Programa Nacional de Ciencias Básicas**

Este Programa comprende las áreas fundamentales de la ciencia que sirven de base para el desarrollo científico y la innovación tecnológica en Colombia. Su importancia en relación con los procesos de innovación en las empresas, radica en la posibilidad de transferir conocimientos y tecnologías hacia la producción de bienes y servicios

El Programa promueve la investigación fundamental en Biología, Química, Física, Matemáticas, Ciencias de la Tierra y Ciencias Básicas Biomédicas, en vinculación con áreas de innovación tecnológica estratégicas en agro-alimentario, energético, industrial, del medio ambiente, de la salud, informático y electrónico, entre otros. Interrelaciona los sectores académico y de innovación empresarial a través de la articulación entre investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico. en especial, de los programas académicos de las Ingenierías

También, busca consolidar y fortalecer los grupos y centros de investigación del país a través del apoyo a proyectos y programas de investigación. Propicia el desarrollo de redes de interés en Ciencias Básicas, y promueve la vinculación de grupos de investigación a redes nacionales e internacionales en las diferentes disciplinas de las áreas que conforman el Programa. Además, el Programa apoya la formación de recursos humanos nivel de Postgrado a través de proyectos y programas de investigación.

Entre 1991-1996, se han apoyado financieramente, por parte de COLCIENCIAS, 148 proyectos de investigación por un valor de US\$15,7 millones, distribuidos así : Ciencias Básicas Biomédicas US\$4,8 millones. Física US\$4,4 millones. Química US\$3,6 millones. Biología US\$1,7 millones. Matemáticas US\$767.000 y Ciencias de la Tierra US\$466.000. También, en Ciencias

Básicas se han apoyado publicaciones científicas, formación de nuevos investigadores, financiamiento de investigadores, desplazamientos nacionales e internacionales de científicos y la repatriación de colombianos científicos.

## 4.4 Creación y Consolidación de Centros y Grupos de Investigación

La actividad investigativa y de innovación tecnológica en Colombia se ha venido fortaleciendo con los grupos de investigación básica, en especial, en las principales universidades y centros de investigación. A fin de garantizar la continuidad de las líneas de investigación y de los grupos de investigación, un componente de la Política Científica y Tecnológica ha sido el fortalecimiento de la infraestructura para adelantar la I&D. Como resultado, hoy se cuenta con un total de 216 grupos de investigación, ubicados en distintas ciudades del país, que se han venido consolidando a través de los apoyos de COLCIENCIAS, de los cuales 137 (63%) corresponden a centros universitarios y 79 (37%) corresponden a centros no universitarios (Cuadro 4.2, Grupos de Investigación Científica en Colombia).

Las áreas con mayor número de grupos de investigación, son ciencias y tecnologías agropecuarias (33 grupos), ciencias básicas (31 grupos) y ciencias y tecnologías de la salud (29 grupos), de acuerdo con el Cuadro 4.3 (Grupos de Investigación por Areas de Ciencia y Tecnología). Quedan incluidos 30 centros de I&D (15% del total) pertenecientes a empresas productivas y que corresponden a la industria, la electrónica, telecomunicaciones e informática.

La localización de 152 universidades públicas y privadas (o centros de educación superior) con proyectos de investigación financiados por COLCIENCIAS en el período 1991-1994, se presenta en el Cuadro 4.4 (Universidades por Ciudad, con Proyectos de I&D Financiados por COLCIENCIAS 1991-94). La concentración de las universidades y, por lo mismo, de los proyectos, se da en las ciudades de Santafé de Bogotá, D. C., (46 %), Medellín (17%) y Cali (11%). Estas tres ciudades concentran el 74% de los proyectos de investigación.

**Cuadro 4.3**  
**GRUPOS DE INVESTIGACION POR AREAS DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (1)**

AREA DE CIENCIA - TECNOLOGIA	No. Grupos	Porcentaje
Ciencias y Tecnologías Agropecuarias	33	15%
Ciencias Básicas	31	14%
Ciencia y Tecnología de la Salud	29	13%
Investigaciones en Minería y Energía	26	12%
Desarrollo Tecnológico Industrial y de Calidad	22	10%
Electrónica, Telecomunicaciones e Informática	11	5%
Medio Ambiente y Hábitat	11	5%
Ciencias Sociales y Humanas	10	5%
Ciencias y Tecnologías del Mar	10	5%

Estudios Científicos de la Educación	8	4%
Biotecnología	8	4%
Otros centros no clasificados	17	8%
<b>No. Total de grupos de investigación</b>	<b>216</b>	<b>100%</b>

(1) Estos datos corresponden a los grupos de investigación apoyados por COLCIENCIAS. No incluye grupos con apoyo de otras entidades y fuentes financieras

## 4.5 Fortalecimiento del Programa de Estímulos a los Investigadores

Se busca el reconocimiento social a los investigadores y la creación de un ambiente que favorezca la permanencia de los mismos en la investigación, al mejorar las condiciones de trabajo, mediante un reconocimiento monetario durante 12 meses. En el período 1994-1996, COLCIENCIAS ha financiado este programa con US\$2,6 millones, monto que ha permitido sostener a un grupo de 316 investigadores. En 1997 se celebrará una nueva convocatoria, en la cual participarán los investigadores que han sido beneficiarios del Programa, con el objeto de ratificar su permanencia en el mismo e, igualmente, se presentarán nuevos candidatos.

## 4.6 Programa de Retorno de Investigadores Colombianos

Con este Programa se apoya el retorno de colombianos con alto nivel de formación académica e investigativa, garantizando su vinculación a instituciones de carácter científico y tecnológico del país. Durante 1994-1996, han retornado al país, a través de este Programa, 55 científicos residentes en el exterior, con formación doctoral y alto reconocimiento en la comunidad internacional. A este Programa se han vinculado empresas e instituciones de investigación en el país, con el aporte de recursos para su ejecución. Sin embargo, podría ser mayor el número de empresas que se beneficien de esta iniciativa.

## 4.7 Fortalecimiento del Programa de Movilidad de Científicos

El propósito de atraer flujos migratorios de especialistas y científicos de alto nivel para efectos de modernización del aparato productivo, ha llevado a la ejecución de este Programa, consistente en vincular, por un período de uno a dos años, a científicos con formación doctoral, extranjeros o colombianos residentes en el exterior por más de cinco años, a centros de investigación y empresas comprometidas en procesos de I&D en Colombia.

Entre 1994-1996, con un monto de US\$1,5 millones, este Programa ha vinculado 31 investigadores a grupos y centros de investigación en entidades públicas y privadas. Además, se han destinado recursos económicos para traer en los próximos 4 años al menos 55 científicos, los cuales

se incorporarán de manera gradual, en concordancia con las necesidades de diferentes disciplinas del conocimiento y, también, de la demanda del sector productivo.

## 4.8 Demanda por recursos humanos de alto nivel

En Colombia, la demanda por recursos humanos de alto nivel en los próximos años se basa, principalmente, en las necesidades futuras del Sistema Universitario Nacional como consecuencia del proceso de acreditación exigido por la Ley 30 de 1992, que obliga a las Universidades a acreditarse bajo los parámetros de calidad y competitividad impuestos por las condiciones del mercado nacional y los niveles de exigencia necesarios para el proceso de internacionalización del país. La universidad deberá conjugar una mayor proporción de doctores en su planta de docentes de tiempo completo con un incremento mayor del rubro de inversión anual en ciencia y tecnología. La necesidad actual de nuevos doctores para sólo 14 de las universidades públicas se ha estimado en 483, lo cual representa un incremento del 39% de la demanda presentada a COLCIENCIAS en 1995<sup>29</sup>.

Un segundo elemento, obtenido del análisis del comportamiento de las dos últimas convocatorias de becas para doctorado y maestría realizadas por COLCIENCIAS, muestra que de 958 solicitudes presentadas en tales convocatorias fueron financiadas 303, lo que significa que el porcentaje de solicitudes financiadas en relación con las solicitudes presentadas es de sólo el 32%. De las 655 solicitudes que no obtuvieron beca, un 40% cumplía con los requisitos exigidos por la convocatoria y no fueron financiadas por falta de recursos. Este déficit tampoco pudo ser cubierto por las otras dos instituciones que financian estudios de doctorado en el exterior. COLFUTURO sólo cubrió 40 de esas solicitudes e ICETEX, a través de las becas de cooperación internacional, únicamente 51.

Un tercer elemento para establecer la demanda potencial de Programas de doctorado y magister, se puede deducir del informe de la Misión Nacional para la Modernización de la Universidad Pública<sup>30</sup>, en donde se muestra que de una comunidad total de docentes en la educación superior, tanto pública como privada, de 52.445, solamente el 2.4% tienen título de doctorado, y el 12.8%, de maestría.

En el Cuadro 4.5 (Formación de Recursos Humanos, Flujo Anual de Recursos) se presenta el desembolso anual de recursos previsto para la ejecución de los programas de formación de personal en el período 1995-1998, por un total de US\$40 millones.

### Cuadro 4.5

---

<sup>29</sup> Apoyar Ltda. Consultores: *Formación Avanzada Científica y Tecnológica en Instituciones de Educación Superior y en Centros de Investigación*. Santafé de Bogotá, D.C., 1995.

<sup>30</sup> Misión Nacional para la Modernización de la Universidad Pública. *Informe Final*. Santafé de Bogotá, D.C., Marzo de 1995

**FORMACION DE RECURSOS HUMANOS:  
FLUJO ANUAL DE RECURSOS  
(US\$000)**

<b>PROGRAMAS</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>TOTAL</b>
Postgrado conducente a título	6,316.4	7,319.0	4,891.5	5,027.2	23,554.1
Programa de formación no conducentes a título	1,092.9	1,700.0	1,850.0	1,080.0	5,722.9
Apoyo institucional a doctorados	693.0	850.0	628.5	628.5	2,800.0
Movilidad de científicos	754.0	1,100.0	450.0	450.0	2,754.0
Estímulo a investigadores	909.0	1,400.0	1,680.0	1,180.0	5,169.0
<b>TOTAL</b>	<b>9,765.3</b>	<b>12,369.0</b>	<b>9,500.0</b>	<b>8,365.7</b>	<b>40,000.0</b>

Fuente : COLCIENCIAS. Subdirección de Programas Estratégicos. Santafé de Bogotá, D. C., D.C., Junio de 1995

## 4.9 Programas de formación no conducentes a título

Este es el caso de las necesidades de formación continuada para mantener la capacidad y el nivel científico de los investigadores del país (a través de *“Post-Doc Fellowships”*), o para satisfacer necesidades específicas de la comunidad académica y científica o para dar respuesta a los requerimientos del sector productivo en cuanto a innovación, desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología.

Este programa se lleva a cabo mediante la financiación de pasantías, cursos de entrenamiento, seminarios y formación de jóvenes investigadores (menores de 25 años) en los grupos de investigación e instituciones con mayor desarrollo en el país.

Respecto a la formación de jóvenes , se financian programas que hacen parte de planes institucionales o de los grupos de investigación, por períodos de 2 años. En 1995, cuando se inició este Programa, se realizaron convenios con 13 instituciones del país, mediante los cuales se vincularon 112 jóvenes a 17 grupos de investigación. En 1996 se están incorporando 100 nuevos jóvenes.

## 4.10 Formación de técnicos

Algunos institutos y escuelas vocacionales educan a técnicos en variados oficios relacionados con la producción agropecuaria, la industria, los servicios y el comercio. Tiene especial importancia el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, creado en 1957, como una institución de formación básica para el trabajo (formación profesional), financiado mediante un impuesto del 2% de la nómina de las empresas públicas y privadas.

Esta formación se adelanta en el SENA mediante la realización de cerca de 41.000 cursos al año, en 234 especialidades, con un total de 4.2 millones de horas, 741.000 alumnos y 3.577

instructores<sup>31</sup>, en 19 centros agropecuarios, 29 centros industriales, 16 centros de comercio y servicios y 37 centros multisectoriales. La capacitación se ofrece a estudiantes provenientes de diferentes sectores productivos, distribuidos de la siguiente manera :

* Agropecuario :	18%
* Comercio :	18%
* Eventos de divulgación :	7%
* Industria :	20%
* Servicios :	25%
* Multisectorial :	12%

La formación tiene cinco modos : aprendizaje, complementación, habilitación, especialización y promoción, en cinco modalidades : centro, empresa, promoción popular, divulgación tecnológica y cursos a distancia.

## 4.11 Metas en la formación de recursos humanos

A fin de cumplir con los objetivos de formación de recursos humanos de la Política de Ciencia y Tecnología, se prevén las siguientes metas a ser alcanzadas en 1998:

- Formación de investigadores, mediante la financiación de 450 becas de doctorado y 100 de maestría, tanto en el país como en el exterior. Este número de becas corresponde sólo al financiamiento otorgado por COLCIENCIAS. Si se tienen en cuenta otras fuentes de financiamiento (ICETEX, Colfuturo, etc.) este número es superior.
- Consolidación de la infraestructura de los 16 doctorados existentes en el país, y apoyo al desarrollo de la infraestructura de 12 nuevos programas doctorales.
- Fomento de la formación continuada del personal vinculado a la investigación, a través de la financiación de 170 pasantías y 70 seminarios de actualización y entrenamiento, buscando capacitar 1.400 personas.
- Formación de 100 jóvenes investigadores, mediante la financiación de su participación en grupos consolidados de investigación, en la modalidad de pasantías.
- Consolidación de la comunidad científica, mediante el Programa de Estímulos a los Investigadores. Se financia la permanencia de 200 investigadores en el Programa.
- Fortalecimiento de la capacidad científica de los grupos de investigación, por medio del vínculo temporal de 55 investigadores de alto nivel pertenecientes a la comunidad científica internacional.

---

<sup>31</sup> SENA. *El SENA del Siglo XXI. Elementos para su Reestructuración*. Santafé de Bogotá, D.C., Diciembre 1994

En el Cuadro 4.6 (Formación de recursos humanos y consolidación de la comunidad científica del país : Objetivos y metas) se presenta un resumen de los problemas, objetivos y metas de la formación de recursos humanos y la consolidación de la comunidad científica.

