

Luis Alfredo Ramos Botero

Gobernador de Antioquia

Maximiliano Valderrama Espinosa

Secretario de Productividad y Competitividad

Juan Felipe Teo Rendon Ochoa

Director Ciencia, Tecnología e Innovación

Alberto Uribe Correa

Rector

Universidad de Antioquia

Jairo Humberto Restrepo Zea

Vicerrector de Investigación

Universidad de Antioquia

Jaime Restrepo Cuartas

Director General

Colciencias

Stella Rios Tobon

Jefe Oficina Regionalización

Colciencias

CODECYT - CODECTI

Luis Alfredo Ramos Botero

Lina María Vélez de Nicholls

Alonso Salazar Jaramillo

Maria Isabel López Gaviria

Jaime Restrepo Cuartas

Hugo Armando Graciano

Juan Luis Mejía Arango

José María Maya Mejía

Santiago Quintero Ramirez

Oscar Almario García

Luis Carlos Uribe Jaramillo

Miguel Angel Echeverri Chavarriaga

Gabriel Jaime Arango Velásquez

Fernando Correa Peláez

Luz Elena Castrillón Aldana

Cesar Alberto Tobón Giraldo

EQUIPO TÉCNICO

Jorge Robledo Velásquez

Juan Felipe Teo Rendón Ochoa

Jhon Fredy Escobar Soto

Juan Esteban Velez

Juan Felipe Herrera

Maria Paulina Gutierrez Garzón

Camilo Andrés García Giraldo

Andrés Felipe Avalos Patiño

Lida Isabel Tamayo

Diana Patricia Giraldo Ramírez

Diego José Cuartas Ramírez

Lady Janeth Giraldo Ortiz

Hector Fabian Betancur Montoya

Pamela Álvarez Acosta

Andrés Felipe Velásquez Osorno

Santiago Quintero Ramírez

Jaime Andrés Trujillo Ortiz

Sergio Aguilar Urrea

Geiner Orlando Toro Gutierrez

Edwin Andres Palacio

María Elizabeth Parra Cadavid

Katia Cecilia Mendez

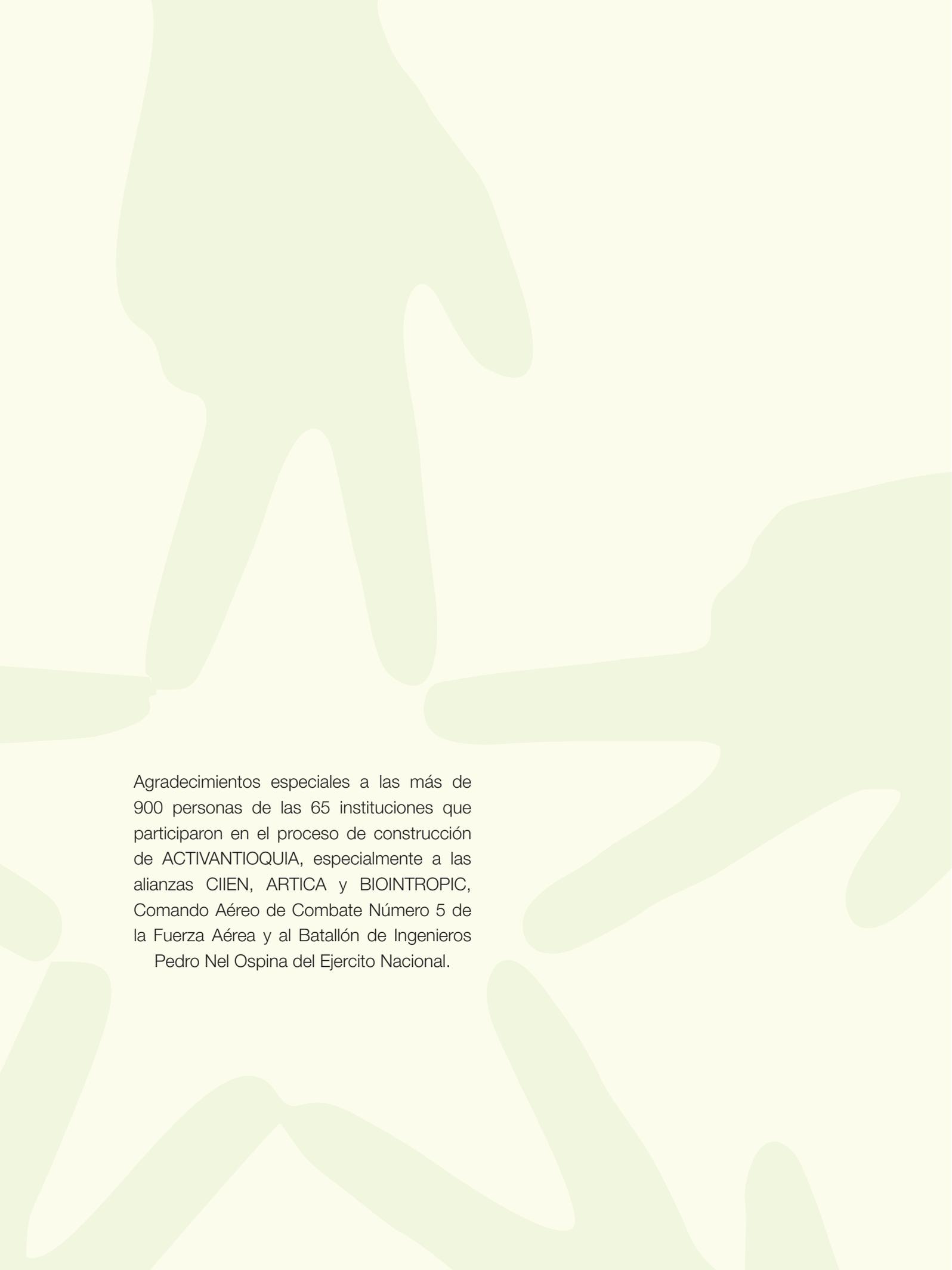
Clara Marcela Mosquera

Gabriel Jaime Restrepo Adarve

Santiago Ruíz Navas

Diana Sánchez

Michelle Álvarez Toro

The background features a stylized illustration of several hands in a light green color, reaching out to hold a globe. The hands are positioned around the globe, with some fingers pointing towards it, symbolizing global unity and collaboration. The globe is centered in the lower half of the image.

Agradecimientos especiales a las más de 900 personas de las 65 instituciones que participaron en el proceso de construcción de ACTIVANTIOQUIA, especialmente a las alianzas CIEN, ARTICA y BIOINTROPIC, Comando Aéreo de Combate Número 5 de la Fuerza Aérea y al Batallón de Ingenieros Pedro Nel Ospina del Ejército Nacional.



Contenido

Presentación	5
Marco Legal	6
Consideraciones Iniciales	8
Competitividad	8
Inercia en el crecimiento económico	8
Camino a seguir	10
El ejemplo internacional	11
Colombia en el Entorno Internacional	12
Caracterización de la Economía Antioqueña	18
A. Principales capacidades y potencialidades	18
B. Producto Interno Bruto –PIB–	18
C. PIB per cápita	19
D. Estructura Empresarial	20
E. Sector Externo	20
F. Sociales	22
G. Competitividad	23
H. Principales Brechas Tecnológicas en Mipymes de Antioquia	24
I. Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación	26
ACTIVANTIOQUIA	28
Referentes guía	28
Método de trabajo	29
Principales objetivos	30
Acciones necesarias	31
Priorización de Proyectos	32
Principios de Priorización de Proyectos	32
Criterios de Entrada	32
Criterios de Priorización	32
Líneas de Acción y Áreas de Conocimiento	34
Formación de Talento Humano de Alto Nivel	35
Desarrollo de Competencias de Innovación en Empresas Establecidas en el Territorio	37
Creación de Empresas de Uso Intensivo de Conocimiento en el Departamento	40



Área de Conocimiento: Salud y Vida	43
e-health y m-health	44
Equipos e insumos biomédicos de baja, media y alta complejidad	45
Fármacos	45
Certificaciones y acreditaciones para acceso a nuevos mercados	46
Temas priorizados	47
Área de Conocimiento: Defensa	49
Temas priorizados	51
Área de Conocimiento: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–	53
Temas priorizados	56
Área de Conocimiento: Materiales	57
Temas priorizados	60
Área de Conocimiento: Biotecnología	61
Temas priorizados	64
Área de Conocimiento: Energía	65
Temas priorizados	67
Líderes en las Áreas de Conocimiento	68
TICS: ARTICA	68
Defensa: CETAD	69
Biotecnología: BIOINTROPIC	69
Energía: CIEN	70
Fuentes de Financiación	71
Indicadores, Metas y Seguimiento	77
Síntesis ACTIVANTIOQUIA –Marco de Acción–	82



Presentación

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe –CEPAL– existe una relación estrecha entre los ciclos de expansión económica y el surgimiento de un conjunto de innovaciones, con fuertes efectos de arrastre e interconexiones entre diversos sectores. Igualmente, cada vez existe un mayor consenso respecto a la capacidad para innovar, definiéndola como un factor determinante –en el presente y el futuro– para la competitividad de los países y regiones.

Precisamente, buscando trazar una ruta que permita incrementar la capacidad territorial para innovar, la Gobernación de Antioquia, en alianza con el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación –COLCIENCIAS–, con el apoyo de la Universidad de Antioquia y de diferentes agentes del Sistema Departamental de CTel, construyó el presente Plan Departamental de CTel –ACTIVANTIOQUIA–, siguiendo el ejemplo de otras regiones y partiendo de esfuerzos similares realizados previamente en el territorio antioqueño.

ACTIVANTIOQUIA, como Plan Estratégico, tiene un horizonte de aplicación de 10 años. En ese lapso busca realizar avances sustanciales en la forma como la investigación, la tecnología, la innovación, los sistemas de política y las instituciones interactúan promoviendo el diálogo entre los agentes del Sistema, con el objetivo de facilitar la cooperación y el entendimiento entre ellos.

El Plan define las áreas estratégicas de conocimiento, las líneas de acción y de trabajo en las cuales priorizar programas y proyectos, así como los mecanismos de seguimiento y asignación de recursos para generar capacidades territoriales competitivas basadas en CTel. Para ello se tuvieron en cuenta las capacidades actuales de la región, las potencialidades de expansión, el acceso a los mercados internos y externos, las posibilidades de diferenciación competitiva de nuestro territorio, al igual que la coordinación con otras iniciativas de planificación de la CTel como la realizada por el Municipio de Medellín desde la Corporación Ruta N.

Las áreas estratégicas de conocimiento definidas en ACTIVANTIOQUIA son: Energía, Salud y Vida, Tecnologías de Información y las Comunicaciones –TIC–, Materiales, Biotecnología y Defensa. Con ellas se busca incrementar el talento humano de alto nivel de formación, desarrollar competencias para la innovación empresarial e incentivar la creación de nuevas empresas basadas en el uso intensivo de conocimiento.

Con la elaboración del Plan, se cumple con lo ordenado en la Política Pública de CTel de Antioquia, y mediante su ejecución se pretenden generar capacidades basadas en conocimiento para enfrentar los retos que tiene una economía como la antioqueña, la cual tiene carencias básicas en todos los niveles y que apenas empieza a usar el conocimiento con fines económicos.



Marco Legal

ACTIVANTIOQUIA se enmarca, desde la Constitución Política de Colombia, en los artículos 70 y 71, donde se hace explícita la obligación del Estado de promover la investigación y la enseñanza científica, se obliga la inclusión del tema en los planes de desarrollo económico, así como el fomento de las ciencias y la creación de incentivos para personas e instituciones dedicadas a ello.

A la par, en la Ley 1286 de 2009, la cual tiene como objetivo general: *“Fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y a COLCIENCIAS para lograr un modelo productivo sustentado en la ciencia, la tecnología y la innovación, para darle valor agregado a los productos y servicios de nuestra economía y propiciar el desarrollo productivo y una nueva industria nacional”*. Algunos de los cambios que se derivan de esta Ley son: la transformación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; el ascenso a nivel del Departamento Administrativo a COLCIENCIAS; la creación del Fondo Francisco José de Caldas, con un patrimonio autónomo inicial de \$100.000 millones que deben ser aplicados a proyectos regionales de CTel, y la obligatoriedad de incluir en los planes de desarrollo de los entes territoriales el fomento de la CTel.

Además, en el CONPES 3582, se define la política del Estado Colombiano para incrementar la capacidad de generar y usar el conocimiento científico y tecnológico como fuente de desarrollo y crecimiento económico.¹ El documento define seis estrategias: 1) fomentar la

¹ Igualmente sucede con el CONPES 3527 sobre la política nacional de transformación productiva, donde el conocimiento generado y aplicado mediante actividades de ciencia, tecnología e innovación, es considerado uno de los principales instrumentos para el desarrollo y crecimiento económico del país.

innovación en el aparato productivo; 2) fortalecer la institucionalidad del Sistema Nacional de CTel; 3) incrementar el talento humano dedicado a la investigación y el desarrollo científico y tecnológico; 4) impulsar la apropiación social del conocimiento; 5) focalización en áreas estratégicas, y 6) regionalizar la CTel.

Los Decretos 383 y 591 de 1991 son quienes definen la forma como el Estado puede asociarse y contratar el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías.

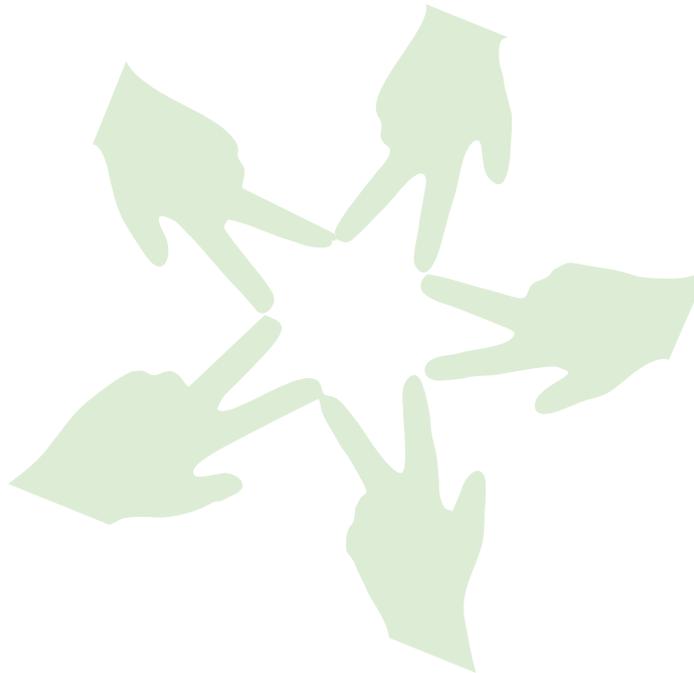
El Acto Legislativo N° 05 del 18 de julio de 2011, por el cual se constituye el Sistema General de Regalías, crea un fondo de ciencia, tecnología e innovación para financiar proyectos regionales concertados con los entes territoriales. Mediante una ley reglamentaria, el Gobierno y el Congreso definirán la instrumentalización de estos recursos, los cuales son claves para la ejecución del presente Plan.

De la misma forma, este Plan se sustenta en el Plan de Desarrollo Departamental 2008-2011, “Antioquia para Todos Manos a la Obra”, en la Línea Estratégica 3: Desarrollo Económico, capítulo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Allí se define como objetivo general el *“Fortalecimiento del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en Antioquia”*, mediante la ejecución de cuatro programas, a saber: *Coordinación institucional horizontal y vertical en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación en el Departamento de Antioquia; Consecución, adecuación y aplicación de recursos (institucionales, humanos, técnicos y financieros); Impulso de la apropiación social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en el territorio antioqueño, e Impulso del conocimiento en las áreas estratégicas para el desarrollo competitivo.*



Por otro lado, la Asamblea Departamental de Antioquia, previa validación del Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación, aprobó en el año 2011 la Ordenanza que define la Política Pública de CTel de Antioquia. En ella se obliga al Gobierno Departamental a diseñar de manera participativa el Plan Estratégico Departamental de CTel, con una visión de largo plazo, en coordinación con los planes nacionales y locales de CTel, y el cual será el capítulo de CTel del Plan Regional de Competitividad.

Finalmente, los Decretos Departamentales N° 2455 de 2010 y 0516 de 2011, fueron expedidos con el fin de fortalecer el Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación. En ellos se define su conformación y se le da a este órgano colegiado –donde existe un equilibrio entre generadores, usuarios, gestores y promotores de conocimiento– la responsabilidad de coordinar el Sistema Departamental de CTel. De la misma manera, determina como una de sus funciones “Realizar seguimiento al Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación”.



Consideraciones Iniciales

Los países y las regiones que se encuentran en vía de desarrollo tienen la obligación de reducir la pobreza preservando el ambiente. Esto es posible generando riqueza propia y atrayendo la de otras naciones, ya sea a través de la llegada de la inversión extranjera directa o por medio de las transacciones realizadas en el marco del comercio internacional. En cualquiera de estos casos, la variable *conocimiento* juega un papel trascendental.

La labor fundamental del sector público en el marco de la promoción del desarrollo económico está orientada a facilitar la función empresarial; es el sector productivo –desde las empresas micro, pequeñas, medianas y grandes– quien hace crecer económica y socialmente un territorio. Los gobiernos nacionales, regionales y locales, deben permitir que la competencia sea posible y se realice en un entorno que facilite el intercambio transnacional de bienes y servicios, de manera que se generen excedentes que mejoren la calidad de vida de las personas. Los impuestos obtenidos por el Estado en este ciclo, se reinvertirán buscando dar más oportunidades a los habitantes de sus territorios. La manera más acertada de cumplir cabalmente con esta responsabilidad es dedicando los esfuerzos de la administración pública a aumentar la competitividad.

Competitividad

La Competitividad depende de tres factores. El primer factor son los recursos disponibles, sean humanos, físicos, naturales, institucionales, monetarios o de conocimiento; el segundo factor es la forma como se combinan estos recursos para producir bienes y servicios, y finalmente, el tercer factor es la capacidad

de vender estos productos y servicios en un mundo globalizado.

Las regiones y países del planeta han sido clasificados en tres categorías dependiendo de su nivel de competitividad. La primera categoría es aquella que se fundamenta en la disponibilidad de sus recursos. La segunda es en la que se concentra en la eficiencia de sus sistemas productivos. Por último, se encuentra la que se basa en la capacidad de innovación.²

El nivel de exigencia de los mercados globales, las experiencias de crecimiento y desarrollo económico de otros territorios, los desafíos ambientales y sociales que el Departamento enfrenta, entre otros factores, obligan a que el conocimiento y la capacidad de innovación se conviertan en la base de la competitividad de Antioquia. Para lograrlo se requiere de esfuerzos importantes, en una misma dirección, ejercidos de manera sostenida en el tiempo.

Inercia en el crecimiento económico

Históricamente el desempeño económico de Antioquia ha sido notable. Luego de ser una región atrasada y periférica durante la Colonia y los primeros años de la República, el esfuerzo y la innovación de sus habitantes la llevaron a convertirse en el principal centro industrial del país. Sin embargo, esa trayectoria ascendente se detuvo hace algunas décadas, cuando su economía dejó de mostrar diferencias significativas con el resto de Colombia y olvidó crear nuevos sectores productivos, lo cual, entre otros factores, la llevó a perder el liderazgo industrial.

² Porter M., Schwab K. *The Global Competitiveness report 2008-2009*. World Economic Forum, Global Competitiveness Network. 2008.



Actualmente, la estructura empresarial antioqueña está concentrada fundamentalmente en el comercio y en la industria manufacturera –principalmente confección–. Como demuestran las cifras de la balanza comercial, sus exportaciones están concentradas en pocos destinos y existe un alto grado de dependencia en productos de bajo valor agregado como metales preciosos, banano y plátano, flores y café.

Antioquia se encuentra en un proceso de crecimiento económico inercial. Es un reto vigente romper esta tendencia que ya no reporta los beneficios de otros años, coordinar esfuerzos y orientar acciones de forma tal que se puedan alcanzar en pocos lustros, niveles de ingreso y desarrollo muy superiores a los que tenemos hoy. Mantener la inercia de crecimiento económico significa condenar al Departamento a seguir rezagado en el contexto internacional y mantener a los antioqueños lejos de los estándares de vida deseables.

Como ejercicio teórico, en el marco de construcción de **ACTIVANTIOQUIA** se realizó una proyección del crecimiento de la economía antioqueña a 20 años, realizando cortes comparativos cada cinco. Se tomaron tasas de crecimiento del 4%, 5% y 6% a partir de dos consideraciones: la primera, que históricamente la economía del departamento se ha movido en ese rango, de hecho, entre 1960 y 2005 –y los últimos 10 años también– la economía antioqueña creció a un promedio ligeramente superior al 4% anual. La segunda consideración se desprende del trabajo realizado por el Banco HSBC (2011), quien pronostica que la economía colombiana crecerá por encima del 4%, en promedio, hasta el 2050.

En ese sentido, se podría predecir que si no se producen cambios radicales en la estructura productiva del Departamento, en las próximas dos décadas la región mantendrá su ritmo de crecimiento histórico y los resultados serían los encontrados en la siguiente tabla:

Tabla 1. El PIB per cápita de Antioquia bajo tres escenarios de crecimiento

Año	Crecimiento del PIB total (Promedio anual)			PIB per cápita en 2007 de algunos países (Bajo el escenario del 6%)
	4%	5%	6%	
2010	6.419	6.606	6.797	
2015	7.431	8.022	8.654	Turquía, Rusia, Uruguay
2020	8.602	9.742	11.019	Polonia, Lituania, Chile
2025	9.958	11.830	14.030	Eslovaquia, Estonia, República Checa
2030	11.527	14.365	17.865	Malta, Portugal

Fuente: Cálculos propios con base en datos del Banco Mundial.



En un escenario de crecimiento optimista, en el año 2030 el ingreso de un antioqueño promedio será similar al de un habitante de Portugal o Malta –equivalente a menos de la mitad que el de un estadounidense, alemán o japonés–, suponiendo que ninguno de esos países crezca durante los próximos veinte años; lo que en la práctica significa que de no darse crecimientos económicos altos y sostenidos, la próxima generación seguirá en la zaga del desarrollo económico global.

Este pequeño ejercicio, lejos de ser alarmista, sugiere que se requieren cambios profundos para que Antioquia pueda obtener tasas de crecimiento anuales superiores al 6% de forma sostenida durante varias décadas, un resultado que sólo será posible si se rompe la inercia del crecimiento económico y se le da un vuelco a la estructura productiva regional a partir de la inclusión intensiva del conocimiento.

Alcanzar esa transformación no es una utopía, varias regiones lo han conseguido en las últimas décadas. Lo lograron construyendo un consenso en torno a la importancia de invertir en CTel como estrategia para incrementar el desarrollo económico, priorizando áreas de conocimiento en las cuales generar capacidades diferenciadoras, definiendo mecanismos de coordinación, financiación, seguimiento y apoyo para alcanzar sus objetivos.

De hecho, gran parte de los miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico –OECD por sus siglas en inglés– han adoptado Planes Estratégicos para fomentar la Innovación e intensificar su impacto económico, logrando, desde mediados de los noventa, que los recursos invertidos en Ciencia y Tecnología crezcan más rápidamente que los destinados a la compra de maquinaria y equipos.

ACTIVANTIOQUIA es un paso en el recorrido hacia la transformación productiva y social del territorio, pues traza un camino a seguir, estructurando mecanismos y priorizando acciones para el sector público, el privado y la academia.

Camino a seguir

Se requiere aumentar la disponibilidad de talento humano de alto nivel de formación en el territorio, como capital social que garantice un crecimiento sostenido basado en el uso del conocimiento con fines económicos. A la par, para que los sectores tradicionales recuperen su papel como dinamizadores, es indispensable que incorporen de forma intensiva el conocimiento en sus procesos y que desarrollen competencias de innovación para asumir los crecientes retos competitivos globales. Igualmente, debe estimularse la creación de nuevas empresas de base tecnológica, que apoyen la revitalización de la economía con nuevos productos y servicios innovadores. Precisamente estos son los objetivos trazados en **ACTIVANTIOQUIA**.

El sector productivo es el más capacitado para concretar los avances científicos y tecnológicos en innovaciones, que con el tiempo se traducen en generadores de empleo y riqueza. Por lo tanto, en la ejecución de las estrategias de **ACTIVANTIOQUIA**, los mecanismos que se plantean siempre buscan articular la academia y el sector productivo.

Adicionalmente, **ACTIVANTIOQUIA** busca lograr dos condiciones fundamentales. Primero, la apropiación social para avanzar en CTel, no sólo por parte de los agentes del Sistema – que es fundamental–, sino también por parte de la sociedad en su conjunto, de tal forma que se convierta en una prioridad que trascienda gobiernos y coyunturas particulares. Existe evidencia empírica de casos de estudio internacionales, donde el compromiso de la sociedad por desarrollar diferencias competitivas basadas en conocimiento prima sobre las condiciones de partida o los recursos que los gobiernos destinen a la CTel.

La segunda condición es la financiación. Ésta no es responsabilidad exclusiva del sector público. Sólo asegurando los recursos suficientes para el desarrollo de las actividades de CTel, así como los mecanismos de asig-



nación apropiados, se logrará transformar el sistema productivo a partir de la inclusión de conocimiento. No sorprende entonces, que se utilice como cifra de referencia un gasto mínimo en CTel del 1% del PIB, lo cual más que un llamado a destinar recursos específicos, es una señal que da la sociedad sobre sus prioridades.

El ejemplo internacional

Existen elementos y condiciones similares necesarias para lograr el pleno funcionamiento de los Sistemas Regionales de CTel, y en consecuencia, generar impactos sobre el crecimiento económico y los estándares de vida de la población.

Por ejemplo, un elemento común es la configuración institucional –la cual no basta y en ningún caso es garantía de éxito–. Con pocas excepciones, los Sistemas de CTel están coordinados por tres instancias básicas: un Consejo Asesor de Política, quien define unas líneas generales; una instancia ejecutora, que es la encargada de traducir las políticas en acciones concretas, y un mecanismo de evaluación que mide el éxito de las políticas y determina las modificaciones que con el tiempo se van requiriendo. Todo esto enlazado en una planificación regional de largo aliento que permite desarrollar y consolidar capacidades competitivas basadas en conocimiento. Los demás agentes del Sistema de CTel –productores, intermediarios y usuarios de conocimiento– deben involucrarse e integrarse a esta

configuración, de modo que se puedan usar y expandir sus capacidades.

Los resultados que hoy muestran países desarrollados en materia de CTel, radican no sólo en el número de investigadores o la cantidad de recursos asignados para la generación y aplicación de conocimiento. También dependen de una legislación adecuada, una política de patentes y en general, de derechos de propiedad intelectual bien definida, la estabilidad macroeconómica y política del país, junto a otra serie de medidas que incentivan y protegen la función empresarial. Las fallas en alguno de los componentes de un sistema, repercuten en problemas que afectan el funcionamiento general de éste.

Adicionalmente, los países y regiones que han logrado resultados destacados han seguido un principio común: concentrar sus esfuerzos y recursos en actividades y áreas estratégicas de conocimiento con alto potencial de crecimiento económico, que sirvan para impulsar el resto de la economía y que permitan focalizar los esfuerzos, de modo que puedan lograrse los objetivos de desarrollo.

Otro elemento común que se deduce de la experiencia internacional está dado por la activa participación del sector privado. En las primeras fases de desarrollo de los Sistemas de CTel, se requieren fuertes impulsos y decisiones que sólo el sector público está en capacidad de realizar. A medida que estos esfuerzos empiezan a mostrar resultados, es el sector privado quien asume el liderazgo y aporta la mayor parte de las inversiones requeridas.



Colombia en el Entorno Internacional

Los países más competitivos son aquellos que han creado un ambiente propicio para captar y retener inversiones, ampliar su participación en los mercados internacionales, elevar la competitividad, generar empleos bien remunerados y ofrecer una mejor calidad de vida a sus habitantes. Para lograrlo, generaron capacidades competitivas basadas en generación y aplicación de conocimiento.

El Foro Económico Mundial mide el Índice de Competitividad Global (ICG), el cual evalúa el desempeño de 133 países basado en el comportamiento de una serie de variables como la cantidad de patentes otorgadas en el año, la infraestructura, la estabilidad macroeconómica, el nivel y calidad de estudios de la población, las condiciones de salud y vivienda, las políticas y tratados comerciales, la eficiencia empresarial, la infraestructura en telecomunicaciones, la capacidad de innovación, la cantidad y calidad de investigaciones científicas, y el número de investigadores por cada 1.000 habitantes.

En los últimos cinco años Colombia se ha mantenido prácticamente en el mismo lugar de acuerdo al ICG. En el 2010, Colombia ocupó el puesto 68, situación preocupante comparados con países como Brasil (53) y Chile (31), economías que han logrado mejorar el desempeño en esta clasificación gracias a la aplicación de políticas en las cuales la CTel ha sido un factor clave en la construcción de sus modelos de crecimiento económico.

La diferencia entre Brasil y Colombia, es que el primero ha diseñado y puesto en práctica políticas y planes de innovación tecnológica, tanto a nivel nacional como regional, con objetivos claros, apoyando sectores estratégicos. Allí el gobierno, los empresarios y la sociedad, participan activamente en la instrumentación y financiación de la CTel, mientras en Colombia sólo hasta el año 2009 se comenzó a dar

verdadera importancia al tema con la promulgación de la Ley 1286 y el CONPES 3582, y actualmente las regiones apenas empiezan a dar los primeros pasos para avanzar en la consolidación de fuertes capacidades científicas y tecnológicas.

La clave para incrementar la competitividad alcanzada en los países que han sobresalido en el ICG, ha sido su decisión de invertir de manera creciente y priorizada en este rubro, y la continuidad que imprimieron a sus políticas y planes, tanto nacionales como regionales, tendientes a incentivar el desarrollo de la CTel.

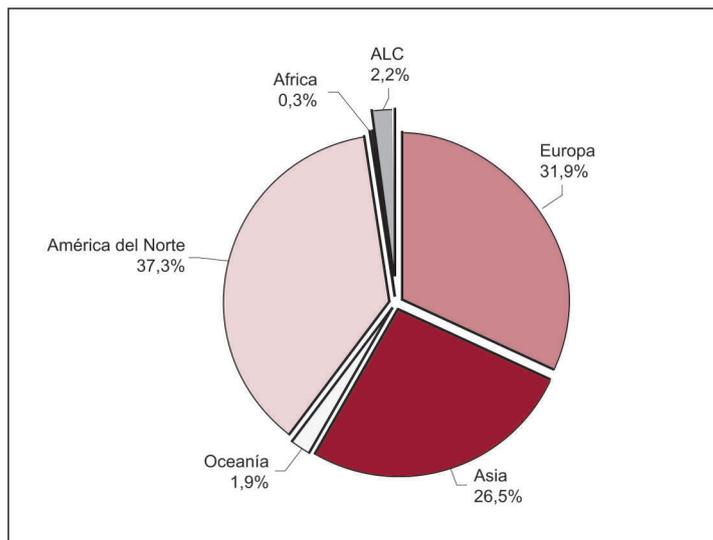
Por otra parte, la OECD mide el esfuerzo de un país en materia de CTel de acuerdo con una serie de variables de inversión de recursos —y resultado de estos esfuerzos— en Investigación y Desarrollo (I+D). Según el *Manual de Frascati*, I+D es entendida como:

El trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de los conocimientos humanos, culturales y sociales, y el uso de esos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones. Comprende la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental.

Para tener comparabilidad con el resto del mundo, son estas las actividades en las cuales debe realizarse seguimiento, y por tal motivo en **ACTIVANTIOQUIA** son la pauta de referencia.

De acuerdo al Gráfico 1, en el mundo la inversión en I+D se concentra en Norte América, Europa y Asia. No es extraño que sea precisamente en estas regiones donde se encuentran los mayores índices de competitividad y calidad de vida. A su vez, es allí donde se realizan las mayores inversiones en I+D, donde existe un mayor desarrollo económico y por ende mayores oportunidades de crecimiento individual y social.

Gráfico1. Inversión mundial en I+D en dólares corrientes, 2007



Fuente: RICYT. Estado de la ciencia, 2009. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos.

Estudios para EE.UU. y la UE sugieren que un incremento de un 1% en inversión en I+D, incrementa la productividad entre un 0,05% y un 0,25% a largo plazo; para Colombia estudios similares proyectan un incremento de productividad equivalente.

Si analizamos la Tabla 2, los indicadores de los diferentes países en sus gastos de I+D como porcentaje del PIB, muestran una realidad desfavorable para Colombia. Estas condiciones requieren la ejecución de estrategias que permitan fortalecer la inversión en CTel, a través de la interacción concertada entre los diferentes agentes del Sistema.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – UNESCO– y la OCDE recomiendan alcanzar una inversión de al menos el 1 % del Producto Interno Bruto –PIB– en Investigación y Desarrollo. Como puede observarse, Colombia se encuentra rezagada en el cumplimiento de este objetivo.

Tabla 2. Gastos en I+D como porcentaje del PIB

	2005	2006	2007
Costa Rica	0,37	0,39	0,32
Argentina	0,46	0,49	0,5
Chile*	0,68	0,67	0,67
Brasil	0,97	1,0	1,1
México*	0,45	0,44	0,46
España	1,12	1,2	1,27
Canadá	2,05	1,98	1,88
EE.UU.	2,6	2,6	2,66
Colombia	0,16	0,16	0,16
América Latina y el Caribe	0,6	0,6	0,67

*últimas cifras disponibles, no corresponden a los años señalados.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del RICYT.

Para lograr mejores resultados en este indicador, se requiere incrementar de manera significativa la inversión en I+D, tanto la que proviene del sector público como del privado, por tanto el país debe aumentar la participación de inversión privada en este rubro, hasta por lo menos llegar a una proporción similar al pro-

medio de los países que están presentando un mayor crecimiento en la región.

Como puede observarse en la Tabla 3, en esta muestra de países, Colombia se encuentra en el último lugar en cuanto a recursos invertidos en I+D por habitante. Como se ha dicho, diferentes estudios confirman la importancia de inversión en I+D, con miras al crecimiento de la productividad y la competitividad tanto a nivel sectorial como empresarial. Las políticas de fomento a la inversión en I+D contribuyen a crear más empleo y de mayor calidad, estas tienen impacto directo en los sectores productivos, generando tasas de crecimiento del empleo mayores y mejores en términos de remuneración y cualificación.

Tabla 3. Gastos en I+D por habitante en US\$

	2005	2006	2007
Costa Rica	N/D	20,2	18,4
Argentina	21,9	27,2	33,9
Chile*	29,1	31,0	40,1
Brasil	83,5	90,8	107,0
México*	28,2	30,2	33,7
España	289,0	331,6	401,9
Canadá	721,2	776,5	758,3
EE.UU.	1.093,5	1.147,7	1.217
Colombia	5,35	5,93	6,27
América Latina y el Caribe	49,92	54,66	62,14

*últimas cifras disponibles, no corresponden a los años señalados.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del RICyT.

La inversión en I+D aparece entonces cuando la solución de un problema no resulta evidente para alguien que está perfectamente al tanto del conjunto de conocimientos y técnicas básicas habitualmente utilizadas en el sector que se trate.

Según el *Manual de Frascati, Investigación Básica* son aquellas actividades y trabajos experimentales que se emprenden para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.

Por **Investigación Aplicada**, este manual define los trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos dirigidos fundamentalmente hacia un objetivo práctico y específico.

Finalmente, por **Desarrollo Experimental**, Frascati define los trabajos creativos llevados a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de los conocimientos humanos, culturales y sociales, y el uso de esos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones..

En la Tabla 4 se referencia la inversión en I+D por tipo de actividad.

Tabla 4. Porcentaje de Gasto en I+D por Actividad en el año 2007

	Investigación Básica	Investigación Aplicada	Desarrollo experimental
Costa Rica	12,7	51,1	36,2
Argentina	29,3	42,7	28,0
Chile*	35,7	49	15,3
México*	26,5	32,3	41,3
España	20,2	43,6	36,3
EE.UU.	17,5	22,1	60,4
Colombia	24,0	47,0	29,0
América Latina y el Caribe	28,6	34,4	42,7

*últimas cifras disponibles, no corresponden a los años señalados.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del RICyT.

Los niveles de inversión dedicados a investigación aplicada y desarrollo experimental son aquellos que más prontamente se transforman en productos y servicios que llegan al mercado. Las economías desarrolladas tienden a invertir en estos dos rubros la mayoría de sus esfuerzos –principalmente en desarrollo experimental–, pues de allí es donde se desprenden las innovaciones que generan fuertes efectos de arrastre en el resto de la economía. Colombia, en comparación con América Latina, evidencia una baja inversión en Desarrollo Experimental. El país tiene una distribución porcentual más elevada que la media de la región en los rubros de investigación básica e investigación aplicada; esto implica que se pueden estar desperdiciando tiempo y recursos para la aplicación de conocimiento con fines económicos, y que la vinculación del sector productivo en el tema de innovación aún se encuentra rezagada en la agenda de inversión. Esta situación se agrava si se considera que gran parte de la inversión en investigación básica de carácter orientado y de investigación aplicada, que en nuestro medio encuentra un lugar propicio de ejecución en las universidades, no se transforma en innovaciones debido a la débil interacción entre los agentes del Sistema.

En las Tablas 5 y 6 se encuentran el número de personas graduadas en nivel doctoral y maestría en diferentes países de Iberoamérica. Se ha evidenciado que los doctores y magísteres, y los resultados de las investigaciones producto de sus procesos de formación, son la materia prima del desarrollo del conocimiento. Las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación que se desprenden de una amplia base de investigadores con este tipo de formación, debe ser orientada a la aplicación del conocimiento como insumo para que el sector productivo realice innovación.

Tabla 5. Graduados en Nivel Doctorado

	2005	2006	2007
Costa Rica	29	111	101
Chile	222	249	287
Brasil	8.991	9.366	9.919
México	2.456	2.800	3.365
España	N/D	6.885	6.710
EE.UU.	48.560	52.855	56.309
Colombia	54	82	91
América Latina y el Caribe	12.370	13.054	13.715

Fuente: Elaboración propia con base en datos del RICyT.

Tabla 6. Graduados en Nivel Maestría

	2005	2006	2007
Costa Rica	2.694	3.067	3.072
Chile	2.183	2.458	2.686
Brasil	30.704	32.280	32.809
México	32.127	32.594	36.274
EE.UU.	562.862	578.964	599.365
Colombia	1.587	1.822	3.175
América Latina y el Caribe	78.872	84.508	92.082

*Últimas cifras disponibles, no corresponden a los años señalados.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del RICyT.

Actualmente, Colombia presenta el nivel más bajo en las cifras de los indicadores de graduados como doctores y magísteres. También se encuentra que el sector productivo nacional tiene una baja demanda de talento humano con este nivel de formación. Lo anterior obliga a incrementar la disponibilidad de personal altamente especializado, dedicado a entregar los insumos de conocimiento requeridos para generar innovación.



De acuerdo con lo anterior, es necesario incrementar la formación de doctores, al igual que aquella donde el profesional se desempeña más en la investigación aplicada, como por ejemplo los magísteres, que son aquel tipo de formación que realiza la articulación entre la investigación básica y aplicada para que el sector productivo la plasme en productos concretos que llegan al mercado.

En la Tabla 7 se observa el personal dedicado a I+D de varios países. Este indicador es expresado en el número de investigadores activos en cada país. Para Colombia, estas cifras muestran la necesidad de una política decidida y consistente por parte de todos los agentes del Sistema Nacional de CTel en la destinación de recursos a las diferentes actividades de investigación, desarrollo e innovación, para incrementar la capacidad de creación y aplicación de conocimiento.

Tabla 7. Personal Dedicado a I+D en el año 2007

	Investigadores	Personal de apoyo al investigador	Total
Argentina	29.012	23.175	53.187
Chile*	13.427	8.269	21.669
Brasil	124.882	99.836	224.714
México*	46.865	41.490	88.355
España	115.798	73.179	188.977
Canadá	140.010	86.240	226.350
EE.UU.	1.387.882	N/D	1.387.882
Colombia	16.792	N/D	16.792

*últimas cifras disponibles, no corresponden a los años señalados.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del RICyT.

Integrar talento humano de alto nivel de formación a procesos de I+D en el sector productivo colombiano es otra necesidad urgente. Colombia no sólo cuenta con poco personal dedicado a I+D en relación a su población y

comparado con otros países, sino que ese talento humano se encuentra vinculado al sector de la educación superior y al estatal, mas no al sector productivo.

Para Colombia, la baja oferta de programas de formación de alto nivel en ciencias, así como la baja demanda de estos profesionales y los niveles de inversión en I+D en el sector productivo ya mencionados, se ven reflejados en el número de solicitudes de patentes ante la Superintendencia de Industria y Comercio.

Una patente es la concreción del conocimiento en productos específicos, los cuales pueden ser comercializados directamente por quien generó el desarrollo o de manera indirecta en los casos en los cuales se logran acuerdos de uso. En la Tabla 8, se observa el número de patentes que solicitan diferentes países de la región en sus oficinas de protección de propiedad intelectual.

Tabla 8. Solicitud de patentes

	2005	2006	2007
Costa Rica	581	653	688
Argentina	4.602	5.617	5.743
Chile	3.498	3.750	3.913
Brasil	26.702	26.398	26.509
México	14.436	15.500	16.599
España	196.364	212.288	217.703
Canadá	39.888	42.038	40.131
EE.UU.	390.733	425.967	456.154
Colombia	1.761	2.003	1.975
América Latina y el Caribe	59.931	62.684	63.013

Fuente: Elaboración propia con base en datos del RICyT.

En coherencia con los niveles de inversión en desarrollo experimental, nuestra capacidad de usar las herramientas de protección del conocimiento como las patentes de invención es baja. Con un PIB casi 10 veces mayor al de Costa Rica, en Colombia el número de solici-



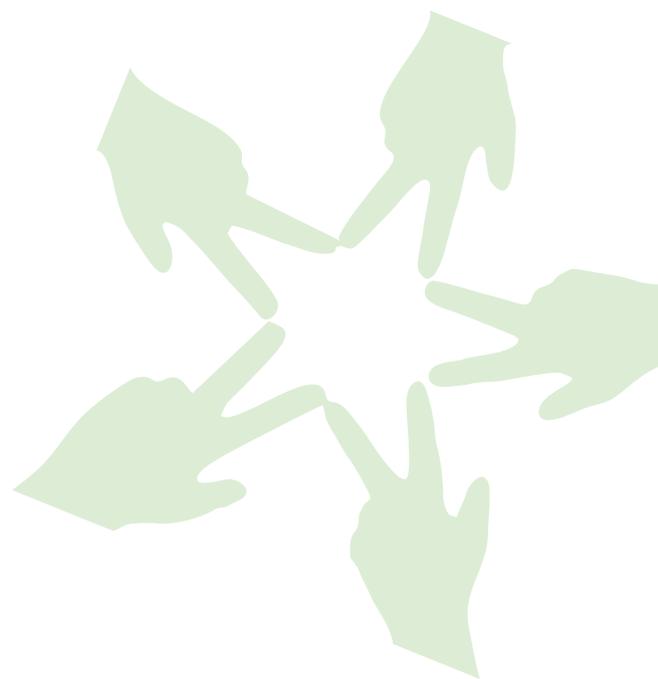
tudes de patentes es tres veces inferior. Este es otro de los elementos que hace que el país se clasifique como una economía que sustenta su productividad y competitividad en temas diferentes a la generación y aplicación de conocimiento.

Las publicaciones científicas de un país son importantes porque son uno de los elementos que demuestra la capacidad de generación de conocimiento. Igualmente son una herramienta que permite la difusión y transferencia del mismo y alientan al desarrollo de nuevo conocimiento y su apropiación. En la Tabla 9, se observan las publicaciones que investigadores de cada país realizan en *Science Citation Index Search* –SCIS–, una de las bases de datos más importantes de conocimiento científico indexado.

Tabla 9. Publicaciones en SCIS

	2005	2006	2007
Costa Rica	335	283	398
Argentina	5.099	5.935	6.479
Chile	3.262	3.564	3.559
Brasil	18.765	20.858	23.109
México	6.807	6.504	8.501
España	34.846	37.639	40.594
Canadá	50.091	54.731	56.203
EE.UU.	375.401	382.431	388.160
Colombia	950	1.115	1.239
América Latina y el Caribe	38.729	41.669	45.606

Fuente: Elaboración propia con base en datos del RICyT.



Si bien la producción científica viene aumentando en todos los países de la región, en términos absolutos, Colombia se encuentra en la zaga de la citación en los sistemas de indexación internacional.