## 5. Centros de Desarrollo Tecnológico y de Productividad e Incubadoras de Empresas

### 5.1 El Nuevo Modelo De Centros De Desarrollo Tecnológico

#### 5.1.1 Antecedentes

El establecimiento de una red de Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT's), constituye una de las estrategias fundamentales de la Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico, orientada a fortalecer la infraestructura de investigación, capacitación y prestación de servicios tecnológicos al sector productivo. La situación actual de los CDT's es el resultado de una evolución en la que se puede claramente distinguir tres fases :

- a) **1957 - 1989** : En este período predominó un modelo de instituto tecnológico basado en la financiación del Estado, encargado de servir todo un sector productivo (Vgr : industria, agricultura). En el caso del sector industrial existió en Colombia el Instituto de Investigaciones Tecnológicas - IIT -, cuya financiación se aseguró con el apoyo de entidades públicas (Ministerio de Desarrollo, Caja Agraria, IFI y Banco de la República). Este Instituto fué responsable de apoyar el desarrollo tecnológico de todo el sector industrial. En el sector agropecuario predominó el mismo modelo en el caso del Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-, aunque en este caso su financiación provino en su totalidad del presupuesto nacional. En los dos casos se trata de grandes institutos públicos (o semi-públicos), que se constituyeron en institutos únicos cubriendo todo un sector (muy diferente al enfoque de sistemas y redes inter-institucionales que predomina hoy).
- b) **1990 - 1994** : Se acelera el proceso de privatización y de apertura de la economía, en el que el Estado comienza a disminuir el apoyo a los CDT's con el propósito de comprometer al sector privado en su financiamiento. El IIT se cierra, considerándose en este período que el Estado no tenía un papel directo en el apoyo a Centros Tecnológicos. En el caso del sector industrial, estos últimos se dejan totalmente en manos del sector privado, como parte de una decisión de privatizar la investigación tecnológica. Se proponen nuevos proyectos de CDT's en varios sectores de la producción, pero sólo uno obtuvo el apoyo de algunos industriales : el Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho, el cual inició actividades en Febrero de 1993. En el caso del sector agropecuario el Estado continuó desarrollando un papel activo, pero asociándose con el sector privado en la creación de la Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias - CORPOICA -. En este sector no se insiste en la tesis de la privatización.
- c) **1995 en adelante** : En este período se definió la nueva Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico, basada en el fortalecimiento del *Sistema Nacional de Innovación*. Con base en esta nueva política, los empresarios son los líderes del desarrollo tecnológico pero el Estado tiene un papel activo en la promoción y creación de condiciones de apoyo a la

investigación tecnológica. La responsabilidad del desarrollo de una infraestructura tecnológica nacional la comparte el Estado con el sector productivo privado, buscándose que las iniciativas no se tomen unilateralmente desde el Estado, como antes, sino con base en la participación y compromiso empresarial. Pero al mismo tiempo se abandona la política de privatización de la investigación, que se aplicó en el sector industrial en el período anterior. Con tal fin, se exploraron varias opciones organizacionales y el modelo que se escogió fué el de los “Centros Virtuales”, el cual se explica en la siguiente sección.

A la anterior decisión se llega después de analizar diversos modelos organizacionales que estaban surgiendo tanto en América Latina como en países desarrollados, como parte de un profundo proceso de cambio que se estaba dando en las instituciones tecnológicas de muy diversos países. Se vió la necesidad de establecer organizaciones más flexibles y dinámicas que ofrecieran respuestas rápidas a los requerimientos de las empresas. Adicionalmente, se encontró de gran interés la tendencia de centros tecnológicos de articularse en redes y consorcios tecnológicos, como parte de una estrategia global de monitoreo y apropiación de conocimiento en todo el mundo<sup>32</sup>. El estudio comparativo de modelos de centros tecnológicos y de análisis de tendencias de cambio organizacional, realizado en varios países bajo el patrocinio del CIID, ONUDI y ALTEC, permitió identificar nuevas estrategias para el establecimiento de los centros tecnológicos en Colombia<sup>33</sup>.

Como resultado de la evaluación adelantada sobre los nuevos modelos de centros tecnológicos, se determinaron para Colombia las características básicas que deberían tener las nuevas organizaciones, en función de una alta calidad y oportunidad en los servicios a los clientes y usuarios:

- Mayor especialización sectorial con el fin de determinar con mayor claridad sus clientes
- Mayor participación de los usuarios (empresarios) en la dirección y financiamiento del Centro
- Adopción de mecanismos novedosos de cooperación pública y privada, basados en modelos mixtos que nacen de la alianza estratégica entre estos dos sectores.
- Estrategia de financiación diversificada
- Desarrollo de mecanismos de articulación entre oferta y demanda
- Sostenibilidad en el largo plazo

Con base en los anteriores parámetros se diseñó la nueva estrategia de centros tecnológicos, actualmente vigente.

---

<sup>32</sup> Dos casos exitosos de Centros Virtuales que se analizaron en esta etapa de selección de opciones organizacionales son el del Consorcio PRECARN en Canadá y el del Instituto de Tecnología de Alimentos de Malasia. Sobre el primero ver James Mullin : The PRECARN Model : A New Organizational Approach ; CIDD / LARO, Montevideo, Febrero de 1993.

<sup>33</sup> Sobre los resultados de este Proyecto de análisis comparativo a nivel internacional, y los diversos modelos que en él se identifican, ver Fernando Machado (ed.) : *Institutos de Investigación Industrial en América Latina : Su Rol en los Años Noventa. Proyecto CIIC / ONUDI / ALTEC. Julio de 1993.*

## 5.1.2 Enfoque de los Centros Tecnológicos Virtuales

Los Centros Tecnológicos Virtuales son estructuras que articulan la demanda con la oferta de tecnologías, actuando dentro de un esquema de redes nacionales e internacionales, con universidades, empresas, centros técnicos del SENA, laboratorios de ensayos, centros de capacitación y otras facilidades de infraestructura disponibles para la prestación de tales servicios tecnológicos.

El modelo organizacional de los centros virtuales se muestra en el Gráfico 5.1. Los principales componentes de este modelo son los **Nódulos Articuladores**, que buscan suministrar asistencia técnica (extensión industrial), y facilitar y promover una estrecha interacción entre oferta y demanda tecnológica; y los **Nódulos Tecnológicos Especializados**, que son los grupos, centros o laboratorios con capacidad para ofrecer servicios tecnológicos o realizar investigación, donde se encuentra la capacidad real de los centros tecnológicos.

Dentro de la nueva Política de Innovación y Desarrollo Tecnológico se ha optado por el modelo de centro virtual por la necesidad de aprovechar al máximo la infraestructura científica y tecnológica existente por la necesidad de disminuir los costos de operación, y porque la experiencia internacional evidencia la efectividad de las redes interactivas de innovación. El anterior planteamiento no debe conducir a establecer falsas dicotomías entre centros “reales” y centros “virtuales”, porque estos enfoques no son excluyentes y más bien se complementan.

Es importante resaltar el hecho que varios de los Centros Virtuales tienen importantes componentes de laboratorios y centros de investigación reales. Así mismo, es importante destacar que para que un Centro Virtual funcione adecuadamente, es necesario invertir en el desarrollo de la infraestructura que se considere crítica para el suministro de servicios tecnológicos básicos y para el desarrollo de la investigación pertinente, incluyendo la formación de recursos humanos como uno de sus componentes esenciales. El desarrollo de esta infraestructura debe reflejar las necesidades reales del sector productivo y las posibilidades concretas de financiación y de sostenibilidad en el tiempo. Esto lleva al compromiso de formular una *Estrategia de Desarrollo Institucional*, concebida esta última en diversas fases que reflejen los criterios y posibilidades anteriormente mencionados.

Debe así mismo resaltarse el hecho que el concepto de Centros Virtuales requiere del desarrollo y fortalecimiento de Sistemas y Redes de Innovación, en las cuales es importante articular los esfuerzos de diversas instituciones. En particular, debe destacarse el importante papel que desempeña la Universidad en éste modelo organizacional, así como el papel que desempeñan otras instituciones, tales como laboratorios, oficinas de ingeniería y consultoría, proveedores de insumos tecnológicos, el SENA, y otras entidades con capacidad de ofrecer servicios tecnológicos y desarrollar investigación relevante para el sector productivo.

Los centros tecnológicos en cualquiera de las categorías señaladas, deben cumplir con las siguientes funciones básicas:

- Investigación y desarrollo
- Transferencia de tecnología
- Asesoría en la negociación de tecnología
- Búsqueda, selección, análisis y suministro de información técnica
- Suministro de asistencia técnica a los productores
- Actividades de formación y capacitación, de manera directa o en acuerdos con terceros

- Servicios tecnológicos, en especial referidos al control de calidad, normalización, metrología, ensayos y diseño.
- Actividades estratégicas como son la prospectiva tecnológica, la prospectiva de mercados y la evaluación de impacto del desarrollo de nuevas tecnologías, son funciones importantes que los centros deben abordar.

## **5.2 Los Centros Tecnológicos : Componentes Fundamentales para la integración del Sistema Nacional de Innovación**

Los CDT's es la estrategia central para la integración del Sistema Nacional de Innovación, orientada a reforzar los vínculos e interacciones de las capacidades tecnológicas sectoriales y regionales, los servicios de apoyo y las nuevas tecnologías. En la matriz que se presenta a continuación, se identifican los componentes activos del Sistema Nacional de Innovación :

- a) Los Centros Tecnológicos Sectoriales (Industria , Agropecuaria y Minería y Energía)
- b) Los Centros Tecnológicos en Nuevas Tecnologías
- c) Los Centros y Entidades que prestan Servicios de Apoyo a la Industria
- d) Los Centros y Entidades que prestan Servicios para un Desarrollo Sostenible
- e) Las Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica
- f) Los Centros Regionales de Productividad y Desarrollo Empresarial
- g) Centros Tecnológicos y Centros I&D de las Empresas Privadas
- h) Los Programas de Integración de la Red de Centros Tecnológicos

Todos los anteriores tipos de Centros Tecnológicos conforman una Red Nacional, la cual constituye la estructura básica de articulación del Sistema Nacional de Innovación, con una participación dinámica de empresas, gremios, universidades y demás agentes del cambio tecnológico. El trabajo de conformación de la Red Nacional de Centros Tecnológicos se promueve a través del mecanismo participativo del Foro Permanente de Integración de los Centros Tecnológicos, el cual se presenta más adelante.

### **5.2.1 Centros Sectoriales de Desarrollo Tecnológico en el Sector Industrial**

El nuevo modelo de centros tecnológicos propende por la especialización sectorial con el fin de lograr una mejor definición de los requerimientos tecnológicos de las empresas y optar por un mayor compromiso de los gremios y usuarios<sup>34</sup>. Se apoyó la creación de CDT's en aquellos sectores industriales objeto de los Acuerdos Sectoriales de Competitividad, en los que se identificaron amenazas de pérdida de los mercados por la competencia externa y necesidades apremiantes de reconversión tecnológica de la industria. Además del Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y Caucho, se promovió la creación de los siguientes CDT's en el sector industrial:

---

<sup>34</sup> COLCIENCIAS. Centros Sectoriales de Desarrollo Tecnológico. Santafé de Bogotá, Mayo de 1995

- Centro Red Tecnológico Metalmecánico
- Centro de Investigación y Desarrollo Textil-Confecciones
- Centro de Capacitación y Desarrollo Tecnológico de la Industria Papelera
- Centro de Productividad y Desarrollo Tecnológico de la Industria Gráfica
- Centro de Servicios Tecnológicos para la Industria del Calzado
- Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Alimentos
- Corporación de la Corrosión

La inversión en estos siete Centros de Desarrollo Tecnológico en el Sector Industrial alcanza el monto de US\$ 12,5 Millones para el bienio 1995-1996, observándose un gran poder de movilización de recursos de contrapartida provenientes de diferentes fuentes, generados a partir del Capital Semilla aportado por COLCIENCIAS (US\$ 2,3 Millones) y el IFI (US\$ 1,2 Millones).

### **5.2.2 Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Agropecuario**

La infraestructura de investigación existente en el país en el sector agropecuario es amplia y diversificada. Los principales CDT's en este sector son los siguientes :

- CORPOICA
- Corporación Centro de Investigaciones de la Acuicultura - CENIACUA
- Centro de Investigación Vitivinícola Tropical de Ginebra - CENIUVA
- Centro de Investigaciones del Café - CENICAFE
- Centro de Investigaciones de la Caña - CENICAÑA
- Centro de Investigaciones de la Palma -CENIPALMA
- Centro Internacional de Agricultura Tropical -CIAT

CENIACUA Y CENIUVA recibieron apoyo institucional mediante Capital Semilla y los otros centros de investigación agropecuaria a través de la línea de financiamiento de proyectos de investigación. La inversión en estos siete Centros de Desarrollo Tecnológico del Sector Agropecuario alcanza los US\$152,3 Millones en el bienio 1995-1996. Puede observarse en este sector, el inmenso compromiso, tanto del Gobierno Nacional como del sector privado, en asegurar recursos significativos para la operación de los Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

### **5.2.3 Centros de Desarrollo Tecnológico en Minería y Energía**

Las empresas generadoras y distribuidoras de energía eléctrica conformaron el Centro de Investigaciones del Sector Eléctrico CIDET con la finalidad de desarrollar programas de ahorro energético en la industria y certificar la calidad de los proveedores nacionales de este sector.

En el sector de los hidrocarburos funciona el Instituto Colombiano del Petróleo -ICP- con la misión de investigar nuevas tecnologías de exploración y refinación de crudos, desarrollo de mezclas combustibles y procesos para evitar la contaminación. El ICP cuenta con una moderna infraestructura de laboratorios en Biotecnología, reología, asfaltos, corrosión, cámara de combustión, entre otros, que representó una inversión inicial de más de US\$50 Millones

En las energías nuevas y renovables y la utilización de la energía nuclear trabaja el Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas -INEA-, organismo adscrito al Ministerio de Minas y Energía. El presupuesto de este Instituto para el bienio 1995 - 96 es de US\$11,35 Millones.

La Corporación de Asfaltos desarrolla investigaciones sobre mejoramiento de vías, nuevos materiales y agregados pétreos.

La inversión en los Centros de Desarrollo Tecnológico del sector Minero y Energético, antes señalados, representó la suma de US\$74,5 Millones para el bienio 1995-1996.

## **5.2.4 Centros Tecnológicos en Nuevas Tecnologías**

La difusión de nuevas tecnologías en el sector productivo, y en la sociedad en general, es un factor determinante de la competitividad y bienestar futuro de la economía nacional. Las áreas promisorias en nuevas tecnologías son las correspondientes a biotecnología, desarrollo de software, telecomunicaciones, industria electrónica y automatización. Los CDT's establecidos para promover el desarrollo tecnológico, la certificación de calidad, la capacitación y transferencia de tecnología en nuevas tecnologías son los siguientes :

- \* Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología - CORPODIB -
- \* Corporación para el Desarrollo de la Biotecnología -BIOTEC -
- \* Corporación para Investigaciones Biológicas - CIB -
- \* Centro de Investigaciones en Telecomunicaciones -CINTEL -
- \* Centro de Desarrollo de Software
- \* Centro de Desarrollo Tecnológico en Electrónica
- \* Centro Internacional de Física -CIF -

La inversión en los anteriores CDT's en Nuevas Tecnologías es alrededor de US\$4,8 Millones para el bienio 1995-1996.

## **5.2.5 Centros que Prestan Servicios de Apoyo al Sector Productivo**

A fin de que el sector productivo colombiano compita con éxito en el mercado interno y externo, y alcance mayores niveles de competitividad, se requiere el desarrollo de una infraestructura de servicios tecnológicos en toda la cadena de producción y comercialización. Al adoptarse un modelo de economía abierta, la competitividad en los mercados se basa, en forma creciente, en los factores de diseño, calidad, normas técnicas y manejo de patentes.

### **5.2.5.1 Sistema Integrado de Calidad**

El Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología se organizó mediante el Decreto 2269 de 1993, expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico. La Superintendencia de Industria y Comercio, entidad adscrita al Ministerio de Desarrollo Económico, tiene la misión de servir de organismo de acreditación, coordinación y supervisión del Sistema Nacional de

Normalización, Certificación y Metrología. El ente superior de política de este Sistema es el Consejo Nacional de Normas y Calidades.

La Normalización Técnica tiene como Organismo Nacional de Normalización al Instituto Colombiano de Normalización Técnica -ICONTEC-, que afilia más de 4.000 empresas y coordina cerca de 200 Comités de Normalización. La estructura de normalización técnica se ha ampliado mediante la creación de las Unidades Sectoriales de Normalización, que participan en este proceso por iniciativa de sectores específicos en coordinación con el ICONTEC.

ICONTEC tiene convenios con el Centro Regional de Productividad del Pacífico, CINTEL, la CCI y COLCIENCIAS para el desarrollo de Sistemas de Certificación de Calidad en el sector productivo nacional. Otros CDT's como el Centro Red Metalmecánico, CENPAPEL, ICIPC y CIAL están proyectando sus servicios hacia la certificación de calidad, con la finalidad de dar respuesta a los requerimientos del mercado internacional de competir con base en las normas ISO series 9000 y 14.000. COLCIENCIAS ha financiado proyectos a ICONTEC para el desarrollo de sistemas de información sobre normas técnicas, nacionales e internacionales, con el propósito de hacer una difusión amplia de estas normas en la industria nacional.

El Centro Nacional de Metrología, cuenta con quince laboratorios especializados, que se están trasladando a una nueva sede con un área de 8.000 metros cuadrados. Este Centro coordina una Red de Laboratorios de Metrología establecida para prestar servicios a la industria y empresas comerciales en todos los campos de la calibración y patronamiento.

La Certificación de Calidad se realiza a través de organismos acreditados por la Superintendencia de Industria y Comercio. En la actualidad se encuentran acreditados para certificar calidad: ICONTEC, CCI y CINTEL.

En el tema de cultura de la calidad, la Corporación Calidad se ha integrado recientemente a la Red de CDT's mediante la creación de una unidad de investigación de las culturas regionales de la innovación y la ejecución de un Programa de Mejoramiento de la Calidad de la Gerencia de los Centros Tecnológicos, el cual incluye en su primera fase el apoyo a la formulación de los planes estratégicos de los CDT's, proyecto que cuenta con la asesoría de la firma española SOCINTEC.

### **5.2.5.2 Capacitación y Asistencia Técnica**

El SENA cuenta con Centros Técnicos de relevancia tecnológica en áreas como plástico, textiles, automatización, metalmecánica y fundición, que contribuyen con servicios de capacitación, información y asistencia técnica dentro de la red nacional de CDT's. El presupuesto anual que el SENA dedica a los operaciones de los Centros Técnicos Agropecuarios, Centros Técnicos Industriales y Centros Técnicos Multisectoriales es de cerca de US\$145,7 Millones y la formación impartida llega a una población de 750.000 técnicos y operarios en las diferentes ramas industriales, agrícolas y de servicios. Dada la necesidad de aprovechar la infraestructura en instructores, talleres y laboratorios que posee el SENA y orientar parte de los recursos financieros que maneja esta entidad para programas de ciencia y tecnología, se ha puesto en operación un Convenio conjunto con COLCIENCIAS, encaminado a reforzar la Red de CDT's en el país, vincular a los sindicatos y trabajadores en los programas de innovación y ampliar los recursos financieros disponibles para proyectos de desarrollo tecnológico.

Otras entidades, como FICITEC, desarrollan programas de asistencia técnica y capacitación para la modernización tecnológica y competitiva de la PMI. Un ejemplo valioso de asistencia integral a la industria, es el programa conjunto entre FICITEC y CEINNOVA, mediante el cual un grupo piloto de empresas del sector del calzado, recibe asesoría y capacitación en el nivel gerencial, comercial y tecnológico, en cooperación con firmas italianas de diseño. Las alianzas estratégicas internacionales se están promoviendo mediante la organización de misiones empresariales y los contactos con posibles socios.

### **5.2.5.3 Comercio : Integración de Cadenas Productivas**

Uno de los objetivos del establecimiento del Centro de Desarrollo Tecnológico del Comercio - CETCO es el apoyo a la integración de las cadenas productivas, proceso que surge de la coordinación de acciones sectoriales, regionales y de nuevas tecnologías, en un trabajo mancomunado con los demás CDT's asociados a la RED de CDT's. El papel dinamizador del mercado de servicios tecnológicos que desarrolla CETCO es muy interesante, porque aprovecha la capacidad movilizadora que tiene el gremio de los comerciantes en Colombia (FENALCO agrupa cerca de 18.000 empresas comerciales e industriales) y porque la fuerza innovadora de las empresas comercializadoras, a través del desarrollo de proveedores industriales, es determinante.

La inversión para el primer año de operaciones de CETCO se ha presupuestado en US\$600.000.

### **5.2.5.4 Fomento de Alianzas Estratégicas y Joint-Ventures**

INNOTECH es un Programa de la Unión Europea y del Gobierno de Colombia que ha venido fomentado la cooperación tecnológica entre empresarios y universidades. Con este propósito, esta institución ha adelantando un número importante de estudios tecnológicos empresariales en distintos sectores industriales en Colombia. El mayor interés se concentra en la posibilidad de adelantar joint-ventures con empresas de alta tecnología, localizadas en Europa. COINVERTIR concentra sus esfuerzos en la búsqueda de inversionistas extranjeros y en la vinculación de empresarios colombianos al mercado internacional. El Programa Bolívar, establecido con apoyo del BID y participación de la mayoría de Gobiernos de América Latina, fomenta las alianzas estratégicas entre empresas y universidades, de dentro y fuera de la región.

Estas tres entidades tienen objetivos similares en la promoción de la internacionalización de los sectores productivos, por lo que se considera conveniente buscar su integración y operación conjunta en el país. El presupuesto invertido en el bienio 1995-1996 en estas tres instituciones se elevó a la cifra de US\$ 3,1 Millones.

### **5.2.5.5 Fomento a las Exportaciones**

Está en ejecución un convenio entre PROEXPORT COLOMBIA y COLCIENCIAS, con la finalidad de ofrecer un paquete de servicios tecnológicos, financieros y de información a empresarios vinculados a más de 100 Unidades Exportadoras, principalmente en los sectores de software, bienes de capital, joyería, agroindustria, artesanías y manufacturas de cuero.

En el marco de promoción de exportaciones, la Corporación Colombia Internacional -CCI- actúa como mecanismo de certificación en el sector agroalimentario, tarea que involucra a una red de laboratorios especializados, que prestan servicios a las empresas exportadoras en este renglón de la economía colombiana.

La inversión en los dos anteriores programas se estimó en US\$7,6 Millones en el bienio 1995-1996.

### **5.2.5.6 Sistema Nacional de Diseño**

El Sistema Nacional de Diseño se articula con la Red de CDT's mediante las siguientes líneas de acción : Asesoría en el establecimiento de unidades de diseño en las empresas, Auditoría en diseño para el mercado internacional, Desarrollo de Productos Innovadores con apoyo de los CDT's y firmas especializadas en Diseño, Fortalecimiento de la investigación y la capacidad profesional en Diseño, Apoyo a proyectos de beneficio social, Información y divulgación de las metodologías en Diseño. Este programa es operado a través de una Secretaría Técnica contratada por el Ministerio de Desarrollo.

El Sistema Nacional de Diseño inició acciones en 1996 con un presupuesto de US\$350.000.

## **5.2.6 Servicios para un Desarrollo Sostenible**

En cuanto a *Servicios para un Desarrollo Sostenible* que se ofrecen en la Red de CDT's, se encuentran los siguientes :

### **5.2.6.1 Instituto Colombiano Agropecuario**

Ofrece diversos servicios relacionados con la asistencia técnica y el control sanitario a entidades y productores en el sector agropecuario. La sostenibilidad del desarrollo agropecuario es uno de los principales criterios de actuación de esta entidad. Algunos de los CDT's como Alimentos, los dos de Biotecnología y los Regionales de Productividad, realizan investigaciones en aspectos sanitarios, que refuerzan algunas estrategias y líneas de acción del ICA en esta materia.

El presupuesto del ICA alcanzó US\$97,6 Millones en el bienio 1995-1996.

### **5.2.6.2 Centro de Información de Tecnologías Limpias e Impacto Ambiental**

Actualmente se está promoviendo la creación de un Centro en Tecnologías Limpias, con el fin de establecer una cooperación amplia con toda la Red de CDT's en los temas de Desarrollo Sostenible, Reciclaje, Control de Efluentes y Desarrollo de Tecnologías No Contaminantes.

Los estudios de factibilidad para la creación de este Centro se han adelantado con la cooperación del Instituto Federal Suizo de Prueba de Materiales e Investigación - EMPA. Estos estudios han tenido un costo de US\$130.000.

### **5.2.6.3 Centro de Investigaciones de Abastecimiento de Agua - CINARA**

Este Centro se dedica a la transferencia y desarrollo de tecnología en el sector de abastecimiento de agua potable, saneamiento ambiental y conservación de recursos hídricos. Su presupuesto en el bienio 1995-1996 es de US\$3,8 Millones.

### **5.2.6.4 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander Von Humboldt”**

Realiza investigaciones que contribuyen al uso sostenible de la diversidad biológica en Colombia. Entre los principales programas que promueve este instituto se encuentran los siguientes : política y legislación, inventarios, biología de la conservación y uso y valoración de la biodiversidad.

## **5.2.7 Centros Regionales de Productividad**

Los Centros Regionales de Productividad tienen la misión de promover el desarrollo empresarial y la competitividad a nivel regional. En el momento, se están consolidando seis Centros Regionales de Productividad : en el Pacífico, en la Costa Atlántica, en Antioquia, en Santander, en el Centro del País y en Tolima. Los Centros Regionales de Productividad se están integrando con los Centros Sectoriales de Desarrollo Tecnológico y con los Centros Tecnológicos en Nuevas Tecnologías, mediante la creación de nodos especializados y la definición de líneas de acción conjunta. Ejemplos concretos de este proceso de integración son los convenios operativos entre el centro Red Metalmecánico, ICONTEC y el Centro Regional de Productividad del Pacífico.

En el bienio 1995 - 96, los recursos para los Centros Regionales de Productividad son de US\$13 Millones, provenientes del Banco Interamericano de Desarrollo - BID, de COLCIENCIAS y recursos de contrapartida.

## **5.2.8 Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica**

Las *Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica* complementan la Red Nacional de CDT's, mediante algunos servicios compartidos : capacitación de empresarios, búsqueda de oportunidades de negocios, gerencia de tecnología, servicios de información, etc. En el momento, se cuenta con cinco incubadoras : Corporación Innovar (Santafé de Bogotá, D. C.), TECNOVA (Cali), Incubadora de Antioquia (Medellín), Bucaramanga Emprendedora (Bucaramanga) e Incubadora del Quindío (Armenia).

La inversión acumulada para las incubadoras es de US\$7,4 Millones en el periodo 1995-1996, de los cuales el Gobierno aporta US\$3,9 Millones, con una contrapartida del sector privado y de los gobiernos regionales y locales por US\$3,5 Millones. Durante los dos últimos años, con este mecanismo se han incubado cerca de 50 empresas que utilizan nuevas tecnologías y generan empleo para científicos, investigadores e ingenieros con alta formación.

La CORPORACION INNOVAR estableció el 26 de Marzo de 1996 el “Fondo de Capital de Riesgo Innovar S.A.” con el apoyo de entidades entre las que se encuentra la Corporación Financiera del Estado - CORFIESTADO, Federación Nacional de Cafeteros, otras entidades nacionales y la

Unión Europea. Se espera que en pocos meses, este Fondo alcance la cifra de US\$1,0 millón en inversiones en nuevas empresas de base tecnológica.

## 5.2.9 Centros Tecnológicos de Empresas Privadas

Algunas empresas privadas han constituido centros tecnológicos para apoyar la adquisición, transferencia, asimilación y generación de tecnología, relacionada con materias primas y materiales, o con tecnología de procesos y de productos. En el inventario realizado sobre Centros Tecnológicos por COLCIENCIAS se han identificado 19 empresas privadas (Cuadro 5.1, Centros de Desarrollo Tecnológico y Centros I&D) que han montado una infraestructura propia en investigación aplicada. COLCIENCIAS ha dado apoyo a 6 de estos Centros Tecnológicos mediante créditos de reembolso obligatorio por un monto de US\$8,78 Millones.

**Cuadro 5.1**

### **CENTROS TECNOLOGICOS Y CENTROS DE I&D**

<p style="text-align: center;"><b>CENTROS TECNOLOGICOS DE EMPRESAS PRIVADAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de Investigaciones de Noel-Zenú</li> <li>• Centro de Investigaciones de la Compañía Nacional de Chocolates</li> <li>• Grupo Corona</li> <li>• Grajales Hermanos</li> <li>• Lloreda Hermanos</li> <li>• Departamento de Investigación y Desarrollo de VARELA S.A.</li> <li>• Colombiana de Tabaco</li> <li>• Centro de Investigaciones de UNIBAN</li> <li>• Centro de Investigaciones de SUMICOL</li> <li>• Corporación de Investigación y Desarrollo de Cementos Diamante</li> <li>• Centro de Desarrollo de Nuevos Productos de CARULLA</li> <li>• Centro de Investigación de Chocolate Luker, Sol y Quezada</li> <li>• Centro de Investigación de SUCROMILES</li> <li>• Centro de Investigaciones de ALPINA</li> <li>• Centro de Investigaciones de BAVARIA</li> <li>• Centro de Investigaciones de CARVAJAL</li> <li>• Centro de Investigaciones de CONALVIDRIOS</li> <li>• Centro de Investigaciones de DAW QUIMICA DE COLOMBIA</li> <li>• Centro de Investigaciones de Industrial de Gaseosas</li> <li>• Centro de I&amp;D del Sector Eléctrico</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>CENTROS TECNOLOGICOS SECTORIALES INDUSTRIALES,</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro Red Tecnológico Metalmecánico</li> <li>• Centro de I&amp;D Textil - Confección</li> <li>• Centro de Capacitación y Desarrollo Tecnológico de la Industria Papelera</li> <li>• Centro de Productividad y Desarrollo Tecnológico para la Industria Gráfica</li> <li>• Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho</li> <li>• Centro de I&amp;D en Alimentos</li> <li>• Centro de Investigación de las Telecomunicaciones - CINTEL</li> <li>• Corporación para Investigaciones Biológicas</li> <li>• Corporación para I&amp;D en Asfaltos en el Sector Transporte</li> <li>• Centro Internacional de Física</li> <li>• Corporación Centro de Investigaciones de la Acuicultura de Colombia</li> <li>• Centro de Investigación Vitivinícola Tropical de Ginebra (Valle del Cauca)</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>AGROPECUARIOS Y DE SERVICIOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología</li> <li>• Corporación para el Desarrollo de la Biotecnología Corporación BIOTEC</li> <li>• Corporación de Investigaciones en Corrosión</li> <li>• CORPOICA</li> <li>• CENICAFE</li> <li>• CENICAÑA</li> <li>• CENIPALMA</li> <li>• Centro de Informática de la Universidad de Los Andes</li> <li>• Centro de Investigación en Salud Animal CEISA - ICA - CORPOICA</li> <li>• ACOSEMILLAS</li> <li>• Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrológicas</li> <li>• Centro de Mecanización Agrícola</li> <li>• Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT</li> <li>• Corporación de Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de Antioquia</li> <li>• Incubadora Piloto de Empresas de Base Tecnológica de Santafé de Bogotá, D. C., INNOVAR</li> <li>• Incubadora de Empresas “Bucaramanga Emprendedora”</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>CENTROS REGIONALES DE PRODUCTIVIDAD</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corporación Centro de Productividad y Calidad del Pacífico</li> <li>• Centros de Productividad y Desarrollo Empresarial (5 centros)</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>CENTROS DE EMPRESAS PUBLICAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituto Colombiano del Petróleo - ICP</li> <li>• ASTIN - SENA</li> <li>• Centro de Automatización de Manizales - SENA</li> <li>• Centro Colombo - Italiano - SENA</li> <li>• Centro de Calzado y Manufactura del Cuero - SENA</li> <li>• Centro Nacional Textil - SENA</li> <li>• Centro Nacional de Control de Calidad y Metrología de Colombia</li> <li>• Centro Tecnológico de la Fundición y la Metalurgia - Universidad Industrial de Santander</li> </ul>

### 5.3 Programas de Integración de la Red Nacional de CDT's

Las acciones conjuntas entre los CDT's es la mejor manera de alcanzar, en la práctica, la operatividad de esta Red. Es por esta razón que se están poniendo en marcha los siguientes programas : Programa de Capacitación en Gestión Tecnológica, Programa de Misiones Empresariales y Asistencia Técnica en Nuevas Tecnologías, Programa de Mejoramiento de la Calidad de la Gerencia de los CDT's, Programa de Interconexión a través de Internet y Servicios de Información Tecnológica, Programa de Asesoría en Propiedad Intelectual y el Foro Permanente de los CDT's.