Los anteriores indicadores demuestran que Colombia debe avanzar mucho en la consolidación de capacidades para crear, transferir y usar conocimiento aplicado a la solución de problemas locales, regionales e internacionales, para integrarse en la economía global del conocimiento. En ese escenario, la responsabilidad desde las regiones es comprometerse en consolidar capacidades específicas en áreas estratégicas de conocimiento con potencial competitivo global, coordinados con los direccionamientos de nivel nacional, para que a partir del avance de las regiones, el país pueda brindar más y mejores oportunidades a las nuevas generaciones de ciudadanos.



Caracterización de la Economía Antioqueña

A. Principales capacidades y potencialidades

El Departamento de Antioquia cuenta con algunas capacidades y potencialidades, que pueden ser elementos clave a la hora de atraer inversiones que impulsen y fortalezcan el crecimiento económico. A continuación se presentan algunas de ellas:

Ubicación estratégica: Se localiza en el centro-occidente del país, con una extensión de 63.000 kilómetros cuadrados, cuenta con vías de comunicación aéreas y terrestres que lo enlazan a otros polos de desarrollo nacionales y del exterior y además, cuenta con salida al Mar Caribe donde existe la posibilidad de crear un importante puerto.

Capital humano: Para 2010, según los datos del Departamento Administrativo de Planeación de la Gobernación de Antioquia, en el Departamento vivían 6.065.846 personas, el Índice de Desarrollo Humano –IDH– era de 0,811 para 2006-2007, ligeramente superior al nacional que era de 0,807, y la tasa de analfabetismo entre el 2008-2009 era del 5,14%, inferior a la del país que era de 6,62%.

Crecimiento económico: Los datos disponibles sobre el Producto Interno Bruto regional de los últimos 10 años, muestran un crecimiento económico promedio de 4,2%, tendencia que ha sido muy similar a la del país.

Infraestructura de Investigación y Desarrollo: El número de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico ha crecido desde los años 90, hasta llegar a un número superior a 20. Esto ubica a Antioquia en el segundo lugar, a nivel nacional, con mayor cantidad de

instituciones públicas y privadas dedicadas a la investigación científica, la innovación y el desarrollo tecnológico. En el Departamento se encuentran establecidos el 16,4% de los investigadores activos del país. Sumado a ello, en los pasados ocho años, de las más de 26 instituciones de educación superior asentadas en el Departamento, se graduaron cerca de 150.000 personas en nivel profesional, técnico y tecnológico; 30.000 en nivel de especialización; 3.500 en nivel maestría, y 140 doctorados.

Infraestructura de comunicaciones: Como parte importante de su capacidad instalada, puede mencionarse la infraestructura de su aeropuerto internacional, con terminal de carga y de pasajeros; vuelos nacionales e internacionales; aduana interior con terminal multimodal; asimismo, más 6.000 kilómetros de red vial.

B. Producto Interno Bruto –PIB–

De acuerdo con información del DANE, para el año 2009 el PIB de Antioquia ascendía a \$56.196 millones (pesos constantes, año base 2005). La participación del PIB departamental en el nacional registró un comportamiento relativamente estable entre 2000 y 2009, con una participación promedio del 14%, lo que da cuenta de la contribución que tiene en el PIB nacional, con la segunda mayor tasa de participación después de Bogotá. Como se observa en la Tabla 10, el PIB departamental ha evidenciado un comportamiento satisfactorio desde el año 2000 fundamentalmente debido a la industria, el comercio, y los servicios sociales, comunales y personales.

Tabla 10. Valor Agregado por ramas de actividad económica (millones de pesos constantes de 2005)

ACTIVIDADES ECONÓMICAS	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Agropecuario, silvicultura y pesca	2.933	2.855	3.210	3.149	3.252	3.460	3.522	3.759	3.516	3.351
Minería	991	989	943	1.065	1.009	1.187	1.241	974	1.169	1.205
Electricidad, gas y agua	1.770	1.851	1.859	1.991	1.965	2.342	2.260	2.356	2.420	2.793
Industria	6.346	6.425	6.535	6.522	7.380	7.603	7.929	8.645	8.287	7.809
Construcción	2.054	1.851	2.090	2.168	3.413	3.832	3.797	3.982	4.458	4.741
Comercio	3.390	3.401	3.667	3.868	4.093	4.279	4.666	5.100	5.243	5.156
Reparación de automotores, motocicletas y artículos personales	444	444	444	452	474	491	523	563	583	599
Hoteles y restaurantes	895	908	911	967	1.061	1.104	1.195	1.363	1.422	1.455
Transporte, correos y comunicaciones	2.291	2.449	2.383	2.562	2.724	2.979	3.359	4.006	4.182	4.214
Intermediación financiera	1.790	1.751	1.691	1.738	1.868	2.009	2.228	2.470	2.761	2.664
Inmobiliarios y alquiler de viviendas	3.661	3.732	3.777	3.882	4.032	4.172	4.320	4.473	4.626	4.903
Empresas de servicios excepto financieras e inmobiliarias	2.680	2.899	3.005	3.166	3.334	3.514	3.863	4.117	4.255	4.313
Servicios sociales, comunales y personales	6.264	6.045	6.068	6.291	6.639	6.825	7.226	7.761	7.939	8.175
Subtotal valor agregado	35.509	35.600	36.583	37.821	41.244	43.797	46.129	49.569	50.861	51.378
Derechos e impuestos	3.431	3.546	3.527	3.718	3.916	4.114	4.560	5.129	5.048	4.744
Producto Interno Bruto – PIB	38.940	39.146	40.110	41.539	45.160	47.911	50.689	54.698	55.909	56.122

Fuente: DANE

C. PIB per cápita

El aumento del PIB per cápita suele estar asociado con una mejoría en las condiciones de vida de la población. Según datos del Departamento Nacional de Planeación, en Antioquia el PIB per cápita pasó de US\$ 4.883 en 2007 a US\$ 5.870 en 2008. La Cámara de Comercio de Bogotá, por su parte, estimó que para 2007 el PIB per cápita en la ciudad de Medellín sería de US\$ 5.992, cifra superior a los US\$ 4.883 registrados en Antioquia. Esta cifra dista considerablemente de la meta que tiene el país a 2032 que es de US\$ 19.000,³ cifra

similar a la que exhiben hoy países como Portugal y Malta.

Un mayor ingreso debería resultar en una menor pobreza. En diciembre de 2007 el 52% de la población se encontraba por debajo de la línea de pobreza, para el 2009 el porcentaje había disminuido al 46,7% de la población, y el 16,6% por debajo de la línea de indigencia, lo que sugiere que si bien se ha logrado disminuir la pobreza, el esfuerzo por combatir la pobreza debe intensificarse sustancialmente durante los próximos años.

3 Sistema Nacional de Competitividad.

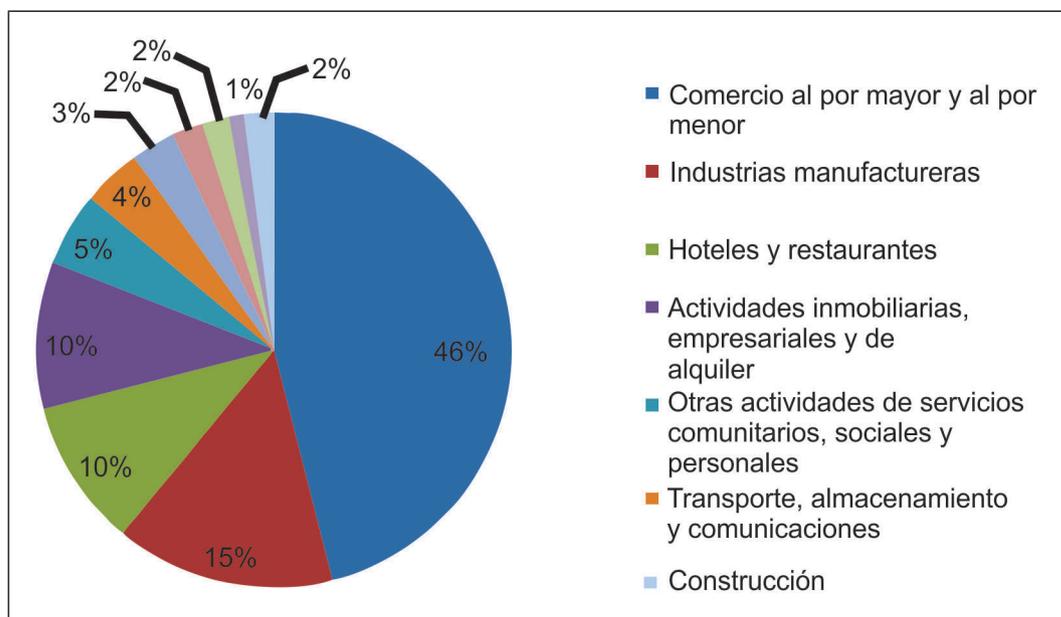
D. Estructura Empresarial

En Antioquia el número de empresas aportantes al sistema de seguridad social asciende a 65.209 establecimientos, de los cuales, según la clasificación dada por Ley 905 de 2004, el 0,6% son consideradas como grandes, el 1,1% medianas, el 3% pequeñas y 95,3% restante como micro y famiempresas. El empleo generado por las grandes empresas llega al 19,2%, las medianas ocupan al 12,9% de la

población en edad de trabajar, las pequeñas 17,6%, y las micro el 50,3% restante.

Dentro de la estructura empresarial antioqueña existe una alta participación del comercio con un 46% del total de actividades empresariales, seguido por las industrias manufactureras –principalmente confección– con un 15%. En el tercer renglón se ubican los hoteles y restaurantes, así como las actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler con un 10% en ambos casos.

Gráfico 2. Estructura empresarial de Antioquia, según actividad económica, 2008



Fuente: Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia

E. Sector Externo

En general, las exportaciones antioqueñas se caracterizan por su bajo grado de sofisticación y por ser poco diversificadas, tanto en términos de producto como de destino. Esto indica que se hace necesario, no sólo aumentar el volumen de exportaciones sino también darle mayor valor agregado a los productos exportados.

Las empresas con sede en Antioquia, exportaron US\$4.714 millones en 2010. Durante el 2009 las exportaciones llegaron a US\$4.129. Los rubros principales se encuentran en la Tabla 11.

Tabla 11. Principales exportaciones de Antioquia en 2007 y 2010 en millones de dólares

	2007	2008	2009	2010
Oro y otros metales preciosos	US\$535	US\$843	US\$1.359	US\$1.927
Banano y Plátano	US\$416	US\$504	US\$638	US\$550
Confecciones	US\$702	US\$607	US\$340	US\$411
Café	US\$295	US\$292	US\$193	US\$220
Flores	US\$156	US\$148	US\$156	US\$187
Papel	US\$132	US\$139	US\$124	US\$112
Plástico	US\$174	US\$187	US\$156	US\$154
Vehículos	US\$432	US\$149	US\$26	US\$74

Fuente: Sistema Estadístico de Comercio Exterior –SIEX– DIAN

El coeficiente de exportación de Antioquia –que mide la participación de las exportaciones en el PIB total– para el año 2009 fue de 12,7.

En el año 2009, el incremento de exportaciones con relación a 2008 fue del 2,2%. Las exportaciones no tradicionales también registraron un incremento entre 2008 y 2009 del 5,6%.

Para 2009 el principal socio comercial del Departamento fue Estados Unidos con ventas de US\$ 1.574 millones, de los cuales US\$ 848 correspondían a exportaciones de oro y US\$ 207 a exportaciones de banano. La exportación de confecciones a los Estados Unidos presentó un comportamiento negativo, con una variación en relación a 2008 de -27,5%. En cuanto a los otros destinos de las exportaciones antioqueñas, se destacan Suiza, Venezuela, Ecuador, Bélgica y México.

Respecto a las importaciones antioqueñas, después de haber registrado variaciones positivas durante toda la década, en 2009 disminuyeron a una tasa de 21,2%. La compra de bienes de consumo se redujo en 13,9%, la de bienes intermedios en 26,1% y la de bienes de capital en 13,3% (Banco de la República). Las importaciones antioqueñas provienen principalmente de Estados Unidos (cereales y ma-

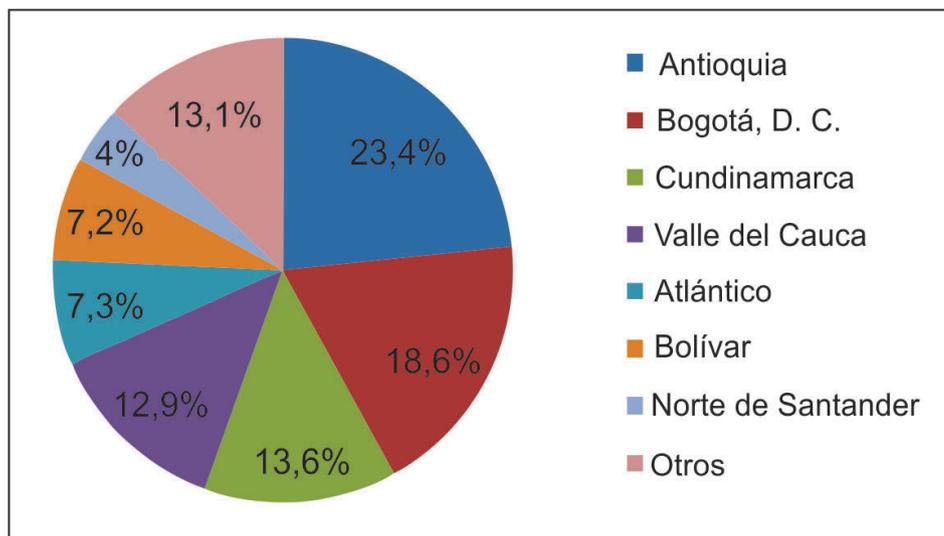
quinaria), China (maquinaria), Brasil (cereales y maquinaria), México (productos de la industria plástica y vehículos), y Argentina (residuos y desperdicios alimenticios, cereales).

En el objetivo de tener una canasta exportadora sofisticada, Antioquia muestra un rezago importante. De acuerdo con el Consejo Privado de Competitividad, la variable de exportaciones de tecnología media y alta para 2006 indica que éstas se concentran básicamente en Bolívar (el 76% de las exportaciones de ese Departamento están clasificadas en estas categorías), y Bogotá (el 54%). El Departamento de Antioquia registra en este mismo rubro un 16%, que dista de la meta del 40% plasmada en la Visión 2019. En total para Colombia, las exportaciones de tecnología media y alta tan sólo representan el 19% del total de las exportaciones.

Para 2007, las exportaciones tradicionales⁴ representaron el 47,7% del total de exportaciones del país. En cuanto a exportaciones no tradicionales, Antioquia es el departamento de Colombia que registra la mayor participación con un total del 23,4% para 2007, seguida por Bogotá con 18,6% y Cundinamarca con 13,6%.

⁴ Ferroníquel, carbón, petróleo y café.

Gráfico 3. Participación de las exportaciones no tradicionales, por principales departamentos de origen, 2007



Fuente: DANE

F. Sociales

Según el Departamento Administrativo de Planeación Departamental, para el 2006-2007 –última cifra disponible–, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) en Antioquia fue de 0,811.

El Coeficiente de Gini se estima en 0,591 para el 2009. Comparado con el colombiano es mayor en 0,013 unidades, lo que indica que Antioquia es más desigual en la distribución de la riqueza que la media del país.

El Índice de Condiciones de Vida –el cual mide el bienestar de la población y las condiciones de vida de las familias– se ubicó, para Antioquia, en 68,62 para los años comprendidos entre el 2006 y el 2009. La media del país es 79,5.

La Línea de Pobreza en Antioquia para el 2009 fue del 46,7%, la del país 45,5%. La Línea de Indigencia en ese mismo año fue de 16,6% y 16,4% para Antioquia y Colombia respectivamente.

La Tasa de Analfabetismo, entendida como la relación porcentual entre el número de personas mayores de 15 años que no saben leer ni

escribir en relación con la población total del mismo grupo de edad, se encuentra en 5,14% para Antioquia y 6,62% para Colombia, durante el 2009.

Por su parte la Tasa de Escolarización –Neta– para el 2009 se comportó para Antioquia y Colombia según la Tabla 12.

Tabla 12. Tasa de Escolaridad Neta para Antioquia y Colombia

Asistencia Escolar	Colombia	Antioquia
6-10 años	96,4%	96,02%
11-14 años	93,3%	95,83%
15-16 años	74,0%	84,37%
17-21 años	29,0%	46,30%

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Administrativa de Planeación Departamental de Antioquia.

Desde 2006 los principales indicadores del mercado laboral han permanecido relativamente estables en el Departamento. Con relación al 2008, en 2009 se produjo un aumento de la oferta laboral relativa –TGP– superior al aumento registrado en la demanda

Tabla 13. Ventajas y desventajas competitivas del Departamento de Antioquia

Ventajas competitivas	Desventajas competitivas
Modelo de trabajo público-privado para el desarrollo empresarial	Pertinencia de la educación profesional para la generación de competencias laborales en los clusters estratégicos
Costo y cobertura de la infraestructura de comunicaciones	Disponibilidad y acceso al crédito
Colaboración entre universidades y empresas (Comité Universidad – Empresa – Estado – Corporación TECNNOVA)	Conexión a los corredores logísticos de comercio exterior
Disponibilidad, costo, calidad y cobertura de los servicios públicos	Segundo idioma (bilingüismo)
Buena oferta de grupos de investigación	Poca oferta local de software especializado
Consultoría (aunque insuficiente)	Deficiente oferta local de servicios de distribución y logística especializada
Economía sólida	Incipiente desarrollo del mercado de consultores especializados
Estructura empresarial fuerte	Pocas empresas cuentan con certificaciones de calidad
Ubicación estratégica en el centro del continente americano	Incipiente incorporación de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (banda ancha)
Presencia de importantes organizaciones empresariales de talla nacional e internacional	

Fuente: Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia.

laboral relativa –TO–, por lo que la tasa de desempleo aumentó de 12,1% en 2008 a 12,7% en 2009. Adicionalmente, la tasa de subempleo aumentó pasando del 23,9% en 2008 a 27,8% en 2009.⁵

Uno de los principales objetivos de la política de competitividad del país es reducir los niveles de informalidad laboral. Según el Consejo Privado de Competitividad, la tasa de empleo formal en 2005 era del 44% en Antioquia, del 58% en Bogotá y del 49% en el Valle.

De acuerdo con la información del DANE, para 2008 en el Municipio de Medellín los sectores con mayor capacidad de absorción de la mano de obra fueron los de comercio e industria, los cuales representaron el 51,01% de la población ocupada en la ciudad.⁶ Esto coincide con la composición de la actividad empresarial an-

tiocueña, donde el 46% de las actividades corresponden al comercio y el 15% a la industria.

Dentro de la población ocupada, el perfil de los graduados que están trabajando en el sector productivo⁷ evidencia una mayor formación a nivel de pregrado, bien sea técnica profesional, tecnológica o universitaria. De otro lado, el perfil de egresados con nivel de posgrado que se encuentran en el sector productivo, muestra una mayor prevalencia de los individuos con especializaciones y en menor medida de personas con maestría.

G. Competitividad

En un estudio realizado en el Departamento de Antioquia, la Cámara de Comercio de Medellín reseña las principales ventajas y desventajas competitivas de la región. Estas se encuentran en la Tabla 13.

5 Información Gran Encuesta Integrada de Hogares. DANE (2009).

6 ICER 2008.

7 Observatorio Laboral para la Educación.



El Anuario de Competitividad Mundial es un escalafón utilizado para comparar los avances en competitividad entre diferentes países. En 2009, Colombia ocupó el puesto 51 de 57 países descendiendo 10 posiciones respecto al año inmediatamente anterior. Este indicador se midió para 13 ciudades de Colombia en el 2008, y la capital del Departamento se ubicó en el puesto 10, por debajo de ciudades como Pereira que ocupó el primer lugar, Cali que ocupó el cuarto y aún Bogotá.

Adicionalmente, la Encuesta Anual Manufacturera realizada por el DANE en 2007, demuestra que los índices de productividad de Medellín son inferiores a ciudades como Cartagena, Cali y Bogotá. Tomando como referente el 100% de productividad en Colombia, Medellín tiene un 78% de productividad, mientras Cali refleja un 105% y Bogotá, un 88%.

H. Principales Brechas Tecnológicas en Mipymes de Antioquia

Durante la realización de un programa de la Gobernación de Antioquia denominado *Pioneros de la Gestión Tecnológica*, se levantaron los perfiles tecnológicos y de innovación de 250 mipymes asentadas en Antioquia antes de ingresar al programa. A partir de estos, se encontraron las brechas tecnológicas y de innovación con mayor frecuencia y moda en este tipo de organizaciones. Estas fueron:

Gestión de Tecnología dentro de su Plan Estratégico: Se evidenció en las organizaciones participantes, que no contaban con un plan estratégico a corto plazo (un año), no existe planeación de sus negocios, por consiguiente no hay gestión ordenada y coherente ni de la compañía, ni mucho menos del conocimiento.

Capacitación en Tecnología: Se verificó en la mayoría de los participantes desconocimiento para adquirir, transferir y gestionar tecnología como un recurso estratégico para la

organización. Como consecuencia de ello, el microempresario se atiene a generar capacidades productivas, mas no competitivas y mucho menos capacidades tecnológicas.

Uso de Tecnologías de Gestión: Se encontró baja apropiación de dichas herramientas. El conocimiento y acceso a tecnologías como BPM, HACCP, Six Sigma, por su alto costo de implementación o por la dificultad en su dominio, en algunas ocasiones hace que las mipymes se distancien en la compra, adquisición y apropiación de estas tecnologías.

Uso de las TIC para el incremento de las ventas: Sin desconocer que las TIC son tecnologías de acceso cada vez más fácil y de menor costo, en la mayoría de los casos se encuentran dificultades en el proceso de apropiación.

Inversión en atracción de talento humano con competencias de gestión tecnológica: Se encuentran pocos profesionales con competencias para la gestión del conocimiento al interior de las organizaciones. Igualmente, hay distanciamiento con centros de desarrollo tecnológico y grupos de investigación de instituciones de educación superior. En el primer caso, los salarios son el principal factor restrictivo; en el segundo, la falta de confianza y de conocimiento entre las partes.

Recursos e infraestructura organizacional, estrategia empresarial, I+D en la planificación estratégica empresarial, implementación de técnicas avanzadas de gestión: En un gran porcentaje, las organizaciones que participaron presentaron brechas de recursos e infraestructura organizacional para una adecuada planeación y el logro de las metas planificadas, a su vez, no existió presencia de planteamientos de estrategias empresariales a largo plazo en I+D.