#### 5.3.1 Programa de Capacitación en Gestión Tecnológica

Este Programa tiene como objetivo principal formar a los directivos de los CDT's en temas avanzados de gestión tecnológica, para que desarrollen habilidades y conocimientos necesarios en el manejo y mercadeo de un portafolio de servicios básicos para la sostenibilidad de los centros en el

largo plazo. El programa comprende cursos cortos de entrenamiento en el exterior, talleres y seminarios en el país, estudios de casos, misiones y pasantías conjuntas con los empresarios y trabajadores y apoyo a iniciativas individuales según el perfil de cada Centro.

El primer programa de entrenamiento en gestión tecnológica en el exterior se realizará en el Canadá mediante un convenio suscrito entre COLCIENCIAS y la Universidad Simon Fraser, con una inversión aproximada de US\$250.000 en 1996. De otra parte, con el CEDTI y la Red de Centros Tecnológicos de España, se ha iniciado un programa de intercambio y cooperación tecnológica, que comprende las áreas de alimentos, empaques, calzado, metalmecánica, moldes y matrices, robótica y control ambiental. Los Centros Tecnológicos españoles que participarán en este programa son ASCAMN con sede en Barcelona, el Centro de Investigaciones en Metalmecánica y el Centro de Tecnologías de Alimentos y Empaques ubicados en el Parque tecnológico de Valencia , TECNIKER del país Vasco , el Centro de Curtiembres de Igualada y el Centro del Calzado INESCOOP. Este programa se desarrolla actualmente a través de talleres de gestión tecnológica y misiones empresariales con una inversión aproximada de US\$150.000 en 1996.

Recientemente, se ha iniciado la negociación de un programa de capacitación en gestión tecnológica entre COLCIENCIAS y el Programa PACTO de la Universidad de San Paulo, el cual permitirá reforzar los postgrados en gestión tecnológica en Colombia, y de esta forma, ampliar las posibilidades de capacitación de empresarios y gerentes de los CDT's en esta materia. COLCIENCIAS ha conformado una red de instituciones especializadas en el tema de gestión tecnológica, de la cual hacen parte la Universidad Pontificia Bolivariana, la Universidad de los Andes, la Universidad del Valle, la Universidad Industrial de Santander, la Universidad del Norte y la Universidad Tecnológica de Pereira. El objetivo es fortalecer los programas de especialización y magister en gestión tecnológica, mediante apoyo a becarios, investigación conjunta y financiación de asesoría internacional.

### **5.3.2 Programa de Misiones Empresariales y Asistencia Técnica en Nuevas Tecnologías**

SENA y COLCIENCIAS, mediante Convenio # 0049, suscrito el pasado 11 de Diciembre de 1996, han aunado esfuerzos para financiar este Programa. SENA aporta US\$1,206 Millón y COLCIENCIAS aporta US\$1,1 Millón, a ser ejecutados durante 1997, con el objetivo de lograr el fortalecimiento empresarial a través de la transferencia de tecnología y la asistencia técnica.

El Programa comprende 10 misiones tecnológicas empresariales a ser realizadas a diferentes países con los cuales Colombia tiene intereses comerciales y de cooperación técnica. Actualmente, se están organizando dos misiones empresariales a España en las áreas de metalmecánica, y en la cadena del cuero, calzado y sus manufacturas. Los centros tecnológicos españoles a visitar durante las misiones son ASCAMN con sede en Barcelona, el Centro de Investigaciones en Metalmecánica de Valencia , TECNIKER del país Vasco , el Centro de Curtiembres de Igualada y el Centro del Calzado INESCOOP.

Adicionalmente, está prevista una misión a los países del Sudeste Asiático con el fin de establecer cooperación con los Centros de Productividad, los Centros Tecnológicos Sectoriales y empresas avanzadas en nuevas tecnologías. Esta misión se realizará para concretar proyectos de cooperación y de joint-ventures identificados en el Workshop del PECC, realizado en Cali en

Septiembre de 1996. En este evento se asignó a COLCIENCIAS la tarea de coordinar una Red de Centros Tecnológicos en los países miembros del PECC.

### **5.3.3 Programa de Mejoramiento de la Calidad de la Gerencia de los CDT's**

Los CDT's se conciben como empresas de servicios que requieren una gerencia de alta calidad para el cumplimiento de las funciones de planeación, administración, mercadeo y venta de servicios. Un aspecto fundamental en el éxito de la gestión de los CDT's es el mejoramiento de los procesos de Planeación Estratégica, en lo que respecta a la definición del negocio, los clientes, el portafolio de servicios, la cartera de proyectos, la comercialización de tecnología y la visión y misión con un enfoque de sostenibilidad en el largo plazo. En respuesta a la necesidad de reforzar la planeación estratégica de los CDT's y otros aspectos organizacionales, COLCIENCIAS y el Departamento Nacional de Planeación diseñaron el presente Programa de Mejoramiento de la Calidad de la Gerencia de los CDT's, a ser ejecutado con apoyo de la Corporación Calidad y asesoría internacional de la firma española SOCINTEC. En un primer diagnóstico con los CDT's, los temas de mayor interés detectados en este Programa se refieren a los siguientes aspectos :

- a) Gestión general y administrativa
- b) Apoyo a la formulación de Planes Estratégicos de desarrollo
- c) Apoyo a los procesos de Gestión Tecnológica
- d) Apoyo a las estrategias de mercadeo
- e) Apoyo a la Planeación Financiera (incluye Estrategia de Financiación, así como manejo financiero y presupuestal del Centro)
- f) Apoyo a los planes de internacionalización

La inversión en este programa es alrededor de US\$250.000 en 1996-1997.

### **5.3.4 Programa de Interconexión a través de INTERNET y Servicios de Información Tecnológica**

El enfoque de "Red Virtual" seguido por los CDT's requiere de una asesoría y entrenamiento especializado en la estrategia informática, su conexión a través de INTERNET y la prestación de servicios de información tecnológica a los usuarios en cada sector. Con este propósito se formuló un proyecto de conexión telemática de los CDT's, acceso a bases de datos y desarrollo de servicios de información, que cuenta con el apoyo técnico del Centro de Investigaciones en telecomunicaciones - CINTEL -.El entrenamiento en servicios de información tecnológica se realizará en el Centro de Investigación Industrial de Quebec - CRIQ (Canadá). El monto de la inversión de la primera fase de este programa es de US\$200.000 en 1996.

### **5.3.5 Programa de Asesoría en Propiedad Intelectual**

La propiedad intelectual comprende la propiedad industrial y los derechos de autor y derechos conexos. El marco jurídico de la propiedad industrial, comprende las patentes de invención, los derechos

a la protección de variedades vegetales, la biotecnología y el tratado sobre circuitos integrados. En los derechos de autor se incluye la protección del software.

En Colombia la entidad encargada de realizar el estudio para el otorgamiento de patentes y marcas es la Superintendencia de Industria y Comercio. Para el caso de propiedad industrial la Ley Marco es la Decisión 344 del Acuerdo de Cartagena, sobre el Régimen sobre Propiedad Industrial de octubre 23 de 1993, que regula los aspectos de las patentes de invención. Este régimen incorpora la figura de la pequeña patente o modelo de utilidad así como los diseños industriales patentables.

Para el caso de la tecnología no patentada, know how o secretos industriales, la Decisión 344 establece el derecho contra la revelación por parte de terceros, es decir la confidencialidad que deben guardar los empleados en asuntos de la información técnica de los procesos, los productos, la organización y el mercado. El otro componente de la propiedad industrial se refiere a la protección de los signos distintivos como las marcas, los lemas comerciales y las denominaciones de origen que amparan el comercio contra las falsificaciones o mercancías falsificadas.

El decreto 117 del 14 de enero de 1994, reglamenta para Colombia, la cesión de beneficios económicos para los inventores sean estos investigadores, ingenieros de desarrollo, técnicos u operarios de las empresas, centros de investigación o universidades de entidades públicas.

La Superintendencia dispone de cooperación de la Organización Mundial de Propiedad Industrial, la Oficina Europea de Patentes y presta asistencia técnica a los países del Pacto Andino en materia de clasificación, intercambio de información y capacitación de los técnicos. En materia de soporte, existe un sistema de información de patentes de países de Europa en CD-Rom suministrado por la Unión Europea y por el Registro de Propiedad Industrial de España.

De otra parte, el sistema de protección de variedades vegetales se viene implementando en Colombia, por parte del el Instituto Colombiano Agropecuario e instituciones como el IDEAM, los centros de investigación relacionados con medio ambiente y biodiversidad y los jardines botánicos. Sin embargo, aquí la situación puede ser más vulnerable en cuanto a organización de los sistemas de depósito, pues Colombia a pesar de tener un gran biodiversidad, no cuenta con un registro sistemático de todas sus variedades vegetales.

Para la protección del software se expidió el decreto 1360 del 23 de junio de 1989, mediante el cual se reglamenta la inscripción del soporte lógico. La Dirección Nacional del Derecho de Autor, entidad adscrita al Ministerio del Interior tiene como función el registro de obras, el depósito legal o copyright y la inscripción del software.

Dentro del marco legislativo descrito, COLCIENCIAS está definiendo un Programa de Asesoría en Propiedad Intelectual con el objeto de facilitar las negociaciones conjuntas entre los CDT's, las empresas y universidades y proteger las invenciones del talento nacional.

### **5.3.6 Foro Permanente de Integración de los CDT's**

COLCIENCIAS ha adoptado como estrategia de articulación de la Red de CDT's y de seguimiento y apoyo institucional, la conformación de un Foro Permanente de Integración, en el cual se ha establecido un diálogo permanente sobre diferentes temas de planeación estratégica,

integración institucional, promoción de servicios, participación empresarial, financiamiento, tarifas de los servicios y otros aspectos de interés común para los CDT's.

El Foro Permanente se inició en Mayo de 1996<sup>35</sup> y continúa adelantando reuniones con una periodicidad de cada dos meses. Este mecanismo ha demostrado la validez al contar con un espacio para el intercambio creativo y la adopción de compromisos en grupo. Las *Líneas de Trabajo* que el Foro ha dado prioridad son las siguientes, las cuales definen la Agenda de Trabajo para ser desarrollada en los próximos tres años :

- a) Fortalecimiento de la capacidad de planeación estratégica de los Centros, incluyendo el desarrollo de una capacidad en prospectiva tecnológica y el desarrollo de indicadores de gestión.
- b) Desarrollo de programas de capacitación de recursos humanos en administración y gestión de los centros tecnológicos, así como en extensión industrial.
- c) Fortalecimiento de vínculos con clientes y mejoramiento de la capacidad de mercadear tecnología y servicios tecnológicos.
- d) Adopción de estrategias efectivas de financiación y manejo presupuestal de los CDT's.
- e) Apoyo al Programa de Mejoramiento de la Calidad Gerencial de los CDT's.
- f) Apoyo a la articulación de Redes de Proveedores de Servicios Tecnológicos (el desarrollo del concepto de Centro Virtual), tanto a nivel nacional como internacional.

## **5.4 Estrategias para el financiamiento de los CDT's**

### **5.4.1 Presupuesto General de los CDT's**

En el período 1995-1996, la Red de CDT's tiene un presupuesto cercano a los US\$534,3 Millones, mientras que los CDT's beneficiarios del Capital Semilla aportado por COLCIENCIAS han tenido un financiamiento de US\$12,95 Millones, durante 1995, provenientes de estas fuentes (ver Cuadro 5.2 y Cuadro 5.3):

- a) Capital Semilla aportado por COLCIENCIAS y el IFI y la correspondiente contrapartida del sector productivo y otras entidades aportantes.
- b) Programación del Presupuesto Nacional para Centros del Gobierno o Centros Mixtos, con participación mayoritaria del Gobierno.
- c) Aportes del Sector Productivo, mediante la afiliación y el pago de servicios.
- d) Aportes de entidades regionales (Gobernaciones, alcaldías, CORPES, otras)
- e) Aportes del SENA a programas de capacitación y servicios tecnológicos
- f) Aportes provenientes de entidades de Cooperación Técnica Internacional
- g) Fondos Parafiscales, en el caso del sector agropecuario
- h) Líneas de Cofinanciación y de Crédito
- i) Otros (Donaciones, Comodatos, etc)

---

<sup>35</sup> De esta reunión salió un documento que explica en mayor detalle los objetivos del Foro, así como las acciones conjuntas que en él se acordaron. Ver : COLCIENCIAS. Foro Permanente de Integración de los Centros de Desarrollo Tecnológico y Productividad de Colombia. Santafé de Bogotá, Mayo 8 de 1996.

**Cuadro 5.2**  
**FINANCIAMIENTO DE LA RED NACIONAL DE CENTROS DE**  
**DESARROLLO TECNOLÓGICO, 1995 - 1996**  
(Millones de Dólares)

CDT's y Servicios de Apoyo	PRESUPUESTO		TOTAL
	1995	1996	
1. CDT's del Sector Productivo	114.6	129.5	244.1
2. Servicios de Apoyo al Sector Productivo	63.5	93.5	157.0
3. Servicios para un Desarrollo Sostenible	40.1	61.3	101.4
4. Centros Regionales de Productividad	1.4	11.7	13.1
5. Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica	3.0	4.5	7.5
6. Centros Tecnológicos de Empresas Privadas	3.2	5.6	8.8
7. Programas de Investigación de la Red de CDT's	0.3	2.1	2.4
<b>TOTAL</b>	226.1	308.2	534.3

La sostenibilidad financiera de los CDT's depende en el largo plazo, fundamentalmente, de la capacidad de venta de servicios a las empresas productivas. A modo de ilustración, las siguientes cifras para el año 1996 señalan el esfuerzo que está haciendo los CDT's para vender servicios :

Sector	CDT's	Número Empresas Atendidas
Industria	10	661 Empresas
Agropecuario	5	248 Empresas
Servicios	2	340 Empresas
<b>TOTAL</b>	<b>17 CDT's</b>	<b>1.249 Empresas</b>

Los CDT's se encuentran adelantando proyectos de innovación y desarrollo tecnológico con los sectores industrial, agropecuario, minería y energía y servicios y comercio, así :

Sector	Número de Proyectos	Valor de los Proyectos (Millones)
Industria	24	US\$23.319
Agropecuario	66	US\$25.400
Minería / Energía	1	US\$ 800

Servicios / Comercio	4	US\$ 2.949
<b>TOTAL</b>	<b>95</b>	<b>US\$52.468</b>

## 5.4.2 Criterios Básicos para la Financiación de los CDT's

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología definió la política y aprobó el financiamiento de los CDT's en Julio de 1995, con el objetivo de dar apoyo al desarrollo de una capacidad nacional de innovación, investigación y capacitación empresariales, en búsqueda de mayor productividad y competitividad de los bienes y servicios producidos nacionalmente. Los criterios tenidos en cuenta para seleccionar los CDT's que se apoyan con recursos públicos son los siguientes:

- Correspondencia con la política de modernización sectorial del Gobierno
- Liderazgo y compromiso de los empresarios en la financiación de los CDT's
- Disponibilidad de estudios de factibilidad y mercadeo de servicios de los CDT's
- Cartera de proyectos de innovación para llevar a cabo con los empresarios
- Política explícita de cobro de servicios, en busca de la autosostenibilidad
- Capacidad de gestión tecnológica y organizacional de los directivos y profesionales
- Flexibilidad y eficiencia administrativa
- Costos fijos bajos y eficiencia ( recursos y resultados ) como base de la operación
- Organización para la transferencia de tecnologías
- Enlace con fuentes de tecnología e inserción en redes nacionales e internacionales de CDT's
- Figura jurídica independiente, que garantice la flexibilidad, autonomía y velocidad de respuesta de las demandas

## 5.4.3 Apoyo Financiero en la Fase de Incubación de los Nuevos CDT's

Actualmente existe la modalidad de Capital Semilla otorgado para la fase inicial de montaje de los CDT's, por un período máximo de dos años, tope establecido en la política que se aprobó a finales de 1994. Con base en esta experiencia inicial, se propone la consolidación y ampliación de la línea de Capital Semilla, por un período hasta de 10 años, con el objeto de permitir la consolidación de los CDT's y el desarrollo de una capacidad real de autosostenimiento en el largo plazo.

Es muy importante resaltar el hecho que este mecanismo financiero funciona en forma competitiva, y el aporte de cada año está sujeto a un proceso de evaluación continua. Cada aporte anual dependerá de que el Centro pueda demostrar que está haciendo claros progresos en su proceso de consolidación institucional, y que está respondiendo a las necesidades de su sector productivo.

Las inversiones realizadas en Capital Semilla durante 1995-1996 para los nuevos Centros Tecnológicos y consolidación de algunos existentes alcanzó la suma de US\$ 25,8 Millones, de los cuales COLCIENCIAS y el IFI aportaron recursos no reembolsables por US\$ 9,3 Millones. Estos recursos se ampliarán en el futuro mediante un crédito con el Banco Mundial, actualmente en negociación.

#### **5.4.4 Apoyo en la Fase de Operación Estable de los Centros Tecnológicos**

El subsidio del Capital Semilla irá decreciendo a través de los años, para que el compromiso del sector privado, mediante aportes a los CDT's y el pago de servicios, constituyan las principales fuentes de autosostenimiento. Se ha determinado que los costos fijos de los centros sean reducidos para que estos puedan ser equilibrados, en lo posible, con la venta de servicios tecnológicos.

Los subsidios que recibirán los centros tecnológicos durante la fase de operación estable, no serán del tipo de subsidio a la "oferta" (financiamiento de la nómina o de los costos fijos), sino que serán orientados principalmente a subsidiar la "demanda", mediante la contratación de proyectos estratégicos y la cofinanciación de actividades de desarrollo tecnológico conjuntas con el sector privado. Se calcula, de acuerdo con indicadores internacionales, que entre el 30% y el 45% de los presupuestos centrales de los CDT's deben financiarse por medio de :

- Apoyo a un mínimo de presupuesto de funcionamiento, pero por medio de programas, (concepto de "core budget").
- Apoyo a través de la contratación por parte del Estado de Programas Estratégicos de mediano y largo plazo.

La Política Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico ha reconocido la necesidad de establecer fondos permanentes para apoyar la operación de los CDT's. Como parte de esta estrategia se ha incluido en el proyecto de la nueva Ley de Ciencia y Tecnología un paquete de incentivos fiscales a las empresas que inviertan en la Red de CDT's y se tramita en el Congreso de la República la asignación de recursos permanentes del SENA a los programas de desarrollo tecnológico nacional. En el estudio sobre financiamiento de la innovación que coordina el Departamento Nacional de Planeación se ha propuesto la constitución de fondos voluntarios de desarrollo tecnológico, cuyos aportantes gozarían de un incentivo fiscal suficientemente atractivo para las inversiones en dichos fondos.

## 6. Programas Nacionales para la Innovación y la Competitividad de los Sectores Productivos

El mejoramiento de la competitividad, basada en la innovación y el desarrollo tecnológico, se estimula en Colombia a través de los programas de innovación y desarrollo empresarial, como aspectos fundamentales del SNI. A fin de tener efectos rápidos, estos programas tienen una estrecha interacción con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y el sector productivo. Los usuarios son, principalmente, empresarios innovadores e investigadores dedicados a la investigación de tecnologías aplicadas al desarrollo industrial. A continuación, se resumen los distintos programas mediante los cuales se fomenta la innovación y competitividad del sector productivo.

### 6.1 Programa Nacional de Gestión Tecnológica

Las condiciones de competitividad de la economía mundial está llevando a las empresas a modernizar las plantas productivas y a aplicar la innovación como la forma de mantenerse en el mercado. La globalización económica, la internacionalización de las empresas y la apertura de los economías nacionales, están estimulando una creciente competencia, en la cual la innovación tecnológica se convierte en el instrumento fundamental en la generación de ventajas competitivas.

Estos hechos crean una demanda importante por actividades de gestión tecnológica, particularmente, en las empresas vinculadas con el mercado internacional. COLCIENCIAS está respondiendo a este requerimiento, mediante el Programa Nacional de Gestión Tecnológica, que involucra distintas acciones en capacitación, investigación, información, asesoría y servicios técnicos, con participación de empresas, gremios, centros tecnológicos, universidades y firmas de ingeniería y consultoría, tanto nacionales como internacionales.

Las características de las actividades de gestión tecnológica de las empresas<sup>36</sup> se observan en el Cuadro 6.1 (Actividades de Gestión Tecnológica en Empresas Colombianas). El 66% de las empresas adelanta una estrategia de competitividad e innovación tecnológica, de manera explícita: transferencia de tecnología (37%), joint-ventures (33%), proyectos con universidades y centros tecnológicos (42%), grupos internos de I&D (63%) y programas de capacitación en nuevas tecnologías (61%)<sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> COLCIENCIAS. *Encuesta sobre la demanda de capacitación en gestión tecnológica*. Santafé de Bogotá, D.C. Enero de 1996

<sup>37</sup> COLCIENCIAS. *Programa internacional de capacitación en gestión tecnológica*. Santafé de Bogotá, D.C., Enero de 1996

En cuanto a las necesidades empresariales de capacitación en gestión tecnológica, la mayor prioridad está en las estrategias de innovación y competitividad, y la segunda prioridad se refiere al diseño y experimentación de nuevos productos, procesos, materiales y materias primas. La tercera prioridad es la normalización, metrología y mejoramiento continuo de la calidad. Este orden de prioridades se presenta en el Cuadro 6.2 (Necesidades de Capacitación Empresarial en Gestión Tecnológica, por Areas Prioritarias). El 61% de las mismas dedican, en forma permanente, presupuestos para I&D, que van del orden de 1% a 5% de las ventas anuales.

Con la finalidad de profundizar en el conocimiento de las condiciones tecnológicas y de innovación, reforzar el diagnóstico sobre la gestión tecnológica y diseñar propuestas de capacitación y asistencia técnica que responda a las necesidades del sector productivo, se está aplicando una encuesta a 1.000 empresas industriales<sup>38</sup>. En particular, se busca información sobre indicadores de I&D en el sector privado colombiano, así como las prácticas de transferencia de tecnología, capacitación y desarrollo de capacidades tecnológicas.

Las líneas de acción que se están llevando a cabo durante 1996 en el Programa de Gestión Tecnológica, se presentan en el Cuadro 6.3. Estas tienen un costo total de US\$2,222.984, de los cuales COLCIENCIAS aporta 53% y los centros tecnológicos, las empresas y las universidades aportan en conjunto 47%.

## 6.2 Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad

Este Programa tiene como objetivo la integración de la ciencia y la tecnología a los procesos industriales de gestión, producción y comercialización, como factores básicos de competitividad de la industria colombiana en los mercados interno y externo, dentro del contexto de la internacionalización de la economía.

**Especialización estratégica del sector productivo colombiano.** En 1995, se inició el proceso de formulación de programas industriales estratégicos, orientados al mejoramiento de la competitividad en sectores donde del país tiene o puede alcanzar ventajas sostenibles. El Departamento Nacional de Planeación, el Consejo Nacional de Competitividad y COLCIENCIAS, con apoyo del Banco Mundial, realiza con los empresarios y asociaciones de productores, talleres sectoriales y regionales de prospectiva tecnológica que permitan identificar las opciones futuras que tiene la industria nacional<sup>39</sup>.

---

<sup>38</sup> Departamento Nacional de Planeación. *Colombia Technology and Skills Development Project*. Santafé de Bogotá, D.C., Octubre de 1996.

<sup>39</sup> Departamento Nacional de Planeación. *Talleres Sectoriales de Productividad*. Santafé de Bogotá, D.C., Febrero de 1996

**Áreas de desarrollo tecnológico.** Tanto para definir los sectores estratégicos como para hacer la planeación de actividades de innovación y desarrollo tecnológico en las empresas, el Departamento Nacional de Planeación, con la participación de otras entidades, está llevando a cabo un proyecto<sup>40</sup> conformado por ocho estudios, así: Propiedad industrial, Infraestructura Tecnológica Pública (Metrología, Normalización, Ensayos y Calidad), Sistema Nacional de Financiamiento de las Actividades Tecnológica, Difusión Tecnológica (Desarrollo Tecnológico, Servicios de Transferencia y Extensión y Centros Tecnológicos, Formación de Recursos Humanos, Estrategias Tecnológicas Sectoriales, Inversión Extranjera y Difusión Tecnológica y el estudio directo de 1000 empresas.

**Actividades de difusión y de promoción.** Mediante el uso intensivo de los medios de comunicación, se promueve la estrategia de difusión de la innovación y el desarrollo tecnológico en las empresas y regiones del país. Además de las visitas a las empresas y la difusión de los programas en la prensa escrita y en la radio, se realizan talleres, seminarios, foros empresariales y se han identificado necesidades tecnológicas en más de 150 empresas.

En 1996, se están realizando 400 visitas a empresas, 17 encuentros empresariales regionales (800 empresas), 10 eventos de inducción tecnológica para la gerencia (200 altos ejecutivos) y 8 talleres regionales de formulación de proyectos de innovación. El objetivo es aumentar el conocimiento y la utilización de las oportunidades que brinda el SNI respecto al financiamiento de la innovación y del desarrollo tecnológico.

**Simplificación y eficiencia en los trámites de los proyectos.** Se busca facilitar el proceso de evaluación y garantizar la confidencialidad de la información de los proyectos de inversión y cambio técnico en las empresas. La meta del Programa para 1996 es la disminución, por debajo de 3 meses, del tiempo para la aprobación e inicio de la ejecución de los proyectos financiados.

**Financiación de proyectos de innovación.** En el periodo 1991-96 este Programa ha financiado nuevos proyectos de empresas industriales por un monto de US\$14,08 Millones. Con las líneas de crédito para la innovación, se han favorecido empresas pequeñas, medianas y grandes, ubicadas en distintas ciudades del país.

## 6.3 Programa de Investigaciones en Energía y Minería

Colombia tiene alta potencialidad en combustibles fósiles - petróleo, gas y carbón - y en recursos minerales, los cuales han experimentado un rápido crecimiento en la última década, convirtiéndose en uno de los sectores más dinámicos de la economía del país. Hacia el futuro uno de los pasos fundamentales para que estos sectores logren un mayor desarrollo, es el aumento de la investigación científica y tecnológica, en forma tal que tenga aplicabilidad en la industria.

**Fortalecimiento de la capacidad de investigación.** Se han adelantado acciones tendientes a revisar e integrar las investigaciones que se llevan a cabo en el sector minero-energético. Con este fin, se conformaron “redes virtuales” integradas por institutos tales como INGEOMINAS, INEA,

---

<sup>40</sup> Departamento Nacional de Planeación. *Colombia Technology and Skills Development Project*. Santafé de Bogotá, D.C., Agosto de 1996

MINERALCO, la Unidad de Planeamiento Minero Energético del Ministerio de Minas y Energía, universidades y miembros del sector privado que, con la coordinación del Consejo del Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería, sientan las bases del Plan Estratégico con las líneas prioritarias de impacto tecnológico y económico para el país. Este Plan orienta las iniciativas de investigación de las entidades estatales, universidades, centros de investigación y empresas directamente involucradas con la problemática del sector durante los próximos años.

**Formación de recursos humanos.** Una limitación para adelantar este Programa es la escasez de investigadores con alto nivel de formación en los temas relacionados con la innovación en el sector minero energético. En consecuencia, se está definiendo un programa de capacitación que atienda las necesidades de la mayoría de instituciones y empresas que trabajan en minería y energía. Con este propósito, se buscan mecanismos de coordinación entre COLCIENCIAS y la Unidad de Planeación Minero Energética del Ministerio de Minas y Energía.

**Innovación y Desarrollo Tecnológico.** La meta en 1996 es la integración de algunas empresas del sector productivo minero - energético con universidades y centros de investigación, para emprender proyectos que mejoren la competitividad frente al mercado internacional, y modernicen y eleven la capacidad física y humana del sector empresarial. En particular, existe interés, por parte del sector eléctrico, de emprender un plan de mejoramiento y acreditación de laboratorios que prestan servicios relacionados con pruebas de calidad requeridos para la expansión del sistema eléctrico interconectado de la generación, transmisión, interconexión y distribución. En minería, existe interés de los productores de coque en el uso eficiente de la energía generada en el proceso de coquización, utilizándola en hornos para fabricación de productos cerámicos y en la generación eléctrica.

**Apoyo a Centros de Desarrollo Tecnológico.** La constitución de la Corporación de Investigación y Desarrollo de Asfaltos para el Sector Transporte e Industrial, CORASFALTOS, ha sido apoyada por el Instituto Nacional de Vías y del Instituto Colombiano del Petróleo, universidades y empresas privadas, con el objetivo de fomentar la investigación e innovación en asfaltos y materiales llenantes, minerales y asfaltos naturales aplicados a los pavimentos de carreteras, muelles, aeropuertos, vías férreas, recubrimientos, impermeabilizaciones y cualquier otra aplicación industrial. El desarrollo de las actividades de la Corporación permitirá, además, consolidar y fortalecer a los grupos nacionales que investigan sobre el tema.

El Centro de Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico -CIDET- es una iniciativa que cuenta con el respaldo de las empresas electrificadoras, con la finalidad de fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico en este importante sector de la actividad económica nacional.

El Instituto Colombiano del Petróleo - ICP auspiciado y financiado por ECOPETROL, ha adelantado importantes contribuciones e innovaciones en el campo del petróleo, útiles para el país y para empresas de otros países a través de la venta de algunas de sus patentes. Su presupuesto para 1996 alcanza los US\$33 Millones.

**Financiación de proyectos de investigación.** En el marco del convenio FONIC (Fondo Nacional para la Investigación del Carbón), suscrito desde hace diez años entre COLCIENCIAS y ECOCARBON para fomentar la investigación sobre temas relacionados con el carbón, se han aprobado 33 proyectos nuevos en el tema de carbones, por un valor de US\$1,4 millones, sin incluir contrapartidas de las entidades ejecutoras. Estas investigaciones permitirán fomentar el uso eficiente del carbón con tecnologías limpias. Además de las investigaciones del carbón, se ejecutan proyectos de investigación relacionados con minería, planeamiento energético, fuentes alternas de energía,

corrosión y catálisis. En el periodo 1991-96 este programa financio proyectos de I&D por US\$5,87 Millones.