Recursos e infraestructura organizacional: Esta brecha es generalizada, no se encontraron inversiones coordinadas y orientadas a desarrollar capacidades de I+D, ni la

infraestructura necesaria para ello. De igual forma, se encontró desconocimiento de la pequeña y mediana empresa con respecto a los mecanismos y herramientas de incentivos tributarios y financiación estatal a proyectos de ciencia, tecnología e innovación.

Interacción con los agentes del Sistema de Innovación Nacional –SIN–, a su vez entre clientes y proveedores para el desarrollo de proyectos: Existe un desconocimiento en la pequeña y mediana empresa del SIN y del Sistema Departamental de Innovación; no conocen las dinámicas de los sistemas y quiénes son sus agentes, se presenta desconocimiento en los instrumentos para la competitividad, el desarrollo productivo, la formación profesional y para el trabajo.

A pesar de las difusiones de los agentes del sistema departamental y nacional de ciencia y tecnología, no existe evidencia clara y fehaciente de que las microempresas conozcan el sistema nacional ni departamental de innovación, y mucho menos que interactúen con los agentes claves del sistema. La mayoría de mipymes no sabe dónde buscar financiación para nuevos desarrollos, incorporación de nuevas tecnologías y en su defecto, la compra de ellas.

Inversión en el desarrollo de la creatividad y espíritu innovador: Se encontró que las pequeñas empresas no realizan inversiones en desarrollos y generación de nuevas ideas, escogen estrategias imitativas con respecto a la mayoría del sector, o en su defecto, una estrategia seguidora u oportunista

Departamento de I+D. Cartera de proyectos innovadores. Aspectos que involucran el proceso de planeación para el desarrollo de un nuevo producto: Se encontraron en las organizaciones falencias en formación para incrementar la competitividad y productividad. Hay distanciamiento con procesos como la innovación abierta. En gran medida, las innovaciones en las mipymes son

incrementales o mejoras con pocos cambios significativos.

A su vez se encontró que la I+D es vista como algo lejano, e incluso se desconoce su significado. Se detectó que al inicio del programa, el 97% de los microempresarios no definieron con exactitud I+D y quiénes son los encargados de hacerla en la organización.

Comunicación de la estrategia para el desarrollo de un nuevo producto: Como consecuencia de la brecha anterior, se observó que los desarrollos no se comunican y se le entregan a la parte técnica de la organización sin el acompañamiento y apoyo de los niveles gerenciales.

Proceso para estudios de mercados y estudios de viabilidad para el desarrollo de nuevos productos o procesos: Igualmente, no hay evidencia clara de que los estudios y desarrollos de nuevos mercados sean un proceso de I+D, se encontró evidencia de que las mipymes trabajan de manera desarticulada en sus procesos de gestión.

Gestión de procesos dentro del macroproceso de innovación. Inversiones relacionadas con investigación y desarrollo: No se encontró evidencia de la gestión de los procesos de innovación, a su vez por desconocimiento del concepto de I+D, el pequeño y mediano empresario tiene como paradigma que este es costoso para la organización, consideramos que es costoso cuando se realiza desarticuladamente y como proceso no sistémico.

Inversión en I+D. Presupuesto para la producción de prototipos y pruebas piloto. Retroalimentación sobre el comportamiento del mercado al departamento técnico (I+D, Producción y Calidad): No se hallaron presupuestos para la realización de la I+D. Tampoco se encontraron interacciones o interrelaciones con otros actores con capacidades de gestión en este tema.



Procesos para estudios de mercados y estudio de viabilidad para el desarrollo de nuevos productos y procesos:

Las pequeñas empresas desconocen y por lo tanto no usan herramientas que les permitan realizar inteligencia de mercados e inteligencia competitiva. No se encontraron procesos para la realización de estudios para nuevos desarrollos en productos.

I. Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación

Antioquia ha venido dando pasos en la consolidación de capacidades reales para generar, transferir y usar conocimiento, lo mismo que gestionar recursos para ser aplicados a la investigación y la innovación.⁸

En el territorio antioqueño hay más de 26 instituciones de educación superior –seis de ellas acreditadas–, la mayoría de ellas con procesos de docencia, investigación y extensión, consolidados y reconocidos, tanto a nivel local como a nivel nacional.

De los 4.075 grupos de investigación reconocidos y clasificados en el país en 2010 por el Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación –COLCIENCIAS–, 519 están en Antioquia. Estos aportan el 20,83% de los grupos categoría A1, el 21,45% de los A, el 14,97% de los B, el 13,26% de los C y el 9,58% de los D.

El Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología reporta que en Colombia hay 17.014 investigadores activos, 2.781 de estos, es decir el 16,35% se encuentran en Antioquia. La

⁸ Analizar la situación concreta de la CTel en Antioquia resulta una tarea difícil, dada la carencia de información. En efecto, el Observatorio de Ciencia y Tecnología de Colombia (OCyT) y otras entidades como el DANE que deben proveer información estadística sobre la materia, ofrecen muy pocos datos sobre los departamentos colombianos. En ese sentido, los cálculos que se presentan a continuación son tentativos y están basados en proyecciones estimadas y fuentes secundarias, por lo que no pretenden mostrar cifras exactas, sino meramente tendencias generales de la CTel en el Departamento.

tasa de investigadores por cada 1.000 personas de la Población Económicamente Activa es de 1,1.

De los 2.924 proyectos aprobados por COLCIENCIAS entre el 2000 y el 2009, 782, es decir el 26,7%, fueron aprobados para Antioquia.

Según el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, la inversión en I+D en el Departamento representa el 23,5% de la inversión de este tipo en el país.

Institucionalmente, Antioquia cuenta con más de 20 centros de desarrollo tecnológico y productividad, más de ocho centros para la apropiación social de la ciencia, y por lo menos cuatro entidades públicas que tienen como misión su fomento y estímulo.

Entre el año 2001 y 2009, en Colombia se graduaron 669 personas en nivel doctoral, de los cuales 147 fueron en Antioquia, lo que representa el 21,97% del total de graduados.

Respecto a los graduados como magísteres, durante los mismos años de referencia, 24.786 personas obtuvieron este tipo de título en el país y 3.596 en Antioquia, lo que equivale al 14,5%.

En el nivel de especialización se graduaron 242.167 personas en el país y en Antioquia 30.436, para un 12,56% del total nacional.

En pregrado, durante el período 2001-2009 egresaron 850.520 personas en Colombia y 104.194 en Antioquia, para un 12,25% del total. Para técnicos profesionales y tecnólogos, los egresados a nivel nacional durante el mismo período, ascendieron a 243.206 y los de Antioquia a 44.481, representando el 18,28% de los egresados en este nivel de formación.

Es decir, según esta información disponible en el Observatorio Laboral del Ministerio de Educación Nacional, en Antioquia se han entregado 182.854 títulos de educación superior durante los años 2001 al 2009, de los cuales el 24,32% son de nivel técnico y tecnó-

logo, el 56,98% a profesionales universitarios, el 16,64% a especializaciones, el 1,96% a maestrías y el 0,08% a doctorados.

Los programas de formación en el nivel de pregrado se dan en las siguientes áreas de conocimiento: Ciencias Sociales y Humanas con un peso relativo del 61%, en Ingenierías un 19,4%, en Ciencias Naturales 10,3%, en Ciencias Médicas 6,1%, en Ciencias Agropecuarias 2%, y un 1,2% en áreas no clasificadas.

Los doctorados que se realizan en el país se distribuyen en las siguiente áreas: en Ciencias Naturales un 44,2%, en Ciencia Humanas un 22,5%, en Ingenierías un 17,2%, en Ciencias Médicas un 6,9%, para Ciencias Agropecuarias un 6,6% y Sin Clasificar 2,7%.

A nivel nacional, en la encuesta EDIT II realizada por el DANE, se encuentra que cerca del 50% del personal ocupado en la industria manufacturera tiene formación secundaria, el 16,2% primaria, 9% formación técnica, 12,2% educación profesional y 0,3% formación de maestría y doctorado. Un sector productivo con esta condición educativa, se encuentra por debajo del estándar requerido para alcanzar niveles de innovación significativos.

Colombia sólo cuenta con 250 profesionales formados en Gestión de la Tecnología (magísteres y especialistas), lo que hace que los

salarios sean elevados y estos profesionales en su gran mayoría se vinculen en empresas grandes que tienen facilidad de pagar dicho conocimiento.

Respecto a revistas indexadas, Colombia tiene 263, de las cuales 39 son producidas en Antioquia, equivalente al 14,8% del total nacional.

En el Departamento, durante los años 2004 a 2008 se solicitaron 109 deducciones de impuesto a la renta por inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación, correspondiente a \$44.602 millones. Santander ha realizado 155 solicitudes de este tipo por un monto de \$170.000 millones. Cundinamarca fue quien mayor valor dedujo, con un monto de \$200.232 millones en 93 proyectos. Por donación se presentaron 10 solicitudes procedentes de Antioquia, equivalente a \$889 millones. Cundinamarca presentó cuatro, equivalentes a \$7.763 millones.

Todo ello indica que en Antioquia existen capacidades mayores para la gestión del conocimiento que la media nacional, dando cierta ventaja con respecto a otras regiones. Sin embargo, si se compara esta cifra con parámetros internacionales, falta mucho camino por recorrer para consolidar capacidades competitivas en el Departamento basadas en creación, transferencia y uso de conocimiento.



ACTIVANTIOQUIA

Referentes guía

ACTIVANTIOQUIA fue concebido y construido bajo principios de participación y colaboración, teniendo en cuenta que el Sistema Departamental de CTel se entiende como un sistema abierto, compuesto por el conjunto de instituciones de educación, entidades públicas, privadas y mixtas, así como personas que realizan o promueven el desarrollo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación, generando capacidades territoriales en CTel en Antioquia; y donde también las políticas, estrategias, programas, metodologías y mecanismos para la gestión, promoción, financiación, protección y divulgación de la investigación científica y la innovación tecnológica, forman parte de él.

La Política Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación de Antioquia se enmarca en el siguiente manifiesto:

Avanzar en la consolidación de capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) es necesario para que nuestro Departamento haga parte de la sociedad y la economía globalizada del conocimiento, de manera socialmente responsable, ambientalmente sostenible y económicamente competitiva. En particular, la CTel se reconoce como una de las bases fundamentales de la productividad y competitividad del Departamento y como un medio esencial para la generación de riqueza y bienestar.

Por ello, en la construcción de **ACTIVANTIOQUIA** tuvo especial relevancia el análisis y la evaluación de las capacidades científicas y tecnológicas del Departamento, donde se diagnosticaron las fortalezas, debilidades, oportunidades y los retos que enfrenta, a fin de

dar viabilidad a propuestas tendientes al desarrollo de capacidades competitivas territoriales basadas en CTel, como elemento fundamental para lograr un mayor crecimiento económico y social en los próximos años.

En ese contexto, teniendo en cuenta la información contenida en los capítulos anteriores, fue necesario definir acciones que articularan las capacidades territoriales en CTel con los análisis de prospectiva global y las tendencias de mediano y largo plazo en mercados internacionales, mediante tácticas de impulso hacia áreas estratégicas de conocimiento con potencial competitivo global.

En **ACTIVANTIOQUIA** se encontraron potencialidades reales para generar capacidades en CTel en seis áreas de conocimiento: Energía; Salud y vida; Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC); Materiales; Biotecnología y Defensa. Por principio de coordinación, tres áreas de conocimiento son similares a las que el Plan Estratégico de CTel del Municipio de Medellín priorizó en el ejercicio realizado por la Corporación Ruta N. Asimismo, en estas áreas, los temas definidos como estratégicos por Ruta N, también lo son en el presente Plan.

ACTIVANTIOQUIA se enfoca en fomentar la investigación aplicada y el desarrollo experimental –sin olvidar la investigación básica– en las áreas de conocimiento priorizadas, y define los indicadores de evaluación del Sistema Departamental de CTel.

La definición de las áreas de conocimiento y las acciones de **ACTIVANTIOQUIA** son congruentes con los elementos establecidos en

el Plan Nacional de Desarrollo, con la Política Nacional y los Programas Nacionales de CTel, así como el Plan de CTel del Municipio de Medellín, buscando mantener la dirección trazada desde el nivel nacional y fortalecer la articulación de agentes e iniciativas regionales en esta materia.

Las áreas de conocimiento priorizadas y las acciones definidas en **ACTIVANTIOQUIA** buscan la coordinación e integración, así como la vinculación de los agentes públicos y privados vinculados al Sistema Departamental de CTel, como una estrategia de desarrollo económico, ambiental y socialmente sostenible.

Todas las áreas de conocimiento tienen capacidad de generación de empleo de alto nivel de especialización, generación de valor agregado en sectores económicos existentes, posibilidades de articulación y encadenamientos con otros sectores, así como crecimiento de la demanda en mercados internacionales.

Para lograr los objetivos propuestos en este Plan para cada una de las áreas de conocimiento priorizadas, los agentes del Sistema Departamental de CTel –articulados con entes territoriales– deberán construir los proyectos de generación de capacidades en CTel, los cuales se presentarán al Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación para su validación y posterior presentación, aprobación y financiación –principalmente, pero no únicamente– por parte del Sistema General de Regalías (SGR). Durante los próximos diez años, los proyectos presentados por Antioquia al SGR, así como aquellos que se financien desde otros fondos públicos, deben concentrar sus esfuerzos en incrementar el talento humano de alto nivel de formación, generar y consolidar competencias de innovación en las empresas establecidas en Antioquia, y fomentar la creación y establecimiento de nuevas empresas basadas en conocimiento en el territorio, en las áreas de conocimiento definidas en **ACTIVANTIOQUIA**.

Método de trabajo

Para la estructuración de **ACTIVANTIOQUIA**, se contó con un grupo interdisciplinario de expertos, tanto en gestión tecnológica como en política científica y tecnológica, provenientes de diferentes instituciones de Educación Superior con sede en Antioquia. Adicionalmente, desde la Secretaría de Productividad y Competitividad del Departamento, se acompañó de manera permanente todo el proceso.

ACTIVANTIOQUIA se construyó de manera colectiva. Se realizaron múltiples entrevistas con expertos en ciencia, tecnología e innovación –internacionales, nacionales y locales–; se realizaron análisis internacionales de tendencias en planificación territorial de la CTel, de las áreas de conocimiento y los temas en los cuales están trabajando las diferentes regiones del planeta. De la misma manera, se realizó este análisis a nivel nacional y departamental. En este último, se tuvo también en cuenta las experiencias previas de planificación de CTel.

Con base en esa información se prepararon encuestas y talleres de priorización, tanto en áreas de conocimiento como de temas en estas áreas. Se tuvo en cuenta las capacidades actuales para generación, transferencia y usos de conocimiento, así como las posibilidades de crecimiento de estas capacidades en los próximos años. Allí, para cada una de las áreas, se realizó una ponderación en dos niveles. El primero, a partir de una matriz multicriterio orientada a la identificación de las oportunidades, capacidades y recursos disponibles en cada área. El segundo nivel de calificación fue producto del consenso en cada taller, donde los participantes ponderaron las acciones frente a las barreras más importantes para cada área de conocimiento. En este proceso participaron más de 900 personas provenientes de más de 85 entidades públicas y privadas con sede en el Departamento.

Con dicha información, se realizaron vigilancias tecnológicas profundas por área de co-



nocimiento, que permitieron validar o rechazar lo encontrado en el resto del ejercicio.

Como complemento, durante el breve lapso de una semana, se solicitó a los Agentes del Sistema Departamental de CTel enviar proyectos e iniciativas de generación, transferencia y aplicación de conocimiento enmarcadas en las áreas de conocimiento, en los temas específicos dentro de éstas y en las líneas de acción definidas como prioritarias en **ACTIVANTIOQUIA**. Se recibieron 265 iniciativas, provenientes de 63 instituciones, por un valor de \$1.303.586.874.987.00.

El monto total de las iniciativas, la cantidad de las mismas y el número de instituciones que está trabajando en estas áreas de conocimiento y líneas de acción, demuestran que éstas son las apuestas que la región debe realizar para generar, desarrollar y consolidar capacidades competitivas basadas en uso intensivo de conocimiento.

Principales objetivos

El objetivo general de **ACTIVANTIOQUIA** es articular la Política Nacional de CTel con la Política Departamental, mediante el establecimiento de seis áreas de conocimiento que permitan ser la hoja de ruta de las inversiones públicas y privadas, enfocadas a lograr fuertes capacidades competitivas basadas en el uso del conocimiento en Antioquia.

En ese sentido, entre otros, tiene los siguientes objetivos específicos:

- Promover proyectos de ciencia, tecnología e innovación entre el sector académico y los sectores productivos, en las seis áreas estratégicas de conocimiento priorizadas (salud y vida, energía, tecnologías de la información y de la comunicación, materiales, seguridad y defensa, y biotecnología).
- Fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación en el territorio, tanto en las empresas establecidas como en los generadores y articuladores de co-

nocimiento, mediante la ejecución de proyectos en cada una de las seis áreas de conocimiento.

- Estimular la inversión en I+D+I por parte del sector privado, mediante la vinculación directa a la ejecución de los proyectos de CTel de las áreas estratégicas de conocimiento priorizadas.
- Fomentar la consolidación de capacidades y competencias para la innovación en las empresas, mediante la adopción de diferentes sistemas de gestión de la tecnología, la innovación y el conocimiento.
- Direccionar esfuerzos a la obtención de incentivos y recursos nacionales e internacionales para la consolidación de capacidades competitivas basadas en CTel en las áreas de conocimiento priorizadas.
- Fortalecer la alianza Universidad-Empresa para generar conocimiento útil para desarrollar tecnología, bienes y servicios de alto valor agregado.
- Fomentar la creación, el desarrollo y establecimiento de empresas de uso intensivo de conocimiento en las áreas estratégicas priorizadas.
- Incrementar el talento humano de alto nivel de formación disponible en el territorio, estimulando la creación, el desarrollo y la actualización de programas de maestrías y doctorados en ciencias asociadas a las áreas estratégicas de conocimiento.
- Promover la apropiación científica y tecnológica, así como difundir las oportunidades y resultados provenientes del Sistema Departamental de CTel.
- Acceder de manera eficiente, efectiva y eficaz a los diferentes fondos públicos nacionales destinados al fomento de capacidades en CTel como el del SGR,

Lograr estos objetivos requiere la alineación organizacional de los agentes académicos, empresariales, articuladores y estatales. Por

tal motivo, el Consejo Departamental de CTel, como cabeza del Sistema, es el responsable de velar por el cumplimiento de los objetivos trazados en **ACTIVANTIOQUIA**. Los agentes deben trabajar bajo el principio de alianzas, sumando competencias, aprovechando sinergias, adhiriendo el conjunto de sus fortalezas a la consolidación territorial de capacidades territoriales en CTel.

Acciones necesarias

La generación de condiciones para el desarrollo de capacidades competitivas basadas en conocimiento, requiere la concertación entre los sectores público y privado, tanto académico como empresarial y gubernamental, para la creación y el desarrollo de instrumentos que faciliten la inversión en actividades de I+D para la consecución de los objetivos definidos.

Igualmente se requieren niveles de encadenamiento entre generadores y usuarios de conocimiento y entre empresas de diversos sectores, que busquen incrementar la productividad e identifiquen negocios basados en conocimiento, con productos de alto valor agregado, con potencial de crecimiento en el comercio internacional.

Sin embargo, aún existen carencias básicas para lograr los objetivos definidos en **ACTIVANTIOQUIA**. Por ejemplo, falta claridad en amplios sectores de la sociedad antioqueña sobre las posibilidades que los avances en ciencia, tecnología e innovación pueden generar para el desarrollo económico y social. Consideran estos sectores que la CTel son actividades que sólo se desarrollan en las universidades y laboratorios, y que éstas son costosas, lentas y alejadas de la realidad. Este hecho dificulta la decisión de invertir en CTel.

Así que es necesario que los esfuerzos se encaminen a lograr:

- Garantizar la continuidad en la ejecución de los proyectos de cada área de conoci-

miento y en las líneas de acción de **ACTIVANTIOQUIA**.

- Incrementar los recursos financieros, buscando el equilibrio entre la participación de recursos públicos y privados, para la ejecución de proyectos que permitan generar capacidades competitivas basadas en conocimiento, para la solución de problemas en todos los sectores.
- Conformar el Sistema Departamental de monitoreo, seguimiento y evaluación de indicadores de CTel.
- Incrementar la capacidad de generación y uso de conocimiento en los diferentes agentes del Sistema Departamental de CTel, creando redes de conocimiento y comunidad científica, entre centros de desarrollo tecnológico, universidades y empresas.
- Estimular la innovación, el emprendimiento de base tecnológica y conocimiento.
- Incrementar el número de programas de formación de alto nivel en el territorio, así como de los antioqueños en proceso de formación en estos niveles –tanto en el departamento, el país y el extranjero– en las áreas estratégicas de conocimiento.
- El fortalecimiento de la cooperación internacional científica, tecnológica y de innovación a través de la participación en diferentes programas y proyectos de carácter supranacional.
- Fomentar el incremento de la infraestructura científica y tecnológica para la generación y aplicación de conocimiento, así como para el escalado de productos de nivel de prototipo a nivel de producción superior.
- Fortalecimiento de la difusión, divulgación y apropiación científica, tecnológica y de innovación, en particular de los casos de éxito.



- Consolidar los mecanismos de acceso al SGR y otros fondos de fomento de capacidades en CTel por parte del Sistema Departamental de CTel

Priorización de Proyectos

Como resultado del proceso de construcción colectiva de **ACTIVANTIOQUIA**, se definieron seis áreas de conocimiento y unos temas específicos en ellas, en las cuales la región definirá macroproyectos para enfocar sus esfuerzos en la generación y desarrollo de capacidades competitivas territoriales basadas en CTel, y que a su vez contarán con la validación, el seguimiento y evaluación del Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación –CODECYT.

Son tres las líneas de acción para generar capacidades competitivas en CTel: 1) Incremento de talento humano de alto nivel de formación disponible en el territorio; 2) Desarrollo de competencias de innovación en las empresas establecidas en Antioquia, y 3) Fomento a la creación y establecimiento de nuevas empresas basadas en el uso intensivo de conocimiento en el Departamento. Cada componente tiene entre tres y seis líneas de trabajo en los cuales se inscribirán los proyectos formulados por los agentes del Sistema Departamental de CTel.

Cada área de conocimiento definida en **ACTIVANTIOQUIA**, tiene la visión de integrar el mayor número de agentes del Sistema Departamental de CTel en torno a la consolidación de capacidades competitivas territoriales basadas en la generación y el uso de conocimiento. Se compone de múltiples proyectos que, siguiendo los lineamientos trazados en **ACTIVANTIOQUIA**, deben ser formulados por los agentes del sistema a partir de sus capacidades, misión y dirección organizacional.

El Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación es el encargado de priorizar, evaluar y definir los proyectos a ser presentados ante el Sistema General de Regalías y otros fondos públicos, para ello podrá contar

con el apoyo de líderes en las áreas de conocimiento. Los proyectos tendrán una visión de cinco años y tendrá cortes anuales de verificación de alcance para asignar los recursos del siguiente año.

Principios de Priorización de Proyectos

ACTIVANTIOQUIA brinda la hoja de ruta que el Sistema Departamental de CTel debe seguir para generar capacidades competitivas territoriales basadas en generación, transferencia y uso de conocimiento. La ejecución del Plan se realiza con base en proyectos que los agentes del Sistema deben estructurar y presentar ante el Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación, quien definirá los proyectos que la región de Antioquia presentará al Sistema General de Regalías y otros fondos para su financiación, teniendo en cuenta unos criterios de entrada y otros de priorización.

Los criterios de entrada y priorización dan las pautas con las cuales los agentes del sistema deben formular los proyectos, así como también deja claro el mecanismo de selección de propuestas por parte del Consejo Departamental de CTel.

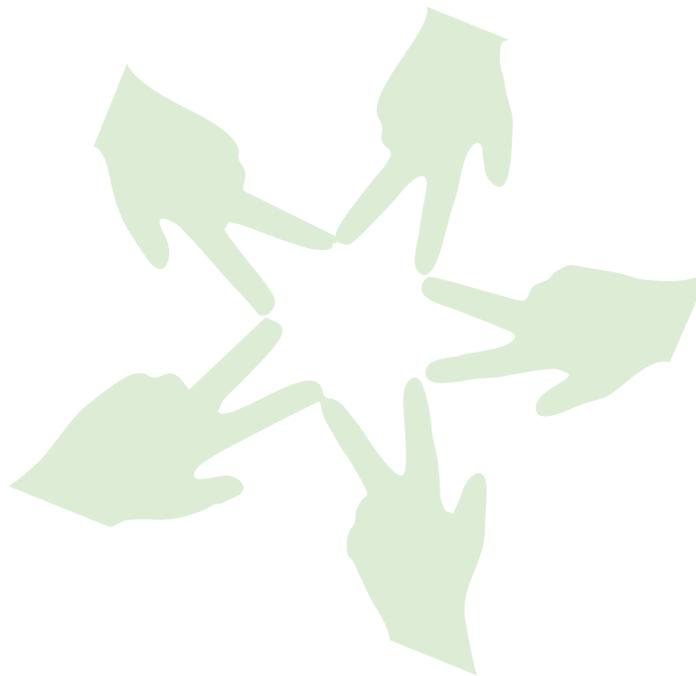
Criterios de Entrada

- Nivel de simetría y coherencia del proyecto propuesto con el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan Nacional de CTel y los Programas Nacionales de CTel.
- Nivel de simetría y coherencia del proyecto propuesto con **ACTIVANTIOQUIA**, Plan Departamental de CTel, tanto en áreas de conocimiento como en líneas de acción.

Criterios de Priorización

- Número de agentes que proponen el proyecto, así como la calidad de los mismos en términos de idoneidad y capacidad en el tema propuesto.

- Multiplicidad de agentes en el sentido de preferir proyectos donde se integren alianzas de agentes provenientes de Universidades, Empresa y Estado.
 - Alcance del proyecto, entendido como las líneas de acción de **ACTIVANTIOQUIA** que abarcan el desarrollo del proyecto; a más líneas integradas, mayor posibilidad de priorización.
 - Impacto del proyecto, en el sentido de dar prioridad al uso de conocimiento, luego a transferencia y finalmente a generación.
 - Focalización del proyecto, buscando priorizar aquellos que se concentran en las áreas estratégicas de conocimiento en sus diferentes líneas de acción, versus los que se concentran en líneas de acción transversales a todas las áreas.
- Adicionalmente, se podrán tener en cuenta también aquellos criterios de evaluación que la Ley Reglamentaria del Acto Legislativo 05 del 18 de julio de 2011, y los que Colciencias, como ente avalador de los proyectos de CTel ante el Sistema General de Regalías –o quien administre los demás fondos de fomento de CTel a los que se presenten los proyectos–, consideren pertinente.



Líneas de Acción y Áreas de Conocimiento

El conocimiento que se genera por medio de la ciencia y la tecnología tiene potencial para crear nuevas empresas basadas en él y permite transformar empresas que ya se han establecido con anterioridad. Por ello, el conocimiento es clave en el entorno competitivo global, pues a partir de él se generan oportunidades de crecimiento en los mercados internacionales.

Cuando se tiene el objetivo de incrementar la competitividad basada en la capacidad de innovación, las políticas y sus instrumentos deben estar orientados a aspectos claves como la formación del talento humano, la innovación, el desarrollo tecnológico y el emprendimiento basado en conocimiento.

Las líneas de acción definidas en ACTIVATIOQUIA son comunes para todas las áreas de conocimiento. En estas líneas de acción se buscan generar las capacidades competitivas territoriales basadas en generación, transferencia y uso de conocimiento, a partir de unas líneas de trabajo definidas como estratégicas. Éstas surgen luego de los ejercicios de análisis internacional, nacional y regional, así como de la validación hecha en los talleres y vigilancias tecnológicas desarrolladas para priorizar acciones estratégicas en el marco de la construcción de ACTIVANTIOQUIA.

Las líneas de acción definidas fueron: Formación de Talento Humano de Alto Nivel; Desarrollo de Competencias de Innovación en Empresas Establecidas en el Territorio, y Creación de Empresas de Uso Intensivo de Conocimiento en el Departamento.

Las líneas de trabajo estratégico son la guía con la cual los agentes del Sistema Departamental de CTel se deben basar para orientar las iniciativas que aspiren inscribir en los proyectos que se financien a partir del Sistema General de Regalías, por lo tanto para cada línea de acción hay unas líneas de trabajo específicas definidas.

Dado que los proyectos formulados por los agentes del sistema departamental de CTel que sigan las pautas de ACTIVANTIOQUIA son aquellos que se presentarán ante el Sistema General de Regalías y los demás fondos, a partir de ellos se determinan la cantidad de recursos que se asignarán a este plan. Sólo como referencia, al final de la descripción de cada línea de acción y sus líneas de trabajo, se definen una serie de valores en los cuales, de manera aproximada, se estiman los recursos que se pueden destinar a cada línea de acción a partir de los recursos disponibles para Antioquia en el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

Formación de Talento Humano de Alto Nivel

Las experiencias exitosas internacionales dejan claro que el aporte de la educación al desarrollo económico y social de un territorio, no está tanto fundamentada en el número de alumnos o en el tipo de formación impartida sino en la efectividad con que este aprendizaje se vincula a los procesos productivos en las empresas.

En ese sentido, la fortaleza de una región reside en su talento humano, en la medida que éste aporte a la solución de problemas con la aplicación del conocimiento adquirido en su proceso de formación.

Que Antioquia cuente con programas de pregrado y posgrado de alta calidad, enfocados hacia el impulso y fortalecimiento de la generación y aplicación de conocimiento en las áreas estratégicas priorizadas, es un objetivo estratégico para promover el desarrollo económico. Igualmente, formar más talento humano en estas áreas, tanto en la región como fuera de ella, debe ser una prioridad.

Existe un reto grande en las instituciones de educación superior y entidades reguladoras del sistema, para fomentar programas de maestrías, articulados en ciclos propedéuticos que puedan ascender hacia el nivel doctoral. Una manera de avanzar de manera significativa en la disponibilidad de magísteres y doctores es mediante los ciclos propedéuticos en la cúspide de la pirámide educativa. Si el magíster puede escalar rápidamente a su formación doctoral se ahorrarán tiempos y recursos, a la vez que se profundiza en una misma línea de creación y desarrollo de nuevo conocimiento.

El reto también está en poder certificar, mediante procesos estandarizados y normalizados, a aquellas personas que no han pasado

por un proceso de educación formal en niveles de magíster y doctorado, pero que han dedicado su vida laboral a realizar investigaciones, con lo cual han logrado las competencias necesarias para obtener este tipo de titulaciones.

Igualmente, la integración del talento humano formado –así como los resultados de sus procesos de investigación y desarrollo– con el sector productivo, es una línea de trabajo que debe profundizarse para incrementar la productividad y competitividad del territorio antioqueño.

En la medida que los indicadores de personas dedicadas a investigación avancen –en labores directas, de apoyo y de administración–, y esto se logre integrando el sector productivo con una visión de impacto global, Antioquia contará con posibilidades de transformación de su producción basada en la aplicación de conocimiento.

Desde **ACTIVANTIOQUIA** se plantean las siguientes líneas de trabajo, las cuales deberán ser incluidas en los proyectos que presente la región al Sistema General de Regalías y otros fondos:

Formación de Talento Humano en el Exterior: Hace referencia a la financiación de personas que viven en el Departamento de Antioquia y que en el marco de los proyectos requiere formarse en el nivel doctoral y de maestría en el exterior.

Formación de Talento Humano en Colombia (Excluye Antioquia): En este caso es similar al anterior, pero ya no en entidades de formación del exterior sino en entidades fuera del Departamento.



Formación de Talento Humano en Antioquia (Incluye Formación de Talento Humano y apertura de nuevos programas):

En este caso se hace referencia a dos modalidades.

La primera de ellas es para la apertura de nuevos programas de doctorado y maestría en las áreas estratégicas de conocimiento en las universidades con sede en el Departamento. Los proyectos que se presenten podrán incluir para su desarrollo la financiación de infraestructura asociada –es decir dotaciones científicas y tecnológicas–, cofinanciación del talento humano requerido para desarrollar estos programas y otro tipo de requerimientos para la creación de programas de formación de alto nivel en las áreas estratégicas de conocimiento.

La segunda hace referencia a la financiación de personas que viven en el Departamento de

Antioquia y que en el marco de los proyectos requiere formarse en el nivel doctoral y de maestría en programas disponibles en Antioquia. Se incluyen aquí las prácticas y pasantías complementarias que las personas seleccionadas requieran realizar en el exterior para complementar su proceso de formación.

Atracción de Talento Humano Formado hacia Antioquia:

este componente se refiere a programas en los cuales las universidades y centros de desarrollo tecnológico requieran talento humano de alto nivel de formación no disponible en el territorio, el cual podrá ser atraído apoyándose en el marco de la ejecución de los proyectos que el Consejo Departamental de CTel priorice para ser presentado en el marco del Sistema General de Regalías y otros fondos. Estas atracciones de talento humano pueden ser migraciones de corto, mediano o largo plazo.

Tabla 14. Recursos destinados para las líneas de acción en Talento Humano –Todas las Áreas de Conocimiento–

Línea de Acción	Todas las áreas 2012-2016	Energía 2012-2016	TIC 2012-2016	Salud y Vida 2012-2016	Materiales 2012-2016	Defensa 2012-2016	Biotecnología 2012-2016
Formación de Talento Humano en el Exterior	\$ 27.721.465	\$ 3.127.200	\$ 3.035.410	\$ 8.113.560	\$ 3.127.260	\$ 3.095.400	\$ 7.222.635
Formación de Talento Humano en Colombia (Excluye Antioquia)	\$ 11.526.815	\$ 2.084.800	\$ 1.734.520	\$ 2.704.520	\$ 1.563.630	\$ 1.031.800	\$ 2.407.545
Formación de Talento Humano en Antioquia (Incluye Formación de Talento Humano y apertura de nuevos programas)	\$ 37.469.083	\$ 3.648.400	\$ 3.035.410	\$ 12.170.340	\$ 4.169.680	\$ 3.611.300	\$ 10.833.953
Atracción de Talento Humano Formado hacia Antioquia	\$ 13.210.288	\$ 1.563.600	\$ 867.260	\$ 4.056.780	\$ 1.563.630	\$ 1.547.700	\$ 3.611.318
Total	\$ 90.959.450	\$10.424.000	\$8.672.600	\$27.045.200	\$10.424.200	\$10.318.000	\$24.075.450

Desarrollo de Competencias de Innovación en Empresas Establecidas en el Territorio

Varias regiones han realizado estudios para identificar las causas que generan diferencias en la capacidad de innovación de un territorio determinado.

Estos estudios concluyen que el talento humano es el factor determinante principal, en el sentido que aquellos individuos que tienen mayor interés en adquirir y aplicar conocimiento de alto nivel, son quienes más independencia logran en su actividad laboral y quienes permiten obtener mejores resultados en empresas.

Igualmente, en estos estudios se determina que desarrollar capacidades de innovación en una región no es posible mediante procesos aislados, sino que requiere interacción entre los sistemas de generación de conocimiento, los sistemas productivos y los sistemas de política, como arreglos institucionales para lograr este objetivo.

Esto se debe a que las capacidades de innovación en una industria o sector empresarial están influenciadas por factores externos e internos, relativos al entorno y a las características estructurales y organizacionales, que son el resultado del sistema de innovación en el que dichos avances se encuentran inmersos. Por ejemplo, la capacidad de innovación empresarial depende de la estrategia y estructura organizacional, de los procesos y sistemas de aprendizaje, así como de los sistemas de soporte, apoyo, cooperación e integración que existan en el entorno de la compañía.

Como pudo evidenciarse en apartes anteriores, Antioquia tiene una estructura empresarial

débil, dado el número de empresas y el tamaño de las mismas, así como las actividades principales en las cuales se concentra su objeto comercial y los productos que exportan. El sector productivo antioqueño, con sus excepciones, no basa su competitividad en la generación y aplicación del conocimiento, lo que provoca que sus productos y servicios tengan un bajo valor agregado.

Adicionalmente, el talento humano de alto nivel de formación es escaso en relación a los requerimientos regionales; la vinculación entre generadores y usuarios de conocimiento, entendida como la alianza universidad empresa, todavía es débil; los incentivos para que los investigadores generen conocimiento de aplicación industrial son difusos; los recursos de inversión pública y privada para el desarrollo de proyectos de I+D aún son limitados; y ha faltado direccionamiento para la articulación de esfuerzos que permitan desarrollar competencias de innovación en las empresas establecidas en el territorio. Precisamente estos temas son los que **ACTIVANTIOQUIA** pretende superar al definir la ruta a seguir en el marco de las áreas estratégicas establecidas, los temas en dichas áreas donde tenemos potencial competitivo global y las líneas de acción y trabajo en las cuales enmarcar los proyectos para acceder a recursos del Sistema General de Regalías y otros fondos de CTel.

Con base en ello, la integración del talento humano de alto nivel a las compañías existentes; los mecanismos y capacidades para la creación, transferencia, protección y uso de conocimiento; los instrumentos de certificaciones



nacionales e internacionales que garantizan la calidad de los nuevos productos y servicios desarrollados; así como el acceso a los mercados que los exigen, son fundamentales para desarrollar competencias de innovación empresarial en un territorio.

Por otro lado, las capacidades existentes de los agentes del Sistema Departamental de CTel, así como el entorno competitivo al cual se enfrentan, son claves para determinar las competencias que se deben desarrollar. Por ello, tener como guía sustituir importaciones tecnológicas en sectores donde este tipo de compras son significativas y donde los agentes son competentes para producir sustitutos de igual o mejor calidad a un precio razonable, tiene todo el sentido como una de las apuestas para el desarrollo de competencias de innovación en el territorio.

Así pues, en **ACTIVANTIOQUIA** se definen líneas de trabajo que tienen como objetivo el desarrollo de competencias de innovación en las empresas establecidas en Antioquia. Estas son:

Integración Talento Humano a Empresas:

Hace referencia a la vinculación de talento humano de alto nivel de formación en las empresas. Los proyectos que formulen los agentes del Sistema Departamental de CTel podrán cofinanciar la vinculación de talento humano, bajo la modalidad que el proyecto determine, para la aplicación de conocimiento en los procesos productivos de la –o las– empresas vinculadas al proyecto.

Infraestructura para la Innovación Empresarial:

Se entiende por infraestructura para la innovación empresarial aquellas dotaciones de equipos y herramientas necesarias para la realización de pruebas, ensayos y demás procesos requeridos en la generación, validación, aplicación y transferencia de conocimiento. Este componente podrá ser incluido en los proyectos formulados por los agentes del sistema, toda vez que es un componente esencial en la consolidación de capacidades

científicas y tecnológicas territoriales. La construcción civil de edificios, urbanismos y demás deberán asumirse con recursos diferentes a los disponibles en el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

Proyectos en Alianza UEE: Por línea de trabajo Proyectos en Alianza UEE se entienden los proyectos de generación, transferencia y uso de conocimiento que se desarrollen. Es decir, esta línea de trabajo, más que la alianza de los tres agentes a que hace mención su título, es la señal que todos los proyectos de I+D+I que se desarrollen en el marco de este Plan, deben tener incluidos y vinculados de manera directa, agentes del sector productivo y del sector académico para acceder a los recursos que el Estado dispone. Entre otros, aquí se incluyen los materiales e insumos, el talento humano, las pruebas, validaciones y los demás rubros que generalmente se requieren en el desarrollo de proyectos de I+D+I. Igualmente comprende las alianzas estratégicas de empresas antioqueñas con empresas o centros de investigación extranjeros, con el propósito de desarrollar innovaciones para el mercado nacional o internacional.

Sustitución de Importaciones Tecnológicas:

En Colombia existen sectores que son altamente consumidores de productos tecnológicos que se producen fuera del país. Igualmente, en Antioquia existen capacidades para la producción de dichos bienes en sectores de la economía como el de Energía, Defensa, Salud y Vida y TIC, los cuales tienen igual o mejor calidad y menor precio. Esta línea de trabajo es estratégica, pues en muchos casos los procesos de generación de nuevos productos con base en la aplicación de conocimiento es un proceso de corto plazo con réditos para el desarrollo territorial y posibilidades de expansión a mercados internacionales en el mediano plazo. También incluye proyectos de desarrollo de proveedores, donde a través

de acciones colaborativas concertadas entre una o varias empresas clientes y varias empresas proveedoras, se fortalecen capacidades y se integran clientes en procesos de desarrollo tecnológico e innovación. Esta línea está enfocada a incrementar la producción tecnológica empresarial apalancándose en la demanda nacional existente, por lo que no siempre será necesaria la alianza entre agentes del sector productivo y académico.

Certificaciones para Acceder a Mercados de Conocimiento: Los mercados internacionales cada vez dependen menos de las barreras de acceso arancelarias. Las certificaciones que han estandarizado las diferentes industrias, son el principal factor de restricción para la entrada de productos y servicios a mercados globales como, entre otros, el de salud, el de energía, el aeroespacial y el automovilístico. En ese sentido, toda vez que desde los manuales internacionales y la normatividad colombiana se contempla la obtención de certificaciones como actividades de Ciencia y

Tecnología, y que éstas son indispensables para la competitividad empresarial, esta línea de trabajo está establecida en **ACTIVANTIO-QUIA** como un componente a tener en cuenta en la formulación de los proyectos que desarrollarán este Plan.

Protección de Conocimiento y Propiedad Intelectual: La línea de trabajo de protección de conocimiento está orientada a todos los instrumentos de gestión, asesoría, acompañamiento y protección, los cuales dependerán del tipo de proyecto que se desarrolle. Pueden estar dirigidos a la obtención de patentes de invención o de modelos de utilidad, tanto a nivel nacional como internacional, secretos industriales, registros de marca o derechos de autor, así como a procesos de comercialización de ellos. En los proyectos, este tema debe estar contemplado desde el principio y puede ser un componente del mismo, o si está ya desarrollado el conocimiento, la protección de éste puede ser el proyecto en sí.

Tabla 15. Recursos destinados para las líneas de acción en Desarrollo de Competencias de Innovación en Empresas Establecidas en el Territorio

–Todas las Áreas de Conocimiento–

Línea de Acción	Todas la áreas 2012-2016	Energía 2012-2016	TIC 2012-2016	Salud y Vida 2012-2016	Materiales 2012-2016	Defensa 2012-2016	Biotecnología 2012-2016
Integración Talento Humano a Empresas	\$ 30.540.018	\$ 3.909.075	\$ 3.469.040	\$ 6.761.300	\$ 6.254.520	\$ 4.127.220	\$ 6.018.863
Infraestructura para la Innovación Empresarial	\$ 50.121.345	\$ 7.818.150	\$ 5.203.560	\$ 8.113.560	\$ 9.381.780	\$ 12.381.660	\$ 7.222.635
Proyectos en Alianza UEE	\$ 18.270.745	\$ 2.606.050	\$ 1.734.520	\$ 2.704.520	\$ 4.690.890	\$ 4.127.220	\$ 2.407.545
Sustitución de Importaciones Tecnológicas	\$ 34.388.300	\$ 6.515.125	\$ 4.336.300	\$ 4.056.780	\$ 4.690.890	\$ 12.381.660	\$ 2.407.545
Certificaciones para Acceder a Mercados de Conocimiento	\$ 25.397.185	\$ 3.909.075	\$ 1.734.520	\$ 4.056.780	\$ 4.690.890	\$ 6.190.830	\$ 4.815.090
Protección de Conocimiento y Propiedad Intelectual	\$ 8.353.558	\$ 1.303.025	\$ 867.260	\$ 1.352.260	\$ 1.563.630	\$ 2.063.610	\$ 1.203.773
Total	\$ 167.071.150	\$26.060.500	\$17.345.200	\$27.045.200	\$31.272.600	\$41.272.200	\$24.075.450



Creación de Empresas de Uso Intensivo de Conocimiento en el Departamento

La capacidad que tiene una sociedad para crear empresas afecta de manera directa la competitividad, dado que al crear nuevos negocios se amplía el tejido empresarial, se disminuye el desempleo y se aumenta la demanda interna. Las nuevas empresas son por ende jalonadoras del aparato productivo para generar empleo, aumentar el PIB y mejorar la balanza comercial.

Expertos internacionales consideran que las nuevas empresas de rápido crecimiento que están basadas en uso intensivo de conocimiento, son claves para el desarrollo económico y la creación de puestos de trabajo.

Nuevas empresas basadas en uso intensivo de conocimiento aportan significativamente al desarrollo económico de los sectores productivos al absorber talento humano de alto nivel de formación, desarrollar tecnologías, así como nuevos productos y servicios de alto valor.

Las principales modalidades para que se creen este tipo de compañías están asociadas a esquemas de *spin off* provenientes de grandes y medianas empresas, así como de articulaciones entre generadores y usuarios de conocimiento.