## **6.4 Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias**

**Política Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias.** Esta política se orienta hacia el desarrollo de una producción agropecuaria y agroindustrial competitiva y sostenible en los ámbitos nacional e internacional, conforme a los parámetros propios de una economía globalizada. Hoy, el sector agropecuario está amenazado en su competitividad debido a la creciente importación de alimentos, a la baja productividad de la economía campesina y a la falta de una capacidad de creación e implementación de tecnología en este campo.

En 1995, se inició el proceso de formulación de la nueva política para el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias, con el fin de integrar los diversos componentes de investigación, transferencia, innovación y adopción tecnológica, en concertación con los gremios, empresas, universidades y centros tecnológicos y de investigación.

**Internacionalización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias.** Se busca la articulación a redes internacionales de investigación, con el objeto de ubicarse en la frontera del conocimiento y establecer mecanismos de cooperación que potencien las actividades que se realizan a nivel nacional. En este sentido, el Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias se encuentra comprometido en la optimización de los mecanismos de conexión con la red de centros internacionales de investigación agropecuaria, conformada por 17 centros y coordinada por el Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (GCIAI).

El Fondo Regional de Investigación Agropecuaria, actualmente en proceso de consolidación, está compuesto por aportes gubernamentales de los mismos países de la región, de otros países de fuera de la región, de empresas transnacionales y cuenta con el apoyo inicial del BID. De este modo, se constituye en una fuente importante de recursos para la financiación de proyectos de investigación prioritarios en Latinoamérica y el Caribe. Se espera recaudar, al menos, US\$250 millones los cuales se invertirán en el mercado de capitales. Con las utilidades generadas se espera financiar proyectos de I&D que interesen a dos o más países.

**Fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias.** El Gobierno continúa impulsando la política de transformación institucional de CORPOICA, con base en un nuevo modelo de relaciones entre el sector público y privado y con amplia participación de los productores y usuarios. En los aspectos organizacionales, CORPOICA responde a una estructura regionalizada, de acuerdo con la diversidad agrícola nacional.

Como parte de la estrategia de fortalecimiento de los Centros Tecnológicos anteriormente referida, se está dando apoyo a algunos centros privados ya establecidos (Cenicafé, Cenicaña, Cenipalma, Ceniagua y Ceniuva), y a algunos que están en proceso de consolidación (Unipapa y Fedegán), buscando la articulación con las universidades y las agremiaciones del sector.

**Programas estratégicos para la modernización agrícola.** Con el fin de complementar el esquema anterior, durante 1996 se propicia la participación del sector productivo agrícola en programas estratégicos a ser ejecutados con la participación de universidades, centros tecnológicos y centros de I&D. El objetivo de estos planes consiste en el aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen los mercados, mejorando la productividad y calidad de los bienes agropecuarios y racionalizando sus costos, mediante el empleo de tecnologías de bajo impacto ambiental. Se han diseñado estos programas estratégicos : ganadería de doble propósito, cultivo y explotación de la palma, la papa y la caña de azúcar, por un valor total de US\$10,6 Millones.

**Financiación de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico agropecuario.** En el periodo 1995-1995, este Programa a financiado proyectos por un monto de US\$6,04 Millones. Un tópico importante en relación con la participación del sector privado en la orientación y financiación de la investigación, es el referente a los fondos parafiscales, que han sido creados por ley, para el financiamiento de investigaciones, entre otros objetivos.

En los Programas Nacionales de Industria, Agropecuario, Minería y Energía, durante el período 1995 - 1996, COLCIENCIAS ha financiado proyectos de empresas por un total de US\$30,9 Millones, así :

<b>Sector</b>	<b>No. Proyectos con Empresas</b>	<b>Valor de los Proyectos ( Millones)</b>
Industria	45	US\$25,5
Agropecuario	3	US\$ 1,5
Minería / Energía	11	US\$ 3,9
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>US\$30,9</b>

## **6.5 Programa Nacional de Ciencias del Mar**

Este Programa busca dar un salto cualitativo en la investigación científica y tecnológica marina, como paso hacia su inserción en el proceso de desarrollo económico y humano sostenible del país.

A través del Programa se apoyan proyectos de investigación básica, de investigación aplicada, proyectos productivos, de innovación y de transferencia inmediata, principalmente, en temas como los arrecifes coralinos, las lagunas costeras, los manglares y deltas, las playas y acantilados, la plataforma continental y talud, los sistemas oceánicos, los recursos hidrobiológicos (pesqueros y acuícolas) y los servicios de datos marinos.

En el período 1991-1996, se han aprobado un total de 44 proyectos por un monto de US\$5,23 Millones. Uno de los aspectos con mayor interés para la Política de Innovación, es la incorporación y modernización de tecnologías en las empresas vinculadas con la producción del mar y de las aguas continentales.

## 6.6 Programa Nacional de Medio Ambiente y Hábitat

Este Programa ha desarrollado acciones orientadas a la organización de la comunidad científica que trabaja en los diferentes temas del medio ambiente y el hábitat. En particular, los esfuerzos del Programa se han concentrado en promover la constitución de redes nacionales de investigadores y su articulación a redes internacionales. Así, se ha promovido e impulsado la creación de la Red de Investigadores Urbano - Regionales, de la Red de Estudios Ambientales Urbanos, de la Red de Investigaciones sobre Biodiversidad, de la Red de Investigadores sobre Cambio Climático Global, de la Red Nacional en Digestión Anaerobia y de la Red de Investigadores en Sabanas. Colombia ha ingresado al Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global y la articulación de grupos colombianos a las redes del CYTED sobre Diversidad Biológica. Con igual propósito, se está reactivando el Comité Nacional del programa internacional de la UNESCO denominado Hombre y Biosfera (MAB).

El Programa del Medio Ambiente y Hábitat tiene cinco temas de especial interés:

- Cambio Climático Global.
- Biodiversidad y Ecosistemas.
- Desarrollo Sostenible.
- Asentamientos Humanos.
- Contaminación y Tecnologías Ambientales.

Los temas de las nuevas tecnologías, así como las tecnologías limpias, están íntimamente ligados a los nuevos conceptos de innovación y competitividad. Por lo mismo, este Programa es de especial interés para el fomento, aplicación y desarrollo de tecnologías ambientalmente limpias en el sector productivo, de forma que los productos y servicios ofrecidos en el mercado mundial, por parte de empresas nacionales, tengan cabida.

En el periodo 1991-1996, el Programa de Medio Ambiente y Hábitat ha financiado proyectos por un monto de US\$4,23 Millones.

## 6.7 Financiación de los Programas Nacionales para la Innovación

Durante 1991-1996, COLCIENCIAS, a través de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología ha aprobado 917 proyectos de I&D, por un valor total de US\$83,745 Millones. Si se incluyen las contrapartidas de las entidades beneficiarias de los proyectos (en efectivo y en especie), tal cifra alcanza los US\$120 Millones aproximadamente (Cuadro 6.3)

### Cuadro 6.3

#### COLCIENCIAS FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS DE I&D, 1991-1996

( En Miles de Dólares\*)

PROGRAMAS	MONTOS APROBADOS						
	1991	1992	1993	1994	1995	1996 <sup>*2</sup>	TOTAL
CIENCIAS BASICAS	3,648.96	2,507.45	2,657.34	2,220.34	2,391.22	3,377.02	<b>16,802.33</b>
BIOTECNOLOGIA	713.68	642.63	1,000.41	1,597.07	993.66	394.24	<b>5,341.69</b>
SOCIALES	489.21	549.93	475.83	445.10	1,564.22	1,450.63	<b>4,974.92</b>
EDUCACION	161.39	38.74	545.00	330.22	535.18	429.18	<b>2,039.71</b>
SALUD	441.24	1,227.05	625.90	1,094.47	2,064.34	1,560.52	<b>7,013.52</b>
MAR	832.43	1,176.74	1,121.53	903.44	700.96	492.91	<b>5,228.02</b>
MEDIO AMBIENTE	231.87	899.45	2,003.10	150.01	189.42	752.26	<b>4,226.11</b>
AGROPECUARIAS	223.28	903.50	2,794.92	383.03	509.17	1,223.39	<b>6,037.29</b>
ELECTRONICA	410.44	916.69	495.48	1,206.35	953.37	836.27	<b>4,818.59</b>
ENERGIA	1,523.31	908.57	1,948.10	266.34	680.42	544.83	<b>5,871.57</b>
TECNOLOGIA INDUSTRIAL	2,199.98	719.31	2,939.06	1,048.64	3,755.96	3,416.64	<b>14,079.58</b>
SISTEMAS DE INFORMACION	0.00	107.86	101.08	0.40	3,284.21	3,818.18	<b>7,311.73</b>
<b>TOTAL</b>	<b>10,875.80</b>	<b>10,597.92</b>	<b>16,707.75</b>	<b>9,645.41</b>	<b>17,622.13</b>	<b>18,296.07</b>	<b>83,745.08</b>

FUENTE: COLCIENCIAS, Subdirección de Programas de Innovación y Desarrollo Empresarial. Santafé de Bogotá, D. C., D.C., Agosto 13 de 1.996

\* La conversión de Pesos Colombianos a Dólares se hizo sobre la base de la Tasa de Cambio Representativa del Mercado: 1991: \$632.37;1992: \$737.98;1993: \$804.33;1994: \$831.27;1995: \$987.65, \$1,056.74 a 31 de Julio de 1996

<sup>2</sup> Hasta Julio de 1.996

## 7. Programas Nacionales para el Avance en Nuevas Tecnologías

### 7.1 Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática - ETI

**Plan Estratégico del Programa.** Dado el impacto transversal de las tecnologías de electrónica, telecomunicaciones e informática en la competitividad del sector productivo y de la sociedad en general, los importantes cambios sucedidos precisamente en estas tecnologías a nivel mundial y sus efectos, y el nuevo entorno mundial y nacional generado por la tendencia en la privatización de los servicios, por la globalización de la economía y por la internacionalización en general, se ha considerado imprescindible actualizar el Plan Estratégico del Programa ETI, orientándolo a obtener un efecto real y de impacto en el “Plan Nacional de Desarrollo” y dentro de la actual “Política Nacional de Ciencia y Tecnología”

Las áreas que se consideran de prioritaria atención dentro del Programa ETI, son :

- Desarrollo de software para mercado nacional y exportación
- Tecnologías de Información y Telecomunicaciones
- Automatización industrial

**Financiación de proyectos de innovación.** En el período 1991-1996 han sido aprobados 54 proyectos en electrónica, telecomunicaciones e informática por un valor de US\$4,82 Millones, de los cuales un 60% del monto total corresponde a sector productivo (reembolso obligatorio) y un 40% a sector académico (Recuperación condonable).

**Estudios de mercado del sector ETI.** El acelerado cambio tecnológico en Electrónica, Telecomunicaciones e Informática en el mundo, ha producido cambios sin precedentes en la industria y los servicios y ha generado una nueva visión de negocios, incluso, la constitución de alianzas estratégicas entre grandes multinacionales de productos y servicios alrededor de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática. Todo esto implica la necesidad de contar con estudios actualizados de mercados para productos y servicios de ETI en el mundo y las perspectivas que dentro de dichos mercados pueda tener la industria colombiana.

Así mismo, COLCIENCIAS junto con otras entidades como Coinvertir y Proexport Colombia y con asistencia técnica internacional, hacen esfuerzos conjuntos con el objeto de identificar nichos del mercado internacional que puedan ser atendidos eficientemente por la industria nacional de electrónica y de software, y apoyando la exportación de productos nacionales para lo cual se han identificado Unidades Exportadoras, una de ellas de Software, dentro de la cual sus empresas adelantan proyectos de investigación con recursos financiados por COLCIENCIAS.

**Centros de Desarrollo Tecnológico en Electrónica y en Software.** En consideración a la importancia del desarrollo de la electrónica y de la industria del software como base para el mejoramiento de la infraestructura industrial nacional, COLCIENCIAS promueve la constitución de un Centro de Desarrollo Tecnológico y de soporte al Diseño Electrónico, y de un Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Software y Sistemas. Es importante anotar que dentro de las temáticas que corresponden al Programa ETI, ya se cuenta con el Centro de Investigación y Desarrollo de las Telecomunicaciones -CINTEL, constituido desde diciembre de 1991.

**Actividades en Tecnologías de Información.** COLCIENCIAS participa junto con otras entidades y universidades, en la investigación sobre el impacto de las tecnologías de información en países en desarrollo, la capacidad de acceso a dichas tecnologías así como su manejo y uso apropiado. Este proyecto hace parte de un grupo de trabajo dentro de UNCSTD-UNCTAD de las Naciones Unidas y apunta a la definición y ejecución de políticas sobre tecnologías de información, el refuerzo de la infraestructura nacional de información y su relación con la infraestructura global en esta materia.

## 7.2 Programa Nacional de Biotecnología

**Formación de investigadores.** Las políticas planteadas para la promoción de la investigación y el desarrollo de la Biotecnología en Colombia, se orientan, en primera instancia, hacia la formación de investigadores calificados del más alto nivel, de tal forma que se fortalezca la capacidad nacional de gestión y avance de la Biotecnología, con criterios competitivos y capacidad de negociación internacional. Hay un número aproximado de 520 investigadores en biotecnología, de los cuales el 16% tiene el grado de doctorado y el 28% tiene el grado de maestría. En el período 1991-1996 se han aprobado 50 proyectos, por un monto de US\$4,53 millones. El 52% de esta investigación biotecnológica se adelanta en el sector agrícola, el 30% en pecuario, el 10% en salud, el 5% en industria y el 3% en ambiente.

**Consolidación de la comunidad científica.** Se busca la consolidación de la comunidad biotecnológica nacional, mediante el estímulo a grupos de investigación y su interacción con grupos de excelencia internacionales.

**Interacción con el sector productivo.** Tiene especial interés el fortalecimiento de los vínculos entre el sector productivo y los investigadores con el fin de facilitar la inserción del desarrollo biotecnológico en los procesos productivos de las empresas.

**Legislación sobre propiedad intelectual.** Con la finalidad de incrementar la producción empresarial biotecnológica, se ha venido desarrollando un sistema legislativo que reglamente la propiedad intelectual, la bioseguridad y el uso de germoplasma.

**Compromisos del Programa con la comunidad.** Uno de los principales compromisos de este Programa con la comunidad científica y el sector productivo es el diseño de mecanismos que permitan el cumplimiento de estas tareas, y propicien una renovación metodológica, especialmente, en los sectores agropecuario, salud, medio ambiente y recursos naturales, de tal manera que se favorezcan los diversos grupos sociales implicados.

**Líneas de I&D.** El Programa ha fomentado líneas y proyectos de investigación como los siguientes. En el sector agrícola, los temas de investigación de mayor relevancia son : control biológico, bioplaguicidas, caracterización molecular y resistencia o tolerancia a patógenos. En la industria, los temas de investigación más importantes son : fermentación dirigida a la obtención de renina, virus hepatitis B y *Bacillus Thuringiensis* para el control de insectos plaga. En medio ambiente, la investigación se orienta, principalmente, al desarrollo de procesos anaerobios para el tratamiento de aguas residuales.

Las tendencias en biotecnología a ser consideradas para el caso colombiano son: cultivo de tejidos y células, tecnología de fermentaciones, ingeniería de proteínas, ingeniería genética o tecnología del ADN y bioinformática. Se basa en las ciencias de la bioquímica, la genética, la microbiología y la ingeniería.

En Colombia, la biotecnología ha venido teniendo grandes desarrollos en las actividades agrícolas, pecuarias, de salud humana, de minería, ambientales, industriales, mediante la aplicación de técnicas: microbiología a la selección y cultivo de células, técnicas para el cultivo de tejidos vegetales, procesos biotecnológicos de fermentación, técnica para la manipulación, modificación y transferencia de materiales genéticos.

**Financiación de Proyectos de I&D.** En el periodo 1991-1996 el Programa de Biotecnología a financiado proyectos por un monte de US\$5,34 Millones.

## 7.3 Sistemas de Información

Una de las áreas prioritarias del actual Plan de Ciencia y Tecnología es el Programa de Apoyo a los Sistemas de Información Científica y Tecnológica<sup>41</sup>, en particular, relacionado con las siguientes líneas de acción :

- Investigación y estudios sobre política de información
- Desarrollo de sistemas de información
- Apoyo a servicios de información
- Desarrollo y aplicación de tecnologías de información
- Desarrollo de la infraestructura telemática nacional
- Fortalecimiento institucional del Núcleo Coordinados del Sistema Nacional de Información Científica y Tecnológica

COLCIENCIAS ha ofrecido especial atención al establecimiento y consolidación de subsistemas especializados de información, caracterizados por la participación institucional y regional, por ejemplo, información agropecuaria, en salud, ciencias socio-económicas, recursos energéticos, ciencias del mar, información industrial, información educativa, información geológica, medio ambiente y recursos naturales, ciencias de la información, etc.

---

<sup>41</sup> COLCIENCIAS. *Plan Estratégico de los Sistemas de Información Científica y Tecnológica*. Santafé de Bogotá, D.C., Junio de 1995

El desarrollo de sistemas especializados de información para el período 1994-1998 cubre campos como acceso a bases de datos y servicios de información nacionales e internacionales a través de la Red CETCOL, Servicio de Noticias Técnicas y otros.

En el periodo 1991-1996, COLCIENCIAS ha apoyado proyectos relacionados con sistemas de información por un monto de US\$608.940

## **7.4 Nuevas Tecnologías y Futuro de la Innovación en Colombia**

La economía colombiana requiere elevar su competitividad en forma constante y creciente, y con este propósito es necesaria la aplicación intensiva de tecnologías modernas y nuevas, es decir, aquellas de última generación, caracterizadas por una tasa permanente y acelerada de innovaciones. Enseguida, se presentan las principales nuevas tecnologías de mayor avance en el mundo y las posibilidades de investigación y aplicación en Colombia. Estas son áreas de alta innovación en las cuales el país debe hacer esfuerzos e inversiones para que el desarrollo tecnológico sea base del crecimiento competitivo y la sostenibilidad en el futuro.

### **7.4.1 Electrónica y Microelectrónica**

Las innovaciones más relevantes en las tecnologías electrónicas en general se originan en el avance de la microelectrónica. Las actividades científicas y tecnológicas de Colombia en la última década en esta materia, se orientan progresivamente hacia la creación de la infraestructura necesaria para participar en el desarrollo de la electrónica y en la adquisición de conocimiento en torno a las tecnologías microelectrónicas.

En el país el sector electrónico está conformado por alrededor de 350 empresas cuyas ventas en 1995 fueron de cerca de US\$87 Millones. En su mayoría se trata de empresas pequeñas y un bajo porcentaje de ellas, no más del 30%, se dedican solamente a comercializar productos diseñados y fabricados exclusivamente por ellos mismos.

En Colombia no existe una industria microelectrónica o actividades industriales en el área como tal, entendida dicha actividad como aquella en la que se involucra la realización del diseño y la fabricación de circuitos. En Colombia se hace uso de dispositivos microelectrónicos y en la actualidad se aumenta el uso de dispositivos lógicos programables en donde cada vez se desarrolla más la capacidad en dicha programación. El empleo de dichos dispositivos es altamente satisfactoria. Sin embargo, es importante incrementar el conocimiento y utilización de diferentes dispositivos microelectrónicos de los cuales aparecen nuevos con frecuencia en el mercado, para que sean aplicables en la industria colombiana, permitiéndole a ésta cada vez mayor competitividad en sus productos.

Dentro del Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, se fomenta el conocimiento y la capacidad de diseño por parte de grupos de investigación. Ya desde 1990, se formuló el Plan Nacional de Microelectrónica, PNM, en donde se planteaban como objetivos generales: 1. Desarrollar la capacidad científica y tecnológica en Colombia, 2.- Crear la

infraestructura necesaria para participar en el presente de la electrónica, y 3. Crear una industria de alta tecnología en Colombia. Por otra parte, desde comienzos de la década de los 80, se iniciaron actividades de capacitación e investigación en microelectrónica, en las universidades de Los Andes y del Valle. Durante los pasados cuatro años, Colombia ha participado en actividades multinacionales de Microelectrónica a través de CYTED y dentro del Proyecto Multinacional de Microelectrónica e Informática de la OEA. A través de estas actividades se logró la participación de 8 grupos de universidades ubicadas en las distintas regiones del país y se despertó el interés dentro de empresas electrónicas de avanzar en el conocimiento y uso de tecnologías y dispositivos microelectrónicos en sus diseños en general. Se resalta la constitución oficial del Centro de Microelectrónica de la Universidad de Los Andes, CM-UA, y de su actividad a nivel Iberoamericano<sup>42</sup>.

## 7.4.2 Informática

En el ámbito de la gestión y tratamiento automático de la información, apoyada en las tecnologías computacionales, Colombia ha estado desarrollando tecnología y compitiendo de modo importante en los mercados internacionales, en campos como automatización de oficinas, multimedia de la información, software para trabajo corporativo, técnicas de realidad virtual e ingeniería del software.

Hacia futuro, habrá una creciente demanda mundial de software de simulación numérica y tridimensional, dotado de inteligencia artificial, con filosofía de redes neuronales, fuzzy logic y manejo simbólico. En el campo de la cibernética, se consolidará la utilización de robots y los sistemas de control adaptativo de diversos procesos industriales en gran escala. Las interfaces con el usuario involucrarán el uso corriente de componentes gráficos y dispositivos de interacción permanentes. Se impondrá la tecnología de imágenes digitales, propiciando el desarrollo de sistemas de alta definición. Las tecnologías de apoyo para el manejo de hipermedios e hipertextos impulsarán el avance en campos como la compresión de datos y el almacenamiento y recuperación de altos volúmenes de información.

Las anteriores tendencias ofrecen grandes oportunidades para Colombia. De hecho, hay grupos de I&D especializados en redes neuronales y en sus diferentes aplicaciones, en especial, para procesos automatizados. También, la industria de la ingeniería del software es cada vez más potente en el país, gracias a la capacidad gerencial de los colombianos y a la visión de futuro que ha acompañado esta línea de innovación. La exportación colombiana de software se está llevando a cabo desde hace más de 10 años, a través de algunas empresas que venden sus productos a Estados Unidos y a Europa, principalmente. Se exporta software no sólo de aplicación general sino, además, software especializado.

El sector de software reúne a los productores de software de “paquete”, de software especializado para la automatización de procesos industriales, de software especializado en el manejo de la información de negocios y de software de telecomunicaciones. Este sector en Colombia está conformado por unas 400 compañías, de las cuales no más de 10 son empresas medianas de acuerdo

---

<sup>42</sup> COLCIENCIAS-OEA. *Proyecto Multinacional de Microelectrónica e Informática. Informe Básico de Evaluación.* Santafé de Bogotá, D.C., Octubre de 1995

con el estándar colombiano. En 1994, las ventas de estas 400 empresas fueron de aproximadamente US\$80 millones<sup>43</sup>.

De otro lado, algunas actividades económicas, como son los medios de comunicación, el sector financiero, las telecomunicaciones y el sector educativo en Colombia han venido transfiriendo tecnologías de última generación y son líderes en América Latina por su apertura al cambio y a la innovación tecnológica.

### 7.4.3 Nuevos materiales

Estos materiales tienen propiedades superiores a los convencionales, por ejemplo, con mayor resistencia a la fractura, menor desgaste, resistencia a altas temperaturas, gran dureza, alto uso funcional (óptico, eléctrico, electrónico, magnético), alta resistencia a la corrosión, bajo peso, costo mínimo y posibilidades de combinación con otros materiales. Sustituyen o minimizan el uso de materias primas tradicionales como el titanio, magnesio, níquel, cobre, bauxita, vanadio, cobalto, cromo y el platino. Colombia tiene posibilidades en algunos de los nuevos materiales:

\* *Cerámicas avanzadas.* Con su desarrollo se buscan materiales menos frágiles y de mayor tenacidad. Se comienzan a utilizar en motores de combustión interna, ejes, turbinas a gas, válvulas, herramientas de corte, pantallas, piezas eléctricas, sensores de gases, baterías eléctricas. En Colombia, se adelanta I&D en centros especializados y, también, en unas algunas empresas industriales.

\* *Polímeros.* Son utilizados en campos tan diversos como la conducción y almacenamiento de energía, transporte, construcción de vivienda, deporte, química, autos, muebles, empaques. Son materiales "foto-resistentes", polímeros para conducción y almacenamiento de energía y para almacenamiento de información, polímeros dotados de memoria, de alta temperatura, durísimos, super-termoplásticos, polímeros-cerámicas, polímeros compuestos, etc.

La industria colombiana ha ido avanzando en el nivel tecnológico de la producción de polímeros y, dada la capacidad de Colombia en cuanto a reservas de petróleo, es previsible que hacia futuro esta industria alcance alta competitividad internacional en términos de innovación y desarrollo tecnológico.

\* *Materiales compuestos.* Algunos materiales compuestos son: fibras artificiales en matriz polimérica, combinaciones con láminas artificiales para el control de la corrosión, fibras metálicas reforzadas y fibras cerámicas reforzadas.

En el momento, el país dispone de pocos desarrollos en este campo de los materiales compuestos. Sin embargo, algunas empresas industriales se están orientando hacia la asimilación tecnológica de la producción de tales materiales, con el propósito de competir con líneas de productos basados en la innovación, en especial, en automotriz y en la aplicación de nuevos materiales compuestos para la construcción.

---

<sup>43</sup> AGARWALLA. Gokul. Op. Cit.

\* *Superconductores.* Se usan en conductores eléctricos, detectores infrarrojos y láseres, entre otros. La aplicación comercial inmediata se dará en los trenes de levitación magnética (con velocidades cercanas a 500 Kilómetros por hora).

En Colombia, desde hace unos 8 años, la superconductividad ha sido objeto de investigación de dos grupos de I&D, vinculados a universidades. Sus resultados permiten asegurar que estos investigadores se encuentran en la frontera del conocimiento de los avances en superconductividad en países como Japón. El próximo paso será la aplicación de estos conocimientos en la industria.

\* *Materiales metálicos.* Algunas de las aplicaciones son las aleaciones especiales para reactores nucleares, desarrollo de combustible con base en carbono fundido, tubería para perforación petrolera, los imanes permanentes para uso industrial y la transformación de superficies de ciertos materiales resistentes al desgaste y la abrasión.

En Colombia la producción de materiales metálicos, tales como aceros especiales, tradicionalmente, ha sido reducida. Con todo, hay posibilidades de incrementar la producción de los materiales metálicos a condición de que la I&D en este campo se incremente y se profundice en diferentes temas. Por ejemplo, es necesario aumentar la investigación sobre tierras raras en las cuales Colombia ha demostrado que tiene condiciones especiales.

A fin de que Colombia mejore la productividad y la competitividad del sector productivo, se requiere de un “Plan Nacional de I&D en Materiales”, basado en el siguiente orden de prioridades<sup>44</sup>: polímeros nuevos, materiales compuestos, materiales metálicos avanzados, cerámicas, materiales superconductores, que presentan un potencial industrial de largo plazo. La propuesta del plan se basa en dos estrategias : la alta formación de personal en ingeniería de materiales, si se tiene en cuenta su aplicación en las nuevas tecnologías, tanto en la academia como en el sector productivo, y la cooperación y vinculación .entre la universidad, el sector productivo y la I&D.

#### **7.4.4 Tecnologías de la luz**

Los desarrollos mundiales recientes en las tecnologías ópticas han hecho posible la transmisión de información mediante pulsos de luz. Las aplicaciones de la fibra óptica son múltiples: telecomunicaciones (redes urbanas, redes interurbanas, aplicaciones locales, comunicaciones submarinas, por ejemplo, el cable submarino para telecomunicaciones tendido entre Barranquilla y Miami, el cubrimiento del país a través de una red de fibra óptica de más de 3.200 Kilómetros), aplicaciones militares, televisión por cable de fibra óptica, instrumental médico, superautopista de información.

Tecnologías como la fibra óptica, la compresión digital y la tecnología dirigible, permiten replantear todo lo conocido hasta ahora en el mundo. Aparecen nuevos conceptos de diseño como los sistemas híbridos de fibra óptica y cable coaxial con sus centrales regionales, que harán posible servicios como el video interactivo y las formas personales de comunicación. La superautopista de información es una realidad, básicamente, por las posibilidades que brindan los cables de fibra óptica.

---

<sup>44</sup> **Ospina, Carlos.** *Previsión del Desarrollo e Impactos Mundiales de los Nuevos Materiales y Estrategias para Colombia.* COLCIENCIAS, Programa Nacional de Prospectiva. Bogotá, 1990.

Teniendo clara la importancia de la óptica dentro de las tecnologías modernas de telecomunicaciones, COLCIENCIAS ha financiado proyectos en óptica como es el de “Desarrollo de Métodos y Software para Simulación de Sensores y Dispositivos Ópticos”

### **7.4.5 Realidad virtual**

La realidad virtual es posible debido a la conjunción de hardware, software, electrónica y otros dispositivos que proporcionan efectos auditivos, visuales y táctiles. En el momento, en Colombia la realidad virtual se aplica, de manera experimental, en la medicina, la arquitectura, la industria y la diversión. Un par de universidades (Universidad de Los Andes y EAFIT) se encuentran adelantando sendos proyectos sobre aplicación de la realidad virtual.

### **7.4.6 Automatización industrial**

Considerada como el manejo e integración de la *información* en las empresas para la *toma de decisiones* en *tiempo real*, la automatización industrial incorpora información e informática para la ejecución autónoma y autocontrolada de tareas necesarias en la operación de procesos en forma óptima, esto es, ajustando su desempeño a los lineamientos establecidos por los organismos de dirección. En Colombia, la automatización se está aplicando en líneas de producción como automotriz, cementos y textiles y, además, en nuevas herramientas de administración, debido a la mayor necesidad de competir con empresas de clase mundial que aplican intensamente las nuevas tecnologías. Existen empresas en el país dedicadas a la fabricación de sistemas de control, robots industriales y sistemas automáticos de almacenamiento<sup>45</sup>, que dan soluciones innovativas derivadas de la grandes habilidades de los ingenieros colombianos.

### **7.4.7 Telecomunicaciones**

La telefonía móvil celular ha sido desarrollada de manera excepcional, constituyendo uno de los ejemplos de los grandes avances en las telecomunicaciones, así como los teléfonos de bolsillo, o teléfono personal. Su aplicación en Colombia en los últimos tres años está señalando el crecimiento inesperado y el aumento de la demanda hacia futuro.