De esta manera, fomentar la creación de este tipo de empresas es estratégico para Antioquia, por lo que se requiere orientar la capacidad emprendedora de la región en iniciativas que usen de manera intensiva el conocimiento, que sean creadas por oportunidad de mercado y no por necesidad o subsistencia.

The Global Entrepreneurship Monitor – GEM, es un estudio que analiza la relación de procesos de creación de empresas con el crecimiento y desarrollo de los países. En el GEM se encuentran diferencias entre los países de ingresos medios con los países de ingresos altos. Por ejemplo, los primeros crean más empresas que los segundos, pero las empresas creadas en los países de ingresos medios son de menor calidad que las que se crean en los países ricos, por lo que la frecuencia y calidad de los emprendimientos presenta una amplia variación entre países, asociada al nivel de ingreso y la capacidad de incluir conocimiento en los procesos productivos.

En el mismo estudio se diferencian las motivaciones por las cuales se crean empresas en los dos grupos de países. Mientras en los países de ingresos medios la principal motivación es la necesidad, en los de ingresos altos se crean empresas por oportunidad. Esto está directamente relacionado con el nivel de formación de quienes inician nuevos negocios; a medida que se incrementa el nivel de formación de los emprendedores, la motivación principal para crear empresa es la oportunidad para llegar a un mercado. Es decir, la capacidad de incluir conocimiento es determinante para definir la calidad de la empresa a crear.

Según el GEM, la tasa de supervivencia es mayor en los países de ingresos altos que en los países de ingresos medios, pues en estos últimos no se cuenta con la institucionalidad de apoyo como los fondos de capital de riesgo, las entidades de formación y asesoría en inno-

vación, y los centros de desarrollo tecnológico ligados fuertemente al sector productivo.

Por lo tanto, consolidar capacidades territoriales para crear empresas de uso intensivo en conocimiento es un objetivo a alcanzar en el territorio para ser más competitivos.

Es clave fortalecer la vocación emprendedora basada en conocimiento, mejorar la sostenibilidad, así como apalancar el escalamiento de producción y ampliación de este tipo de empresas. También es necesario reconocer y visibilizar casos de éxito de empresas que se basan en el conocimiento, gracias a la transferencia de resultados de investigación o adaptación de conocimientos existentes, esta es otra tarea fundamental.

Por todo lo anterior, en **ACTIVANTIOQUIA** se priorizaron las áreas estratégicas de conocimiento –y los temas en estas áreas– en los cuales el mercado, la capacidad de generación y aplicación de conocimiento, coinciden para brindar oportunidades de creación de empresas basadas en uso intensivo de conocimiento.

Para ello, los agentes del Sistema Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación cuentan con las siguientes líneas estratégicas de trabajo para formular o articular proyectos con el fin de acceder a recursos de financiación del Sistema General de Regalías:

Fomento al Emprendimiento y la Creación de Empresas de uso Intensivo de Conocimiento: Esta línea estratégica de trabajo hace referencia, entre otros, a los esquemas requeridos para incentivar la decisión de crear empresas en los generadores de conocimiento, sean estudiantes o investigadores, igualmente comprende los mecanismos de fomento, apoyo, asesoría y financiación para la creación de empresas de uso intensivo en conocimiento en las áreas priorizadas. Los esquemas de fomento a *spin off* de compañías existentes y a la articulación entre usuarios de

conocimiento y generadores del mismo para la creación de nuevas compañías, también hace parte de esta línea.

Sostenibilidad, Consolidación y Expansión a nuevas Empresas de uso Intensivo de Conocimiento:

Para la consolidación de empresas basadas en uso intensivo de conocimiento se requieren procesos que sobrepasan la mera constitución de la compañía. Los procesos de escalamiento comercial, acceso a nuevos mercados y desarrollo de nuevos productos, requieren esquemas de soporte que permitan garantizar la sostenibilidad de empresas que recién nacen y que necesitan impulsos adicionales para mantenerse y expandirse en los mercados objetivos de ellas. Los esquemas institucionales deberán contar con mecanismos de acompañamiento por períodos de tiempo suficientes para que la iniciativa sea exitosa o pueda descartarse con suficientes argumentos. A este tipo de mecanismos hace referencia esta línea de trabajo.

Visibilidad de Emprendimiento y nuevas Empresas de uso Intensivo de Conocimiento:

Esta línea de trabajo se crea con el objetivo de difundir las experiencias empresariales significativas, pues los referentes de éxito son los principales motivadores para que otros individuos sigan el camino que la región requiere para la consolidación de capacidades competitivas basadas en uso de conocimiento. Igualmente, porque la visibilidad de ellos se convierte en una señal y símbolo de la sociedad para el tema que representan. Por tal motivo, los instrumentos que permitan visibilizar casos exitosos de personas y compañías que tomaron la decisión de emprender nuevos negocios de uso intensivo del conocimiento son pertinentes en la formulación de proyectos por parte de los agentes del Sistema Departamental de CTel en el marco del Sistema General de Regalías y deberán estar contemplados en la formulación de los mismos.



Tabla 16. Recursos destinados para las líneas de acción en Creación de Empresas de Uso Intensivo de Conocimiento en el Departamento

–Todas las Áreas de Conocimiento–

Línea de Acción	Todas la áreas 2012-2016	Energía 2012-2016	TIC 2012-2016	Salud y Vida 2012-2016	Materiales 2012-2016	Defensa 2012-2016	Biotecnología 2012-2016
Fomento al Emprendimiento y la Creación de Empresas de uso Intensivo de Conocimiento	\$ 31.244.145	\$ 4.690.890	\$ 5.203.560	\$ 6.954.480	\$ 3.127.260	\$ 5.159.025	\$ 6.108.930
Sostenibilidad. Consolidación y Expansión de nuevas Empresas de uso Intensivo de Conocimiento	\$ 62.488.290	\$ 9.381.780	\$ 10.406.120	\$ 13.908.960	\$ 6.254.520	\$ 10.318.050	\$ 12.217.860
Visibilidad de Emprendimiento y nuevas Empresas de uso Intensivo de Conocimiento	\$ 10.414.715	\$ 1.563.630	\$ 1.734.520	\$ 2.318.160	\$ 1.042.420	\$ 1.719.675	\$ 2.036.310
Total	\$ 104.147.150	\$15.636.300	\$17.345.200	\$23.181.600	\$10.424.200	\$17.196.750	\$20.363.100

Área de Conocimiento: Salud y Vida

La importancia de la investigación en esta área radica en que ella es fundamental para el bienestar humano y un elemento estratégico para el desarrollo económico. En lo que se refiere al presente Plan, el foco de acción es el estímulo al crecimiento económico desde la generación de capacidades de creación y la aplicación de conocimiento. No se desconoce que la salud pública es una preocupación fundamental de la sociedad, simplemente se da prioridad a los esfuerzos en desarrollo de productos, a las capacidades de prestación de servicios y a las herramientas complementarias como la *e-health*, dado que son una importante fuente de generación de riqueza, además de ser soporte para mantener la salud de la población.

En el año 2008, el mercado mundial de salud se estimó en US\$3,4 billones, la cual incluye fármacos, tejidos, equipos e insumos biomédicos y los diferentes tipos de prestaciones de servicios de prevención, promoción y atención en salud. Un mercado enorme del cual Colombia no hace parte de manera significativa.

Las capacidades para crear y usar conocimiento en el área de salud tienen el objetivo de lograr la prestación de mejores servicios a los pacientes, así como incrementar la eficacia de los tratamientos de las enfermedades. Para ello se identifican retos precisos y se buscan mejores soluciones, partiendo de la vigilancia del desempeño de los sistemas sanitarios, y de la generación de nuevos conocimientos para obtener mejores tecnologías y métodos para la salud.

El Plan Desarrollo Nacional define estrategias y lineamientos para incrementar la capacidad de

innovación en distintos sectores de la economía, a través de la generación y aplicación de conocimiento. Desde la propuesta de transformación productiva (DNP, 2010) Colombia tiene hoy la oportunidad de desarrollar el sector Salud y generar al menos US\$ 6,3 mil millones en ingresos adicionales, multiplicando el sector 50 veces, para ello se requieren fuertes competencias de innovación y con ellas lograr desarrollos que soporten la apuesta competitiva.

En el contexto regional, Antioquia es un departamento con alto potencial para consolidar innovaciones en torno a la salud, pues cuenta con profesionales y entidades del área de salud que tienen cultura de inversión en equipos de alta tecnología para la atención de pacientes –logrando posicionarse como el sector que menor brecha tecnológica tiene en el departamento–, existen programas de formación de alto nivel en universidades reconocidas y empresas con capacidad de producción de equipos e insumos biomédicos para el sector.

La calidad y nivel de complejidad de las clínicas y hospitales con sede en el Departamento, así como el liderazgo en la atención de pacientes internacionales (más de 3.700 pacientes atendidos en el año 2010), son referente nacional e internacional, dada la calidad del talento humano, el enfoque investigativo y educativo para la innovación, y los servicios complementarios al turismo para el apoyo en la atención de los pacientes y acompañantes.

En ese contexto, definir una hoja de ruta que señale líneas de investigación e innovación con objetivos prioritarios se hace pertinente. Teniendo en cuenta problemas del sistema de



salud, esta agenda debe ser la guía para la generación de riqueza a partir de productos y servicios de uso intensivo de conocimiento. Existen oportunidades en mercados nacionales e internacionales con potencial para Antioquia –adicionales al de prestación de servicios hospitalarios–, como el sector de aplicaciones y contenidos para *e-health* y *movil health* (*m-health*), el de equipos e insumos biomédicos de baja, media y alta complejidad, el de fármacos y el de tejidos y órganos.

e-health y m-health

Dada la transición que se viene dando de manera cada vez más acelerada en términos de uso de sistemas de información y comunicación –los cuales han generado cambios constantes en la cultura y métodos de trabajo organizacional– los agentes de los diferentes sectores de la economía han debido adaptarse permanentemente, lo cual ha abierto inmensas oportunidades para los negocios basados en TIC. La explosión de Internet y de las comunicaciones móviles son una manifestación de la magnitud de la evolución en curso, donde el sector salud no es ajeno.

Entre estos cambios están los desarrollos en *e-health*. Allí se encuentran las aplicaciones de TIC (tanto en software, como en hardware, electrónica y telecomunicaciones) que tiene aplicación en el sector salud. El rango de aplicación va desde las actividades de asistencia directa del paciente hasta los procesos de soporte de la prestación del servicio, como las historias clínicas. La aplicación de las TIC al desarrollo de fármacos o equipos biomédicos, puede considerarse en general fuera del ámbito de la *e-health*. En el ámbito de *m-health* se encuentran las aplicaciones que integran la infraestructura de *e-health* con tecnologías móviles como teléfonos celulares y *smart phones*, computadores portátiles, sistemas GPS, telemedicina, y servicios de asistencia y monitoreo de pacientes a distancia.

El mercado mundial de productos y aplicativos de *e-health* y *m-health* está estimado en cerca de US\$96 mil millones anuales, con tasas constantes de crecimiento superiores al 6% y con espacio para el ingreso de pequeños y medianos competidores como los empresarios antioqueños. Los desarrollos para *m-health* tienen un gran potencial dado que más del 90% de la población mundial se encuentra en zonas con cobertura de telefonía celular, lo cual permite desarrollos para ese mercado y los *smart phones* cada vez tienen más porcentaje de penetración, sólo en 2009 representaron el 14% de las ventas de teléfonos celulares en el mundo, con un crecimiento del 24%. El rápido crecimiento, la capacidad de innovación y las posibilidades de transformación y adaptación de tecnologías convencionales del sector salud son elementos adicionales que permiten dilucidar un crecimiento en los contenidos y aplicaciones en *m-health*.

Los sectores de aplicación de los productos de esta área son amplios. Algunos de ellos, los cuales cuentan con un mercado internacional atractivo dado su tamaño, tasa de crecimiento, nivel de competencia y factores, donde Antioquia tiene posibilidades de competencia en el mercado local, nacional y regional son, entre otros:

- Sistemas de apoyo para la toma de decisiones clínicas
- Aplicaciones para telemedicina
- Sistemas de supervisión de pacientes a distancia
- Bioinformática
- Sistemas de diagnóstico usando realidad virtual
- Información clínica digital y otras aplicaciones administrativas para el sector salud
- Entretenimiento del paciente
- Dispositivos de diagnóstico.

Sin embargo, muy pocas empresas antioqueñas hacen parte de ese mercado y existen múltiples oportunidades que pueden ser aprovechadas, tanto en el mercado interno como en el internacional, donde los principales clientes son entidades prestadoras de salud, entidades de aseguramiento y profesionales independientes o agremiados. Igualmente, los grupos de investigación y desarrollo se encuentran desarticulados de posibles jugadores relevantes de este mercado. Por tales motivos, desde **ACTIVANTIOQUIA** se busca fomentar esta línea de desarrollo de capacidades.

Equipos e insumos biomédicos de baja, media y alta complejidad

La industria de equipos biomédicos se estima en cerca de U\$250 mil millones anuales, con tasas de crecimiento superiores al 6%, la cual se espera incremente debido al recambio tecnológico de equipos e insumos obsoletos, a los volúmenes de desarrollos prontos a salir al mercado, el patrón cultural de prevención y mantenimiento de salud, y las dinámicas de los sistemas de salud mundiales.

Esta es una de las industrias con mayor nivel de inversión en I+D, la cual supera el 7% de las ventas netas, mientras que el promedio de la mayoría de industrias apenas sobrepasa el 1%. Dadas estas características, el talento humano que contratan es de una formación especializada y de salarios elevados.

Estados Unidos, Europa (principalmente Alemania, Inglaterra y Francia) y Japón son los países donde se producen el 86% de los equipos e insumos del mundo. Sólo el 2% de las empresas tiene el 50% del mercado global. En el segmento de producción de equipos biomédicos de alta complejidad se encuentran jugadores de la talla de *General Electric, Johnson y Johnson, Siemens y Abbott*.

Para el desarrollo de nuevos productos, la mayoría de empresas innovadoras se apalancan

en recursos de fondos de inversión de terceros. Uno de los mecanismos de acceso a nuevos mercados es mediante la asociación con compañías que tienen poder de acceso a los grandes jugadores, lo cual es la opción que tiene Antioquia para ingresar a este mercado de conocimiento.

Los equipos que más participación tienen son aquellos enfocados a temas cardiovasculares y periféricos con crecimientos del 25% anual en la última década; equipos para el sistema musculoesquelético con proyecciones de crecimiento superiores al 15%, debido al incremento de la población mayor de 55 años en las regiones de con más altos ingresos del mundo, y equipos de diagnóstico. Los insumos de mayor participación son aquellos para el manejo de heridas, cirugías y soporte de pacientes. Los insumos representan el 65% del valor monetario del mercado global, los equipos el 35% restante.

Los consumidores de estos bienes son las clínicas, hospitales y los médicos generales y especializados. En ambos segmentos la demanda está creciendo a la misma tasa. Las principales oportunidades para Antioquia, en este tema, radican en el talento humano formado para el desarrollo de estos equipos, la cultura de inversión en tecnología de los profesionales del sector salud, la fuerte red de instituciones prestadoras de servicios de salud de complejidad baja, media y alta, y la creciente industria de producción de insumos biomédicos.

Fármacos

Esta es una de las industrias que mayores innovaciones le ha entregado a la humanidad, dada su vinculación directa con la calidad de vida y longevidad del ser humano. Igualmente, es una industria que depende de su capacidad de innovación para mantenerse y ampliar los mercados, por lo cual también invierte un porcentaje elevado de sus ventas netas en I+D.



Los medicamentos son elementos fundamentales de todos los sistemas de salud del mundo. El gasto mundial en productos farmacéuticos se ha estimado en cerca de US\$850 mil millones anuales. Éste se ha triplicado en el breve lapso de 10 años, gracias a su capacidad y velocidad de innovación. Se espera que este mercado continúe creciendo a tasas del orden del 20% durante los próximos años.

Entre las principales áreas terapéuticas están las enfermedades cardíacas y la diabetes, debido a su impacto en la salud pública global, y por ende, los productos de mayor aporte al crecimiento de este mercado están concentrados en temas asociados al cardiometabolismo y la diabetes. Productos para el tratamiento de enfermedades oncológicas, respiratorias, psíquicas, antidepresivas, autoinmunes y antivirales, tienen perspectivas de crecimiento importante en los próximos cinco años.

Productos farmacológicos para el tratamiento de enfermedades consideradas huérfanas, en términos de entidades químicas como el osteosarcoma, representan cerca de un tercio de las investigaciones del mundo. Otro tercio está enfocado en el desarrollo de productos similares a los existentes para enfermedades que ya tienen entidades químicas y biológicas desarrolladas para su tratamiento como la diabetes. El tercio restante, son productos que funcionan de manera diferente para tratar enfermedades que tienen distintos tratamientos desarrollados, como el cáncer de mama.

El segmento de productos de origen biológico, incluyendo aquellos biosimilares a los químicos existentes, ha crecido en más del 50%, tanto en productos como en investigaciones. Allí, gracias a la megabiodiversidad que tiene Colombia y las capacidades de generación de conocimiento de los grupos y centros de investigación, existe un potencial de crecimiento económico para el Departamento.

El mercado de fármacos genéricos, es decir, aquellas moléculas no protegidas, viene creciendo de manera significativa en la última

década y se proyectan mayores crecimientos, sobre todo en los países desarrollados. Por su parte, los fármacos emergentes tienen una proyección de crecimiento cercana a los US\$150 mil millones adicionales entre el 2010 y el 2015 en todos los países.

A medida que aumenta el PIB per cápita de un país, el consumo de fármacos se incrementa. Igualmente, a medida que envejece la población, los consumos de medicamentos se incrementan. Como complemento a la demanda, se encuentran los países que tienen fuertes programas de promoción, prevención y atención en salud. Así pues, los grandes mercados de los próximos años se encuentran en aquellos países donde el ingreso viene creciendo de manera sostenida, tales como China, India y Brasil; donde la población está envejeciendo como en Europa, EE.UU., y los países de corriente socialista de América del Sur que están incrementando el gasto en medicamentos.

En Antioquia existen, reconocidos por COLCIENCIAS, 135 grupos de investigación vinculados con el sector salud y las ciencias biológicas. Las empresas farmacéuticas con sede en el Departamento vienen creciendo en consolidación de capacidades importantes en la producción de moléculas libres. De igual forma, existen centros de investigación y desarrollo consolidados que permiten la integración de generadores y usuarios de conocimiento en el área. Y hay una fuerte red de clínicas y hospitales, así como entidades de educación superior con programas de alto nivel reconocidos y acreditados. Estas características le dan a Antioquia la oportunidad de convertirse en un jugador importante en este segmento, sobre todo si aprovecha la megabiodiversidad que tiene Colombia.

Certificaciones y acreditaciones para acceso a nuevos mercados

Los procedimientos en salud son un mercado enorme. Supera los US\$ 1,7 billones cada

año. Los diferentes sistemas de aseguramiento, públicos y privados, son los principales clientes de este mercado. Los proveedores de ellos son tanto los médicos como las clínicas y hospitales.

Los procedimientos en salud van desde la atención primaria, el diagnóstico y tratamiento en los diferentes niveles de complejidad, aquellos procedimientos relacionados con el seguimiento a la evolución de pacientes posteriores al tratamiento, así como actividades de promoción de la salud y prevención de la enfermedad.

Los alcances de CTel en este componente para el Departamento se gestaron alrededor de la inversión en nuevas tecnologías implementadas para los niveles de atención secundaria y terciaria, así como la adaptación en los servicios acorde a las normativas de calidad de índole nacional e internacional. Esto ha permitido incorporar en el país formas gerenciales y administrativas para la salud, que le han dado soporte a los exigentes modelos de los diferentes planes de prestación de servicios que han llevado a la cobertura universal en el país.

Antioquia, siendo pionera en la formación de talento humano para el sector salud en el país, no distó de esta apuesta educativa con un enfoque altamente empresarial y de atención curativa para dar respuesta al sistema de salud. Igualmente, varios hospitales y clínicas han comprendido la necesidad de apertura al mercado y por lo tanto, se han enfocado en lograr altos niveles de especialización para atender segmentos definidos de la población, nacional e internacional, interesados y necesitados de alternativas terapéuticas de alta tecnología.

Por ejemplo, se ha venido fortaleciendo su infraestructura de servicios privados de salud, investigación y educación en salud, con el fin de dar una adecuada respuesta al fenómeno creciente de la salud global y así consolidarse como un destacado destino de salud en Latinoamérica (Cluster Salud, 2010).

El Cluster de Servicios de Medicina y Odontología - Medellín *Health City*, está conformado por una red de clínicas y hospitales que cuenta con más de 2.300 camas, 88 quirófanos, 1.035 médicos especialistas y subespecialistas. En los servicios de odontología, más de 140 odontólogos atienden una cifra superior a los 73.000 pacientes anuales. El Cluster tiene la meta de desarrollar nuevos servicios de salud con calidad, haciendo una inversión en infraestructura y tecnología de más de US\$ 480 millones entre 2009 y 2014, que adicionarán cerca de 1.000 camas y 60 nuevos quirófanos.

El talento humano formado y la infraestructura física y tecnológica son los factores claves en este tipo de actividades. Antioquia cuenta con talento humano formado de alto nivel, con competencias laborales superiores al promedio nacional y con talentos internacionalmente reconocidos. La infraestructura hospitalaria y tecnológica está en niveles cercanos a los más altos estándares mundiales. Sin embargo, éste –como las anteriores industrias de fármacos, equipos e insumos biomédicos– es un sector altamente regulado por agencias internacionales debido al impacto que tiene en la salud pública, y por lo tanto, para poder exportar servicios de salud –al igual que equipos, insumos y fármacos– se debe trabajar por las acreditaciones y certificaciones internacionales que permitan la atención de pacientes asegurados en sistemas de otros países.

En el área de salud se requiere avanzar en la formación del talento humano de alto nivel para seguir soportando la expansión del sistema local de salud, con los alcances internacionales que tiene, así como consolidar el aparato productivo que pueda dar respuesta a las demandas internas y externas.