De estas tecnologías se pasará a la tecnología celular global por satélite o cubrimiento terrestre, con satélites de baja órbita o intermedia. Los satélites geoestacionarios, usados actualmente, tienen órbitas a 36.000 Kilómetros de altura sobre la superficie de la tierra. Colombia posee derechos en la órbita geoestacionaria, junto con otros nueve países. La importancia tecnológica de esta órbita podría disminuir en el largo plazo (alrededor de 30 años) debido al uso de satélites de baja órbita. De esta manera, los niveles de señal recibida y transmitida permitirán el empleo de antenas y equipos pequeños portátiles. Además, los satélites estarán interconectados entre sí y habrá reutilización de frecuencias, permitiendo el uso de antenas omnidireccionales.

---

<sup>45</sup> AGARWALLA, Gokul. Op. Cit.

La siguiente fase tecnológica de las telecomunicaciones es la Red Digital de Servicios Integrados (voz y datos), o acceso a múltiples servicios a través de un único punto de interconexión, integrado y normalizado. Es decir, punto de interconexión universal a una red universal. Es una realidad en ciudades colombianas como Medellín donde las Empresas Públicas disponen de RDSI. Las empresas de telecomunicaciones en Colombia, con TELECOM a la cabeza, desempeñan un dinámico papel en cuanto a incorporación de las últimas tecnologías en este importante sector.

Se contará en breve con una Red de Fibra Óptica a través de la cual se interconectarán 86 ciudades del país. La primera etapa que concluirá en febrero de 1997 interconectará 26 principales ciudades del país mediante el tendido de 3.200 Kmts de cable de dieciocho pares de fibra óptica con capacidad de dos gigabytes por segundo en cada par, lo cual permitirá la transmisión de voz, datos e imágenes y podrá ofrecer al país 33.000 circuitos adicionales de larga distancia para servicios básicos, lo que significará un incremento del 46% con respecto a los circuitos instalados en 1994. El sistema unirá a las tres principales ciudades de la Costa Atlántica con el resto del país y con el cable submarino, el cual está comunicado con Norte América y Europa.

Como nodos alternos se instalarán cinco nuevas centrales con 99.900 troncales en arquitectura de red inteligente, lo que significa un incremento del 81% con respecto al total de troncales existentes, seis estaciones terrenas con capacidad para manejar 2.329 canales para uso en caso de emergencia.

De esta forma, TELECOM busca complementar su red existente, en búsqueda de la conformación de la autopista de información que requiere el país internamente y en conexión con el exterior para seguir el paso del desarrollo de las telecomunicaciones mundiales.

Por otra parte, TELECOM proyecta interconectar a Colombia con la red mundial de cables submarinos mediante la participación en el proyecto de cable continental PANAMERICANO lo cual permitirá incrementar la capacidad actual en un 133% en los próximos cuatro años. Además, proyecta ampliar su capacidad satelital mediante la adquisición de multiplicadores de circuitos a fin de disponer en 1998 de 1.110 circuitos adicionales para la interconexión vía satélite.

## **8. Programas de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Social y la Popularización del Conocimiento**

### **8.1 Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de la Salud**

Los cambios en las características básicas del desarrollo social, económico y político ocurridos en el país en las últimas décadas, han modificado los perfiles de morbi-mortalidad de la población. Por una parte, la desnutrición y las enfermedades infecciosas, aún, explican una alta proporción de los problemas de salud. De manera simultánea, se enfrentan problemas como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y los defectos congénitos. Los rápidos procesos de urbanización e industrialización han traído como consecuencia el trauma, la violencia, la contaminación ambiental, etc. Por otra parte, la creación del nuevo sistema de Seguridad Social en Salud decretado en las Leyes 60 y 100 de 1993, introducen una reforma significativa a la organización de la atención, dentro del cual se consolida la descentralización de los sistemas de salud.

Paralelamente a los cambios en la situación de salud, la creación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y específicamente del Programa de Salud, representan el inicio de una nueva etapa dentro del desarrollo de la ciencia y la tecnología biomédicas y reafirman la misión de fomentar y apoyar el desarrollo de investigación que responda en forma efectiva a los nuevos retos de la salud.

El Programa se ha concentrado en el apoyo a la investigación y, a través de ella, al fortalecimiento de la capacidad institucional, incluyendo la formación de los recursos humanos. Una de las líneas de acción busca el fortalecimiento de las relaciones entre los investigadores en salud y el sector productivo. Los servicios de salud necesitan generar y, al mismo tiempo, aplicar innovaciones que mejoren la prestación de los servicios.

Entre 1991-1996, el Programa de Salud ha financiado 102 proyectos de investigación por un valor de US\$ 6 millones. En relación con el tipo de estudios, la investigación básica alcanzó el 44% de los proyectos aprobados, seguida por las investigaciones clínicas con 34% y las epidemiológicas con el 22%. Por otra parte, por regiones la demanda ha estado concentrada en Santafé de Bogotá, D. C., Distrito Capital y el Noroccidente, mientras que por instituciones las Universidades de Antioquia y Valle, CIDEIM y el Instituto Nacional de Salud han obtenido un mayor número de proyectos aprobados.

En relación con la estrategia de internacionalización del Programa, la cooperación con Gran Bretaña ha generado un primer encuentro, celebrado en Londres en Febrero de 1996. Los resultados preliminares del encuentro son 13 proyectos de investigación en las áreas de enfermedades infecciosas, enfermedades cardiovasculares, trauma y violencia y evaluación de intervenciones en salud, las cuales fueron preparadas conjuntamente por los participantes colombianos y sus respectivos pares europeos.

## **8.2 Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas**

La orientación y promoción de la investigación en el campo de las ciencias sociales, está orientada a lograr una mejor comprensión de los procesos históricos, sociológicos, antropológicos, económicos y, en general, de todos aquellos relacionados con la sociedad colombiana. El Programa da respuesta a las necesidades investigativas que presenta el país en términos de desarrollo sostenible, equidad, formación de ciudadanos y el mejoramiento del nivel de vida de la población, en campos como economía, ciencias políticas, historia, antropología, sociología, sicología, economía y en las demás disciplinas relacionadas con las ciencias humanas.

El Programa financia la realización de investigaciones, colabora con la formación y consolidación de grupos de investigación en universidades públicas y privadas y contribuye con la conformación de redes entre investigadores colombianos y extranjeros. Además, financia la creación de redes de investigación y sistemas de información relacionadas con las ciencias sociales y la publicación y difusión de los resultados de investigación. En cuanto a los nuevos procesos de innovación y competitividad del sector productivo, se están apoyando investigaciones sobre la productividad de algunos sectores, además de estudios sobre la interpretación de la cultura empresarial.

En el período 1991-1995 se aprobaron 115 proyectos por un monto de US\$3,24 millones en temáticas como la etnicidad y las migraciones, la justicia, la coyuntura económica regional y el patrimonio cultural.

## **8.3 Programa Nacional de Estudios Científicos de la Educación**

El Programa se orienta a generar acciones que permitan responder a las necesidades educativas mediante el fomento a la actividad investigativa, para lo cual se apoya a la comunidad de investigadores en educación y se establecen relaciones entre los investigadores y los diversos actores sociales educativos, para contribuir a consolidar la investigación en el país.

Entre 1991-1996, se han financiado 58 proyectos por un valor de US\$1,8 millones en temas referidos a enseñanza de las ciencias (21%), lenguaje y comunicación (17%), cognición-desarrollo de la inteligencia (9%), evaluación educativa (9%), innovaciones educativas (11%), historia de la educación (11%), sociología educativa (2%) y otros (Cuadro 8.1, Participación Porcentual de las Areas de Investigación en el Programa de Educación en Ciencia y Tecnología, 1991-1996). En apoyo a pasantías, participación en eventos nacionales e internacionales, elaboración de materiales y publicaciones educativas este Programa invierte anualmente cerca de US\$46.000

En cuanto a la naturaleza de las instituciones beneficiarias de los recursos del Programa, el 64% de los proyectos de investigación financiados fue ejecutado por universidades (en especial, la Universidad Pedagógica, la Universidad Distrital y la Universidad del Valle), el 19% por organismos no gubernamentales, el 12% por colegios y el 5% por gremios.

La formación de investigadores se incentiva mediante un Doctorado en Educación, respaldado por varias universidades de prestigio, ubicadas en Cali, Santafé de Bogotá, D. C., Medellín y Bucaramanga.

## **8.4 Difusión y Popularización de la Ciencia y la Tecnología.**

La Difusión y Popularización de la Ciencia y la Tecnología es parte central de la Estrategia Permanente de Comunicación, Ciencia y Cultura del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, cuyo objetivo es apoyar y generar procesos de comunicación que promuevan la comprensión de la ciencia y la tecnología por parte de la sociedad y permitan su apropiación. Esta estrategia, también, cubre el Programa de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología que busca como objetivo la integralidad de la ciencia y las culturas.

Con la finalidad de alcanzar un grado relevante de innovación social, se está promoviendo una cultura científica y tecnológica en el país, basada en la sensibilización del ciudadano común, hacia la necesidad de apropiarse del conocimiento científico, en búsqueda de convertir a la sociedad colombiana en una cultura de la innovación, sobre la aplicación de los principios científicos. Innovación social es el pre-requisito para que la economía, la producción y la empresa en el país sean innovadoras y competitivas.

A través de las actividades de divulgación y popularización de la ciencia y la tecnología, COLCIENCIAS apoya la consolidación de una comunidad de investigadores con fuertes vínculos con la comunidad internacional, con los sectores productivos y con la sociedad en general. Las líneas de acción que comprenden actividades editoriales, producción audiovisual, exposiciones, ferias, museos, centros y parques de ciencia, actividades científicas infantiles y juveniles, actividades de divulgación y periodismo científico, redes de popularización y apoyo a la producción de material para la enseñanza de la ciencia.

COLCIENCIAS apoya, también, aquellos proyectos que tienden a reforzar las actividades de divulgación y popularización de la ciencia y la tecnología, entre los cuales se destacan: Exposiciones y Ferias de Ciencia (intercambio de conocimiento, a través de la presentación de muestras de resultados de proyectos, por jóvenes, académicos, industriales, inventores o innovadores), Centros Interactivos de Ciencia y Tecnología (museos, planetarios, observatorios, parques de ciencia, entre otros), Software Educativo (conjunto de programas para computador orientado al desarrollo de diversas habilidades intelectuales).

## **8.5 Programa de Actividades Científicas Infantiles y Juveniles**

Como una estrategia a largo plazo de formación de vocaciones científicas, de inserción de la ciencia en la cultura nacional y de formación de actitudes de investigación en los niños, COLCIENCIAS, con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional, realiza desde 1990 el Programa de Actividades Científicas Infantiles y Juveniles Cuclí-Cuclí. Se trata de un programa cultural de actividades científicas infantiles y juveniles, orientado a enriquecer las experiencias de los niños mediante el desarrollo de su capacidad de acceso a diferentes lenguajes o formas de representación

(ciencia y juego, arte y literatura), mediante la promoción de una actitud cooperativa, crítica y creativa.

El programa produce paquetes trimestrales de revistas y afiches de ciencia para niñas y niños que abordan diversos temas, los cuales son enviados a las 45.000 escuelas colombianas que forman parte del Plan de Universalización de la Primaria del Ministerio de Educación Nacional, a instituciones públicas y privadas de nivel nacional y a los integrantes de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe.

## 8.6 Medios de Comunicación

La Política de Ciencia y Tecnología contempla el mejoramiento del periodismo científico y la emisión de información científica en los diferentes medios de comunicación masiva, mediante estímulos que otorga a aquellos medios interesados en la divulgación de la ciencia y la tecnología. El apoyo consiste en recursos financieros, entrenamiento de especialistas para la divulgación de la ciencia y la tecnología a través de viajes, talleres o seminarios, pasantías de expertos internacionales en los diferentes medios y premios a la divulgación de la ciencia.

## 8.7 Publicaciones

El apoyo a publicaciones (revistas, libros, colecciones, documentos, catálogos, videos) sobre temas científicos y tecnológicos, dirigidas a determinados públicos, es parte fundamental de la Política de Ciencia y Tecnología, pues los impresos continúan siendo uno de los mejores medios para que la población asimile los fenómenos de la ciencia y de la innovación tecnológica.

El establecimiento de un sello editorial hace parte de la nueva política editorial de COLCIENCIAS. Destacar, promover, dinamizar y potenciar la calidad de las publicaciones sobre ciencia y tecnología generadas por colombianos, permite aumentar la competitividad de los investigadores nacionales y fomentar su participación internacional.

COLCIENCIAS realiza actividades de edición, coedición y cofinanciación de publicaciones y audiovisuales. Las actividades en este campo tienen relación directa con personas y organizaciones como universidades, institutos, centros de investigación y entidades privadas. De otro lado, la Institución se ha responsabilizado de editar la publicación del Grupo de los Tres (México, Venezuela y Colombia)<sup>46</sup>, además que cuenta con sus propias publicaciones<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup> CONACYT (México), CONICIT (Venezuela), COLCIENCIAS (Colombia). *Integración Ciencia y Tecnología*. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia, ISSN 0121-9561

<sup>47</sup> COLCIENCIAS ha editado trimestralmente durante los últimos 14 años la revista *Colombia Ciencia & Tecnología*. Santafé de Bogotá, D.C. Colombia



## 9. Conclusión

El horizonte de la Política Tecnológica y de Innovación de Colombia para el próximo futuro se observa con una visión optimista, dado el nivel de consolidación de la misma en los últimos tres años. El alto grado de compromiso de las instituciones públicas y la participación de los empresarios, trabajadores y, en general, del sector productivo, son la base del fortalecimiento del Sistema Nacional de Innovación, eje y soporte de dicha Política.

Además de la definición que se ha dado de los aspectos conceptuales de este Sistema, los cuales giran en torno de la competitividad del sector productivo colombiano en el mercado mundial, se ha venido buscando y negociando distintas fuentes de financiamiento del desarrollo tecnológico y de la innovación que aseguren, en el largo plazo, la continuidad y rapidez de flujos financieros, tanto del estado como del sector privado. El presente documento ha señalado, de manera expedita, las diversas modalidades y mecanismos de financiamiento, así como las fuentes de recursos.

Esta visión optimista del futuro se fundamenta, además, en el ambiente de cooperación y concertación entre las entidades públicas, los empresarios y entidades privadas que se está dando y, sobretodo, en el hecho que el desarrollo tecnológico y la innovación se está convirtiendo en un propósito nacional para garantizar la participación de los bienes y servicios colombianos en la economía global.

El proceso de globalización de las economías nacionales, fenómeno característico del Siglo XXI, se apoya en el avance del progreso científico y tecnológico, que da origen a un tipo de industria distinto al patrón vigente en un país como Colombia. En el próximo siglo, Colombia debe promover, de manera creciente, el establecimiento de empresas inteligentes, basadas en el aprendizaje permanente y el desarrollo de nuevas tecnologías tales como biotecnología, microelectrónica, informática y nuevos materiales, para lo cual requiere el fortalecimiento y modernización de la universidad, del SENA y, en general, de las capacidades académicas y científicas. Las empresas llegarán a ser organizaciones inteligentes en la misma medida que Colombia logre ser una sociedad del conocimiento.

El “Ejercicio de Evaluación de la Política Tecnológica y de Innovación de Colombia”, llevado a cabo durante el último año, con la participación de los expertos de UNCSTD, de UNCTAD, de COLCIENCIAS, los expertos nacionales y especialistas de distintas entidades públicas y privadas, así como empresarios y trabajadores, se convirtió en una especial oportunidad de diálogo y de construcción de metas de largo plazo alrededor del desarrollo tecnológico y de la innovación, como las mayores fuerzas de cambio del presente y del futuro.