Temas priorizados

Antioquia es un Departamento con alto potencial para la generación de conocimiento en torno a la salud, por ello, **ACTIVANTIOQUIA** priorizó



los temas en los cuales generar capacidades competitivas territoriales en esta área de conocimiento. Igual que en las anteriores áreas, se tuvo en cuenta el entorno en el cual se viene desarrollando el sector salud a nivel regional, las tendencias a nivel mundial donde Antioquia tie-

ne posibilidades de competencia global en este sector. Adicionalmente, se realizó una ponderación por parte de los expertos vinculados al proceso de formulación del Plan, en la cual se encontraron recursos, capacidades y oportunidades según el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Criterios de priorización de temas Área de Conocimiento: Salud y Vida

Área de Conocimiento: SALUD Y VIDA			
Peso	Criterios		Porcentajes
20	Oportunidades	Potencial de mercado	5%
		Grado de novedad	8%
		Barreras de entrada	7%
30	Capacidades	De investigación: Existen las condiciones para realizar investigación en la frontera del conocimiento.	6%
		De desarrollo: Se cuenta con capacidades para realizar investigación orientada a la apropiación y transferencia.	9%
		De Innovación: Se poseen con capacidades para generar apropiación del mercado de los resultados de investigación.	15%
50	Recursos	Humanos: El perfil humano es suficiente y posee las cualidades técnicas y tecnológicas necesarias para soportar el desarrollo de capacidades.	27,5%
		Técnicos: Se cuenta con los ambientes, laboratorios y software necesarios para soportar el desarrollo de capacidades.	15%
		Financieros: Se tienen los recursos financieros suficientes para soportar el desarrollo de capacidades.	7,5%
100			100

Los temas más promisorios, y por ende priorizados, se enfocan al desarrollo del conocimiento orientado a la solución de problemas del sistema, estos son:

- Aplicaciones para e-salud
- Producción y desarrollo de tejidos, medicamentos y equipos biomédicos de baja, media y alta complejidad tecnológica.
- Certificaciones internacionales en productos y servicios.

Área de Conocimiento: Defensa

Históricamente se ha demostrado que la inversión de un país en su sistema de defensa fortalece de manera directa o indirecta la industria nacional de cara a los mercados mundiales. Algunos autores han considerado a la Industria de la Defensa, especialmente la aeroespacial, como el motor de crecimiento económico y del desarrollo tecnológico del siglo XX. También ha sido catalogado como el sector industrial de mayor importancia cualitativa para las estrategias políticas de desarrollo industrial, innovación tecnológica y científica de varios países, pues los avances tecnológicos allí logrados, han ido acompañados de aplicaciones civiles derivados de ellos.

Se trata de una industria intensiva en capital, con un alto valor estratégico para los distintos gobiernos que tienen interés en impulsar o mantener el desarrollo tecnológico y económico. La fuerte presencia pública en el sector defensa-aeroespacial se debe, en primer lugar, porque la industria constituye una formidable fuente de difusión de *know-how* científico e industrial mediante la transferencia horizontal a otras industrias y áreas de conocimiento como la electrónica, informática, comunicaciones, materiales, diseño, estructuras, métodos productivos, entre otras. Muchos de los frutos de la investigación encuentran, pues, aplicación en mercados completamente distintos, que necesitan de sus tecnologías, pero carecen de los recursos necesarios para desarrollarlas.

En segundo lugar, el sector militar, por su carácter estratégico, no está sujeto a los avatares del mercado internacional, sino que en su mayor parte está destinado al consumo de amplias regiones geopolíticas, lo que en muchas ocasiones permite sostener los centros de desarrollo tecnológico de este sector y

transferir avances tecnológicos al sector civil, cuyos productos, en su mayor parte, se destinan a sectores industriales de todo el mundo.

El mercado aeroespacial mundial tiene un valor aproximado de U\$918.000 millones anuales, de los cuales el sector civil es aproximadamente el 13,2 % y el militar el restante 86,8 %.

La industria de Defensa cuenta hoy en día con el mecanismo llamado *Offset*, el cual es un convenio entre la empresa que vende y el país que compra tecnología del sector. Por ejemplo, a través de esta figura, Colombia compró aviones supertucanos a la empresa brasileña *Embraer*, y la empresa debe aportar el equivalente del negocio en transferencia de tecnología o bienes tangibles. Actualmente, a todas las Fuerzas Armadas les adeudan \$962 millones de dólares en créditos *Offset*, lo cual abre un interesante abanico de oportunidades para las empresas y el sector académico en el Departamento de Antioquia.

En ese contexto, se encuentra en ejecución el proyecto *Estructuración de la estrategia de la industria aeroespacial, defensa y alta tecnología en Colombia* bajo la responsabilidad de la multinacional *Épicos*, que realiza un análisis de las capacidades industriales del país en temas aeronáuticos y de defensa para el posterior desarrollo de proyectos. De esta forma, *Épicos* busca identificar las necesidades del mercado, los potenciales y las tecnologías disponibles, para definir la ruta del desarrollo de la industria aeroespacial, la defensa y la alta tecnología en Colombia, cuyo objetivo, a largo plazo, es generar fuentes de ingreso y empleo con el sector defensa y el sector privado, para fomentar el crecimiento económico y la competitividad del sector productivo del país (Gómez Potes, 2010).

El proyecto ejecutado por Épicos comienza con un mapeo inicial de potencialidades existentes en Colombia, luego se establecen clusters que puedan entrar al mercado global. Finalmente, el proyecto preverá la posibilidad de que se estructuren negocios específicos entre las empresas colombianas y las grandes industrias del sector aeroespacial y defensa internacional (Guzmán Junior, 2008).

Por otro lado, gracias a la gestión realizada en los últimos años por la Fuerza Área y entidades como la Gobernación de Antioquia, en la actualidad se tienen desarrollos innovadores como los diseños y construcción de helicópteros –ARPIA–, adaptación de cascos, mejoras en sistemas de disparo, sistemas de sillas más livianas, sistemas de mantenimiento y revisión de equipos en tierra entre otros (Fuerzas Militares, 2003).

Las universidades del Departamento han venido trabajando en temas como: energía y termodinámica, manejo ambiental, automatización, desarrollo de materiales, robótica y telecomunicaciones, mecatrónica y diseño de máquinas, corrosión y protección.

En este contexto, a partir de los procesos de sustitución de importaciones tecnológicas del sector defensa, especialmente de los repuestos, piezas y herramientas requeridas para el mantenimiento y reparación de los helicópteros UH-60 –en la cual Colombia tiene la segunda flota aérea más grande del planeta y donde los talleres nacionales de la Fuerza Área se encuentran ubicados en el Aeropuerto Internacional José María Córdova, en Rionegro– Antioquia cuenta con una oportunidad de oro para incentivar la producción tecnológica enfocada a este sector, la cual, con el tiempo podrá migrar al sector civil.

El crecimiento anual del sector aeroespacial civil en el mundo se proyecta entre el 4% y el 5% hasta el 2020. En cifras concretas, se estima que para ese año, se fabricarán de 15.000 a 15.550 nuevos aviones por un valor total de 1,3 trillones de dólares, lo que significa que

la flota aérea se duplicará en el mundo en un lapso de 10 años. Los pronósticos son, por lo tanto, verdaderamente optimistas.

En las próximas décadas los expertos predicen un cambio significativo en el modelo de demanda regional. Casi la mitad de la demanda de aviones civiles, en los próximos veinte años, se puede producir fuera de los grandes, pero relativamente maduros, mercados de EE.UU. y UE.⁹

La industria mundial de mantenimiento, reparación y renovación de aviones se basa fundamentalmente en los servicios de arreglo y en la venta de repuestos para las aerolíneas en todo el mundo. La expansión mundial de la flota de aviones para vuelos comerciales determinará esencialmente las perspectivas a largo plazo de este sector de la industria (mantenimiento, reparación y renovación), cuyo volumen de negocios se eleva a 39.500 millones de dólares anuales. Se prevé una tasa de crecimiento mundial de aproximadamente 2,3% para los próximos años. El número de empresas activas en este sector puede aumentar, dado que las posibilidades de ganancias alcanzan un promedio del 15% al 20%, lo cual las transforma en un negocio atractivo.

En Colombia, durante el año 2010 la industria aérea consumió en insumos \$4,2 billones, sólo el sector civil; lo que demuestra la importancia de este sector en la economía nacional y el efecto multiplicador que tiene, pues por cada peso que gasta en insumos se traduce en \$11.000 pesos más que se gastan en la economía.¹⁰

9 El acceso a estos mercados no sólo depende de factores comerciales como calidad, precio y servicio, sino también de la construcción de un fuerte componente de relaciones diplomáticas, en la medida en que los gobiernos son uno de los principales clientes, sobre todo en el ámbito militar, y en la medida también en que regulan las leyes del tráfico aéreo. Los acuerdos de cooperación de EE.UU. con China e India son ejemplos del fortalecimiento de esas relaciones

10 FEDESARROLLO, impacto del sector aeronáutico en la economía colombiana, 2011

Igualmente, en lo que FEDESARROLLO denomina la remuneración al capital, que se traduce, entre otros, en pagos a la propiedad como intereses, regalías y utilidades, se genera un efecto en la economía de cerca de \$7,4 billones de pesos. Y en lo que toca al efecto sobre la economía de los impuestos locales y regionales que pagan, se estima en \$249.000 millones, sin incluir impuestos sobre la renta ni el IVA.

Por otro lado, las condiciones de la lucha contra el terrorismo y el narcotráfico en Colombia, han hecho que los artefactos explosivos improvisados, más conocidos como minas antipersonal, se han convertido en un problema mayor, tanto para las fuerzas armadas como para la población civil. Las minas antipersonal son artefactos explosivos diseñados para herir, mutilar o matar a aquellas personas que las activan y donde su carácter es indiscriminado y cualquier persona puede ser blanco de ellas. Antioquia es el departamento más afligido por estos artefactos, porque de los 125 municipios 90 están afectados y 413 personas civiles han resultado víctimas entre los años 1990 y 2003.

Los efectos de las minas antipersonal, no sólo afectan a quienes han caído víctimas de sus destrozos, sino también a las generaciones venideras, ya que aún años después de que los narcoterroristas dejen su accionar en una región, la presencia y acción de estos artefactos en la población seguirá vigente.

Las condiciones propias del terreno, la topografía y el accionar criminal de quienes ponen estos artefactos, no permiten que la tecnología

disponible en el mundo sea adecuada ni efectiva para combatir este flagelo. Por tal motivo, el gobierno departamental ha venido trabajando de la mano de universidades y empresas, en soluciones tecnológicas y adicionalmente ha incluido un apartado especial para el desarrollo científico-tecnológico del desminado en el Departamento. Promover en el corto plazo el desarrollo de prototipos y en el mediano plazo dispositivos que detecten y desactiven minas antipersonal, son apuestas esenciales en el plan de ciencia y tecnología para el sector defensa.

Temas priorizados

En **ACTIVANTIOQUIA**, dadas las oportunidades y exigencias que se presentan en el área Defensa, se priorizan temas donde es necesario establecer apuestas de corto, mediano y largo plazo, que permitan al sector sustituir importaciones tecnológicas, apropiar tecnologías militares a la sociedad civil, y promover la formación de profesionales que aporten desarrollos propios al sector y generen un liderazgo global. Igual que en todas las áreas de conocimiento, se tuvo en cuenta el entorno y las tendencias a nivel mundial en el cual se viene desarrollando el sector. En esta área, al igual que en todas, los expertos contratados y los agentes participantes en las actividades de construcción del Plan, realizaron una ponderación en la cual se valoraron las capacidades, debilidades y oportunidades que el área tiene en Antioquia con respecto al mundo para avanzar en el desarrollo de capacidades competitivas basadas en el uso de conocimiento, según el siguiente cuadro:



Cuadro 2. Criterios de priorización de temas Área de Conocimiento: Defensa

Área de Conocimiento: DEFENSA			
Peso	Criterios		Porcentajes
20	Oportunidades	Potencial de mercado	6%
		Grado de novedad	11%
		Barreras de entrada	3%
30	Capacidades	De investigación: Existen las condiciones para realizar investigación en la frontera del conocimiento.	3%
		De desarrollo: Se cuenta con capacidades para realizar investigación orientada a la apropiación y transferencia.	10,5%
		De Innovación: Se poseen con capacidades para generar apropiación del mercado de los resultados de investigación.	16,5%
50	Recursos	Humanos: El perfil humano es suficiente y posee las cualidades técnicas y tecnológicas necesarias para soportar el desarrollo de capacidades.	10%
		Técnicos: Se cuenta con los ambientes, laboratorios y software necesarios para soportar el desarrollo de capacidades.	20%
		Financieros: Se tienen los recursos financieros suficientes para soportar el desarrollo de capacidades.	20%
100			100

Los temas más promisorios, y por ende priorizados, son:

- Ingeniería inversa y desarrollos de ingeniería en piezas y equipos aeronáuticos.
- Sustitución de importaciones en materiales, piezas y equipos para la defensa.
- Equipos y soluciones para desminado.

Área de Conocimiento: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–

Las Tecnologías de la Información integran las industrias del hardware, software y servicios. Junto con las comunicaciones componen lo que se conoce como las TIC (Tecnologías de la información y las comunicaciones).

La incorporación de las TIC en los procesos de producción, comercialización, servicios, educación y administración pública, es un factor clave para mejorar la competitividad de las organizaciones, países y regiones; estas actividades económicas se caracterizan por generar un alto valor agregado y aportar a la economía productos y servicios esenciales para su modernización. Sus procesos son basados en el conocimiento, desarrollan habilidades más allá de la manufactura, propician la innovación tecnológica y generan empleos bien remunerados.

La difusión y apropiación de las TIC por parte de las empresas, los estados y los ciudadanos, se realiza debido a que estas tecnologías se constituyen como herramientas que permiten disminuir las desigualdades sociales, dinamizar el crecimiento y el desarrollo económico, y en general, mejorar la vida de las personas (CRC, 2010). En este sentido, el uso de las TIC tiende a permear todas las esferas de la sociedad y el impacto benéfico de las mismas excede el ámbito de los negocios, al configurarse también como mecanismo de inclusión social y de lucha contra la pobreza.

A medida que se ha dado el proceso de globalización, las TIC han tenido un papel fundamental en el nivel de competitividad de todas las economías. Los estudios realizados en la

última década han demostrado que la diferencia de productividad entre los países tiene mucho que ver con la utilización de las TIC. De acuerdo con estudios realizados, el PIB y el crecimiento de la productividad se aceleran en la medida en que el uso de las TIC aumenta. Los autores encuentran que cada incremento del 10% en el capital de TIC aumenta el PIB en un 1,6% en una economía con bajo uso de TIC, y 3,6% en una con alto uso de TIC.

La utilización de las TIC en las empresas ha llevado a realizar de una manera más eficiente todos los procesos y a aumentar la movilidad y la rapidez con que se realizan. Esto se puede explicar por la facilidad de inserción en la economía global, que permite adoptar mejores tecnologías y aprovechar economías de escala para hacerlas más eficientes. En las empresas, la implementación de estas tecnologías ha llevado a una nueva configuración de los procesos. Al mismo tiempo, las TIC han contribuido a disminuir los costos de transacción, los procedimientos son menos pesados, más interconectados y descentralizados. En muchos negocios y sectores de la economía, estas tecnologías han acelerado el crecimiento en los últimos años. Han generado, también, una revolución en el proceso de innovación porque potencian y retan la capacidad de investigar, desarrollar, innovar y emprender en todos los países

En Colombia, como ha sucedido en muchos países, el sector de las TIC y el software aporta importantes recursos al Producto Interno Bruto –PIB– y generalmente ha presentado crecimientos superiores al promedio de la econo-



mía nacional. Según cifras del Departamento Nacional de Planeación de Colombia, entre el año 2004 y 2008 las telecomunicaciones aportaron cerca de seis puntos al PIB y el crecimiento del sector estuvo alrededor del 4,5% cuando el crecimiento económico del país estuvo en 3,5% (ACIEM, 2008). A pesar de esto, la industria colombiana en TIC es poco especializada, orientada al mercado doméstico y enfocada principalmente a la comercialización y soporte, desarrollo de software a la medida y consultoría e integración de sistemas. Superando grandes brechas en la disponibilidad de recurso humano y madurez de la industria, Colombia podría convertirse en un jugador relevante en TIC gracias a su ventaja relativa en costos, infraestructura y ambiente de negocios (Mincomercio, 2008).

Por lo tanto, además de garantizar la conectividad e impulsar la renovación tecnológica del país, las TIC son y podrán ser aun más importantes como motor de la economía nacional.

A nivel nacional, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, según la Ley 1341 o Ley de TIC, es la entidad que se encarga de diseñar, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Dentro de sus funciones está incrementar y facilitar el acceso de todos los habitantes del territorio nacional a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y a sus beneficios. Desde el 30 de julio de 2009 con la Ley 1341, el entonces Ministerio de Comunicaciones se convirtió en Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. La nueva Ley ha creado un marco normativo para el desarrollo del sector y para promover el acceso y uso de las TIC a través de la masificación, el impulso a la libre competencia, el uso eficiente de la infraestructura, y en especial fortalecer la protección de los derechos de los usuarios (MinTIC, 2009).

Los temas relevantes en los cuales existen oportunidades para Colombia en el sector TIC

son aplicaciones para el sector salud, educación, defensa y entretenimiento. En este último sector, a nivel mundial la industria se estima en US\$2,3 billones, el 1% de esta cifra equivale a todas las exportaciones colombianas.

Este tipo de industrias compiten no sólo por porciones de mercado y sino que además lo hacen por el tiempo libre de los consumidores. Esto da un peso relevante a las nuevas tecnologías, especialmente a los aplicativos, pues la televisión digital, los dispositivos móviles tipo *tablet*, teléfonos inteligentes o *laptop*, requieren una oferta de contenidos cada vez mayor.

La industria mundial de animación y videojuegos tiene un tamaño aproximado de 272 mil millones de dólares.¹¹ En Colombia, la industria de entretenimiento digital ha sido priorizada en el programa de transformación productiva del gobierno nacional, en la que se busca incrementar la competitividad, impulsando el desarrollo de procesos productivos por medio de la transferencia e implementación de buenas prácticas. Esta es una industria que tiene todas las características para generar talento de talla mundial, condiciones propicias de tecnología y un creciente nivel de exportaciones.

Antioquia tiene como apuesta institucional el desarrollo de esta industria en el Departamento. Otras iniciativas relevantes que se están emprendiendo dentro del sector en la región, son referentes que definen trayectorias tecnológicas y permiten desarrollar los lineamientos para el aprovechamiento de las oportunidades con las que cuenta el sector.

Por ejemplo, el Cluster de Tecnología, Información y Comunicación constituido en Medellín como parte del proyecto *Ciudad Cluster*, busca que las empresas se consoliden de manera colectiva para innovar y acceder a nuevos mercados. El Cluster TIC se define como la concentración geográfica en Medellín y Antioquia, de empresas e instituciones especializadas y complementarias en las actividades de: Consultoría TIC, *contact center*, contenidos

11 Estudio del Kasikom Thai Research Center, 2010.

digitales, *data center*, desarrollo de infraestructura, desarrollo y comercialización de software, producción y distribución de hardware, electrónica y servicios de telecomunicaciones; las cuales interactúan entre sí, creando un clima de negocios en el que todos pueden mejorar su desempeño, competitividad y rentabilidad. Sus objetivos primarios están en fortalecer los eslabones de la cadena de valor y las capacidades requeridas, establecer relaciones fuertes entre las empresas y los empresarios, y construir y desarrollar oportunidades de negocios. (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2011)

La Alianza Regional en Tecnologías de la Información y la Comunicación Aplicadas –ARTICA–, es el Centro de Excelencia en Tecnologías de la Información soportado por COLCIENCIAS y el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación de Colombia. Se conformó en el 2009 mediante una alianza estratégica entre la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional – Sede Medellín, la Universidad Pontificia Bolivariana, la Universidad EAFIT, EPM Telecomunicaciones, la empresa IPS Universitaria, la Universidad Nacional - Sede Manizales –SA– y la Universidad ICESI –SA–. Realiza proyectos de investigación, desarrollo e innovación en TIC aplicadas en los focos de salud, trabajo, educación y entretenimiento. Promueve formación a nivel de maestría y doctorado, e investigación aplicada de acuerdo con necesidades de la industria. Este centro se fundamenta en el Plan Nacional de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –PNTIC– del Gobierno Nacional, quien considera a las TIC como estratégicas para fomentar la competitividad y la igualdad de oportunidades en Colombia (ARTICA, 2009).

La Corporación Intersoftware es una red de empresas de la industria del software, que promueve el trabajo en redes colaborativas con otras instituciones de su cadena de valor. Es una entidad sin ánimo de lucro, fundada

en el año 2004 por iniciativa de los empresarios, y actualmente cuenta con 24 empresas. El Nodo Intersoftware nace de la iniciativa de la Corporación Intersoftware, TecnoParque Medellín y la Alianza Futuro Digital en el marco de la estrategia de ciudad de consolidar y fortalecer el Cluster de Software de la región (Intersoftware, 2008).

Ruta N Medellín priorizó el sector TIC en el ejercicio de planificación estratégica de CTel para la ciudad de Medellín. En este ejercicio, las TIC permiten desarrollar capacidades de manera transversal para el beneficio de la economía regional a través de la ejecución de programas.

La Gobernación de Antioquia, desde diferentes Secretarías viene ejecutando el programa Antioquia Digital Siglo XXI, para promover la utilización de las TIC en empresas, entidades educativas, sector gobierno y ciudadanía en general, concentrándose en incrementar la infraestructura, los contenidos y la apropiación de los mismos. En el caso de las empresas, se ejecutan programas que apoyan la realización de los procesos productivos de manera más eficiente para aumentar la movilidad y la rapidez con que se efectúan. Esto con el fin de facilitar la inserción en la economía global, que permite adoptar mejores tecnologías y aprovechar economías de escala para hacerlas más eficientes.

Por su parte, el Instituto para el Desarrollo de Antioquia –IDEA–, viene ejecutando un ambicioso programa para la transformación digital de los 115 municipios que se encuentran por fuera del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Con una inversión cercana a los \$12.000 millones, cada una de las alcaldías cuenta con un canal dedicado de banda ancha, que le permite modernizar totalmente la administración local. De la misma manera, en cada parque principal y 400 metros a la redonda se brinda de manera gratuita internet inalámbrico, en algunos casos con estaciones públicas de consulta.



Temas priorizados

Frente a este panorama y a partir de un árbol de temas en el área de conocimiento, desde **ACTIVANTIOQUIA** se priorizaron aquellos en los cuales se pueden generar capacidades competitivas territoriales para la región. Para ello se tuvo en cuenta el entorno en el cual se viene desarrollando el sector TIC a nivel regional –con base en los desarrollos académicos, empresariales y del Estado– y las tendencias

a nivel mundial donde Antioquia tiene posibilidades de competencia global en este sector. Adicionalmente, los expertos contratados y los agentes participantes en las actividades de construcción del Plan, realizaron una ponderación en la cual se valoraron los criterios de oportunidad, capacidades y recursos para avanzar en el desarrollo de habilidades basadas en el uso del conocimiento. Estas fueron definidas según se encuentra en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Criterios de priorización de temas Área de Conocimiento: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–

Área de Conocimiento: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–			
Peso	Criterios		Porcentajes
20	Oportunidades	Potencial de mercado	6%
		Grado de novedad	6%
		Barreras de entrada	8%
30	Capacidades	De investigación: Existen las condiciones para realizar investigación en la frontera del conocimiento.	15%
		De desarrollo: Se cuenta con capacidades para realizar investigación orientada a la apropiación y transferencia.	9%
		De Innovación: Se poseen con capacidades para generar apropiación del mercado de los resultados de investigación.	6%
50	Recursos	Humanos: El perfil humano es suficiente y posee las cualidades técnicas y tecnológicas necesarias para soportar el desarrollo de capacidades.	25%
		Técnicos: Se cuenta con los ambientes, laboratorios y software necesarios para soportar el desarrollo de capacidades.	18%
		Financieros: Se tienen los recursos financieros suficientes para soportar el desarrollo de capacidades.	8%
100			100

Los temas más promisorios, y por ende priorizados, son:

- Redes Inteligentes *Smart Grid*
- Desarrollo de sistemas embebidos
- Contenidos y aplicaciones con énfasis en dispositivos móviles para: Salud y TeleSalud, Seguridad, TeleEducación, ID-TV

- Tecnologías de última milla

Indudablemente la rapidez y la dimensión de los cambios en las TIC y el software se dan a una velocidad tal que la definición de los temas en los cuales enfocar los esfuerzos públicos y privados para desarrollar capacidades competitivas requiere una rápida ejecución para ser acertado y lograr los objetivos propuestos.

Área de Conocimiento: Materiales

La ingeniería de materiales es un área de gran crecimiento en el planeta, constituyendo al mismo tiempo un elemento fundamental en el desarrollo científico, tecnológico y de innovación. Por ello países desarrollados –por ejemplo los miembros de la Unión Europea– y otros en vía de desarrollo, han incluido la Ciencia e Ingeniería de Materiales dentro de sus áreas estratégicas para el desarrollo de capacidades de investigación, desarrollo e innovación tecnológica.

Los nanomateriales, infomateriales, materiales inteligentes y los biomateriales, son algunos de los grupos con mejores perspectivas de desarrollo en los próximos 20 años. Adicionalmente, los cambios en la forma de vida de la sociedad a nivel global, también han generado necesidades urgentes a resolver a través de la Ingeniería de Materiales, lo cual pone de manifiesto otras áreas de interés mundial, especialmente las relacionadas con materiales capaces de almacenar energía, materiales reciclables (o procesos de reciclaje mejorados), materiales para construcción sostenible y resistente, autopartes y materiales para la industria del transporte, entre otros (Apelian, 2007).

En Colombia, la Ingeniería de Materiales toma cada vez más fuerza. El Gobierno Nacional, a través de distintas convocatorias realizadas por Colciencias, prioriza los proyectos presentados bajo dicha temática e incentiva a los jóvenes investigadores y a los grupos de investigación a incrementar sus capacidades a través de la investigación y el desarrollo tecnológico en esta área de conocimiento. Adicionalmente, con el apoyo de COLCIENCIAS, gracias a un esfuerzo nacional de alta prioridad, Colombia cuenta hoy con el Centro de Excelencia en Nuevos Materiales –CENM–, integrando los

conocimientos y capacidades de 19 grupos de investigación interdisciplinarios de alta calidad del país en temas relacionados con sus líneas de trabajo: recubrimientos avanzados, materiales compuestos, nanomagnetismo, dispositivos de estado sólido, sensores y sistemas mesoscópicos (CENM, 2009).

Los 19 grupos que conforman el CENM pertenecen a 10 universidades colombianas (Universidad del Tolima, Universidad del Quindío, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, Universidad del Valle, Universidad Industrial de Santander, Universidad del Cauca, Universidad Autónoma de Occidente, Universidad del Norte, Universidad de Antioquia), dentro de las cuales se encuentran tres grupos de investigación de Antioquia. Estos son: Corrosión y Protección GCP, Estado Sólido GES y Física Atómica y Molecular. El objetivo principal del CENM es desarrollar nuevos materiales con aplicaciones tecnológicas para avanzar en el estudio teórico de sistemas estructurados basados en ellos y contribuir en el desarrollo de la nanotecnología por medio de la modelación y simulación. Se orienta en lograr una activa cooperación con la industria, otras instituciones y el sector público y privado mediante procesos de transferencia tecnológica (Colciencias, 2006).

Desde otras esferas, un conjunto importante de grupos y centros de investigación y de desarrollo tecnológico antioqueños como el Instituto del Plástico y el CIDICO, trabaja en diversas temáticas relacionadas con la Ingeniería de Materiales.

Cerca de 12 grupos de investigación de Antioquia declararon dentro de sus líneas de in-



investigación, o líneas de trabajo, el área de los materiales en la convocatoria de clasificación de COLCIENCIAS para el año 2010, estos se encuentran adscritos a programas de Ingeniería en las diferentes universidades con sede en el Departamento, provienen principalmente de la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad EAFIT, entre otras.

Por otro lado, la industria minera mundial ha experimentado un espectacular crecimiento durante los últimos años, impulsado por un incremento de la demanda que llevó a un gran aumento de los precios de los principales metales. Por ejemplo, en los últimos cinco años el precio del cobre ha subido algo más del 400%, el zinc 300% y el níquel 280%. Se cree que esta demanda continuará aumentando mientras China, India y otras economías emergentes sigan creciendo. Actualmente China compra cerca de la mitad de la producción mundial de cobre. (BIRD, 2008)

El desarrollo y el dinamismo del sector minero mostrado durante la última década en Colombia, ha sido el resultado del incremento de seguridad, a la creciente apertura a la inversión y a la estabilidad en los marcos normativos y regulatorios. La participación del sector en el Producto Interno Bruto pasó del 8,8% en el 2006 al 9,2% en 2009. Así mismo, la inversión extranjera directa en este tema pasó de US\$ 3.637 millones a US\$ 4.637 millones en el mismo período, teniendo un efecto incremental en las exportaciones, las cuales pasaron de US\$ 24.391 millones a US\$ 32.853 millones de 2006 a 2009 (PND, 2011).

Sin embargo, y más allá de que el sector esté generando la mitad de las exportaciones y las dos terceras partes de la inversión extranjera directa, su mayor contribución se da en materia de desarrollo respecto a la generación de recursos para inversión social y productiva. Sólo en 2009 el sector le transfirió al Gobierno cerca de \$20 billones entre impuestos nacionales y

locales, regalías y utilidades de las empresas en las que tiene participación (PND, 2011).

Antioquia ha sido tradicionalmente una zona de actividad minera y sus recursos constituyen una riqueza natural de gran importancia, pues se presentan condiciones geológicas propicias para la exploración y explotación de diversos minerales (BIRD, 2008).

Los siguientes son los principales productos de la minería antioqueña (BIRD, 2008):

Metales preciosos: El principal producto minero de Antioquia es el oro, cuyos yacimientos se encuentran en varias de sus zonas mineras, tanto de filón como aluvial. En menor proporción, se encuentra el platino en depósitos de origen aluvial, principalmente del Río Nechí y algunos de sus afluentes. En 2010, las exportaciones de Antioquia para este tipo de materiales superaron los US\$1.900 millones.

Metales básicos: En el Municipio de Urao se explota un yacimiento de sulfuros masivos del cual se extraen concentrados de cobre. También se han identificado yacimientos de tipo pórfido cuprífero en Murindó y en la zona Pantanos-Pegadorcito. En algunas minas de oro de Segovia y Remedios, también se explotan como subproductos sulfosales de plata y sulfuros de zinc y plomo.

Metales siderúrgicos: Antioquia cuenta con dos depósitos de manganeso, localizados en los municipios de Dabeiba y Santa Bárbara.

Minerales industriales: Este Departamento cuenta con importantes reservas de rocas calcáreas, más que todo mármoles, cuya explotación abastece la industria cementera antioqueña, una de las más importantes del continente; también se explotan como rocas ornamentales y como fuente de cales agrícolas e industriales. Los mayores depósitos de calcáreos se hallan en los municipios de Puerto Nare y Puerto Triunfo. Se calcula que el territorio antioqueño cuenta con reservas de 500 millones de toneladas de rocas calcáreas para explotar.

También cuenta con extensos yacimientos de caolín y arcillas caoliníticas que abastecen a varias industrias de la Región, los cuales son explotados en los municipios de La Unión y El Carmen de Viboral. Igualmente cuenta con minas de arenas silíceas en los municipios de Amagá, Angelópolis, Titiribí y Amalfi; de asbesto en el municipio de Campamento; de feldspato en Montebello, Alejandría, Bello, Envigado y La Ceja; de yeso en el municipio de Anzá, y de talco en Yarumal, entre otros.

Carbón: Los yacimientos de carbón en Antioquia están localizados en cinco áreas: Amagá-Sopetrán, Venecia-Titiribí, Purí-Cacerí, Tarazá-Río Man y Urabá. Las dos primeras son las más importantes y se conocen como la cuenca carbonífera de la Sinifaná. Se estima que en estas áreas se cuenta con reservas de 160 millones de toneladas para ser explotadas.

Materiales de construcción: La explotación de materiales de construcción (agregados pétreos, arenas y arcilla para la industria ladrillera) tiene lugar en diferentes lugares del Departamento, pero especialmente en el Valle de Aburrá, la zona de El Carmen de Viboral y la de Amagá. Para el efecto, se extrae material de canteras y de depósitos aluviales.

Así pues, dada esta riqueza, las industrias mineras y de materiales en Antioquia han sido clasificadas como estratégicas, ya que su explotación y el desarrollo técnico y tecnológico, de forma directa e indirecta, proveen desarrollo económico, progreso social y aprovechan los recursos naturales.

Sin embargo, se encuentran debilidades como:

- La industria minera tiene una considerable presencia de empresas de pequeño tamaño y un porcentaje elevado de minería ilegal.
- Registra importantes efectos ambientales negativos, lo cual se atribuye principalmente a la explotación ilegal de minas, las cuales no cumplen con la reglamentación mínima de manejo ambiental.

- En Antioquia, la mayor parte de los grupos de investigación están dedicados a la caracterización de materiales y sólo una pequeña parte a la transformación de estos. En este punto hay una gran brecha, pero también una gran oportunidad de ser cubierta con este plan, que es un instrumento de política departamental

En Antioquia es de vital importancia cerrar la brechas de I+D+I en el área de materiales, ya que la demanda de desarrollo de nuevos materiales y sus aplicaciones a diferentes industrias crece todos los días. Desde la Gobernación de Antioquia, en alianza con el Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA–, se estableció anualmente la Convocatoria de Desarrollo Tecnológico e Innovación del Sector Minero. Gracias a ello, en más de 20 empresas del sector, se han establecido nuevos procedimientos de exploración, extracción y transformación de materiales, que poco a poco han ido difundiéndose a otras organizaciones empresariales, aumentando la productividad, competitividad y sostenibilidad de la minería en el Departamento. A la fecha se han realizado dos convocatorias en las cuales se han ejecutado más de 20 proyectos en alianza entre agentes académicos y empresariales, por un monto superior a los \$9.000 millones.

ACTIVANTIOQUIA, Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación de Antioquia, como instrumento de política departamental, ofrece una gran oportunidad de desarrollo, al definir el área de materiales como estratégica para la generación de capacidades de creación, transferencia y uso de conocimiento, lo cual permitirá generar nuevas industrias soportadas en tecnologías emergentes que resuelvan necesidades puntuales de los antioqueños y colombianos con potencial exportador.

Por ello, los retos de **ACTIVANTIOQUIA** están enfocados en mejorar la productividad y competitividad de la minería, no sólo a través de la implementación de conocimiento en los procesos de exploración y extracción de materia-



les, sino también en la transformación de los mismos. La formación de talento humano y el desarrollo de competencias en las empresas para realizar y adoptar desarrollos tecnológicos es clave, teniendo en cuenta que en los últimos años las compañías mineras internacionales han multiplicado sus inversiones en exploración y explotación alrededor del mundo, y que Colombia (especialmente Antioquia como uno de los principales departamentos mineros) debe ajustar sus procesos mineros hacia la sostenibilidad, eficiencia y eficacia a través de nuevas tecnologías o apropiación tecnológica, para mantener y aprovechar dicho flujo de manera acertada en la consolidación de capacidades territoriales basadas en CTel.

Temas priorizados

Dado este panorama, desde **ACTIVANTIO-QUIA** se priorizan esfuerzos en la búsqueda de tecnologías aplicadas a los procesos mineros de prospección, exploración, explotación, beneficio y cierre, pero buscando además que se agregue valor a los materiales extraídos, mediante su transformación para diferentes usos, se reciclen los recursos y se dé un manejo apropiado a los productos y subproductos en todas las etapas. A esto se llegó con base en los análisis de árboles temáticos y ponderación de criterios de oportunidad, capacidades y recursos, que también se realizaron en todas las áreas, según los resultados del siguiente cuadro:

Cuadro 4. Criterios de priorización de temas Área de Conocimiento: Materiales

Área de Conocimiento: MATERIALES			
Peso	Criterios		Porcentajes
20	Oportunidades	Potencial de mercado	4,2%
		Grado de novedad	8,6%
		Barreras de entrada	7,4%
30	Capacidades	De investigación: Existen las condiciones para realizar investigación en la frontera del conocimiento.	11,1%
		De desarrollo: Se cuenta con capacidades para realizar investigación orientada a la apropiación y transferencia.	5,7%
		De Innovación: Se poseen con capacidades para generar apropiación del mercado de los resultados de investigación.	10,5%
50	Recursos	Humanos: El perfil humano es suficiente y posee las cualidades técnicas y tecnológicas necesarias para soportar el desarrollo de capacidades.	18%
		Técnicos: Se cuenta con los ambientes, laboratorios y software necesarios para soportar el desarrollo de capacidades.	17,5%
		Financieros: Se tienen los recursos financieros suficientes para soportar el desarrollo de capacidades.	14,5%
100			100

Los temas más promisorios, y por ende priorizados, son:

- Procesos mineros desde la prospección hasta el cierre buscando eficiencia, eficacia y sostenibilidad ambiental.
- Procesos de transformación y desarrollo de materiales preciosos, energéticos, de construcción, polímeros, cerámico, pigmentos, compuestos y reciclaje de residuos



Área de Conocimiento: Biotecnología

Para entender la importancia de la biotecnología en nuestra sociedad actual no hace falta más que observar los diferentes elementos que componen nuestros hábitos cotidianos. Ejemplos de ello son lavar la ropa con detergentes desarrollados a partir de enzimas específicas, preparar la comida con alimentos transgénicos o controlar una enfermedad con biofármacos desarrollados mediante técnicas de ADN recombinante. Por otra parte, el impacto de la biotecnología moderna no se acota a los sectores agroalimentario y de salud, sino que su alcance es horizontal y sus aplicaciones llegan a sectores como el energético, el ambiental y el industrial (OEI, 2010).

En la segunda mitad del siglo XX se produjeron avances significativos en el conocimiento de los procesos elementales de la vida y de las bases moleculares, que permitieron entender los mecanismos de la expresión de genes. Estos conocimientos, junto con las tecnologías de modificación dirigida del ADN, fueron rápidamente incorporadas a la generación de organismos genéticamente modificados, con el fin de obtener productos de interés en medicina y agroalimentos (OEI, 2009).

Entrados ya en el siglo XXI, las biotecnologías y la ingeniería genética aparecen claramente como tecnologías de avanzada. No se trata de ciencias nuevas, pero hacen uso de todo tipo de estrategias y de diferentes métodos para analizar y utilizar el material hereditario de los seres vivos, así como sus diferentes funciones. De esta forma, la ciencia se enriquece con nuevos conocimientos fundamentales sobre los mecanismos de la vida. Estos conocimientos pueden dar lugar a diferentes aplicaciones de gran trascendencia para la humanidad.

Existen tres generaciones en biotecnología: la primera generación es la biotecnología tradicional de fermentaciones, la cual está formada por los productos obtenidos por el uso empírico de cultivos fermentativos y que luego fue conocida como tecnología microbiana.

La segunda generación de la biotecnología inició con las fermentaciones industriales asociadas a la producción de compuestos utilizados en alimentos, medicamentos y el procesamiento de materiales. En esta generación, la tecnología microbiana sirvió para obtener –entre otros– antibióticos, aminoácidos, enzimas, ácidos orgánicos y solventes, utilizados en la industria alimenticia y farmacéutica.

La tercera generación, que aún está siendo utilizada, tiene su origen en la manipulación de los genes, es decir, la tecnología del ADN y es conocida como ingeniería genética. La ingeniería genética no está orientada solo al uso de microorganismos, sino que también utiliza métodos de propagación vegetativa de plantas y la clonación de células microbianas, vegetales y animales.

Actualmente ya se empieza a discutir la existencia de una cuarta generación de la biotecnología, la cual se fundamenta en la utilización de tecnologías emergentes derivadas de la biología molecular, como la genómica, la proteómica y la metabólica. (Secretaría de Economía de México s.f.).

La utilización de estas tecnologías derivadas de la biología molecular, están siendo asociadas a la orientación de nuevos campos del conocimiento de la llamada vida sintética, es decir, a la generación de organismos que podrán funcionar a partir de genes exclusivamente sintéticos, para un fin determinado.



Según la Organización de Estados Iberoamericanos, la biotecnología es un campo que desde hace tiempo despierta el interés de los políticos y gestores de la ciencia. Sus potencialidades para el desarrollo son amplias y se estima que dentro de 20 años los productos biotecnológicos alcancen el 5% del PIB de los países desarrollados. Además, la producción de conocimiento en biotecnología, medida en publicaciones científicas, casi duplicó a nivel mundial su volumen entre 2000 y 2008, representando el 4,1% de la producción científica total registrada en el SCI –*Science Citation Index*– en ese mismo período (Organización de Estados Iberoamericanos, 2010).

Los especialistas señalan que el 70% de la investigación y desarrollo biotecnológico está orientada al sector salud, mientras que el resto está orientada principalmente al sector agrícola y una fracción menor a temas ambientales (Sema, 2004).

La base del desarrollo de la biotecnología productiva en el mundo es la innovación. La forma en que los países, sus gobiernos, organizaciones y empresas invierten en I+D+I, determina en gran medida el desarrollo de la biotecnología, no sólo en el ámbito académico, sino fundamentalmente en la aplicación comercial y el desarrollo económico.

Teniendo en cuenta esta situación, varios países del mundo han desarrollado sus planes estratégicos para el desarrollo de la biotecnología. Se ha identificado que un elemento fundamental, entre los países que han avanzado en capacidades de generación, transferencia y uso de conocimiento a partir de biotecnología, es la decidida influencia de políticas concertadas y planeadas por los gobiernos para generar entornos adecuados para el desarrollo de bionegocios, alentando y favoreciendo la comercialización de los resultados de la investigación y desarrollo.

En muchas universidades de todo el mundo han enfocado grandes esfuerzos al desarrollo de la biotecnología, tal es el caso de la crea-

ción de programas académicos y centros de investigación, entre otros. Como ejemplo se tienen universidades de Estados Unidos, Canadá y Europa, y algunas universidades de América Latina, Asia y Australia, que desarrollan programas para preparar investigadores innovadores y tecnólogos de biotecnología, con el fin de fortalecer el sector productivo.

La investigación, el desarrollo y la Innovación, son factores muy importantes en la dinamización de áreas de conocimiento como la biotecnología, es por este motivo que es importante conocer algunos referentes mundiales, relacionados con la inversión en I+D.

Si se considera la inversión total de los 17 países con mayor desarrollo en biotecnología, el sector empresarial de los Estados Unidos invierte en I+D US\$14.232 millones por año, lo que constituye el 66,3% del total de la inversión para los 17 países aquí considerados.

El sector servicios constituye, en las economías más avanzadas, uno de los principales sectores de aplicación de la biotecnología, en particular los que se refieren a los servicios de salud y mejoramiento del medio ambiente.

La inversión privada en I+D en biotecnología, se presenta como un indicador de desarrollo en dicho sector, por ejemplo en el caso de Islandia el porcentaje de inversión I+D en biotecnología, corresponde al 51,4%, del total de la inversión en I+D. En el caso de países como Canadá la inversión es del 12%, Nueva Zelanda del 20,9%, Dinamarca del 23,8% (Beuzekom B y A 2006).

Colombia es considerado un país megadiverso ya que alberga aproximadamente el 10% de las diferentes formas de vida conocidas en solo el 0,7% de la superficie del planeta (Chaves y Arango, tomado de PNGIB 2009). Por su parte, en cuanto a especies endémicas, se puede afirmar que en Colombia hacen presencia aproximadamente 32 especies de mamíferos, 400 de anfibios, 66 de aves y una tercera parte de las especies de plantas existentes (Gleich *et al.*, 2000, tomado de PNGIB 2009).

Igualmente, el país tiene unas industrias agrícolas y pecuarias que generan un porcentaje elevado de las exportaciones, además de ser una importante fuente de empleo y riqueza. Sin embargo, la mayoría de ella está atrasada en términos de aplicación de conocimiento, tanto en el proceso de producción como en la transformación de los productos, y se concentra en venderlos sin agregar mayor valor en el proceso.

Lo anterior representa un gran potencial de desarrollo de industrias basadas en biotecnología, en la medida en que la biodiversidad y la producción agropecuaria nacional, son factores en los cuales el país y Antioquia poseen una ventaja comparativa única, a partir de la cual se pueden desarrollar productos y servicios novedosos con mayor valor agregado, que contribuirán significativamente al mejoramiento de la innovación y a la productividad de industrias como la farmacéutica, la agroalimentaria, la de cosméticos y la de productos naturales, entre otras, aumentando su competitividad en los mercados nacionales e internacionales.

Adicionalmente, desde finales de la década de los ochenta, se viene impulsando el desarrollo de la biotecnología en nuestro país con la creación del Programa Nacional de Biotecnología –PNB–. Dicho programa fomentó la creación de grupos de investigación, centros de investigación y desarrollo tecnológico, promoviendo la vinculación a programas internacionales. En ese proceso, desde mediados de los noventa, fueron creadas tres corporaciones que desarrollan investigación en esta área, las cuales son: La Corporación Biotec de Cali, la Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología de Bogotá y la Corporación para las Investigaciones Biológicas –CIB– en la ciudad de Medellín (Universidad Nacional de Colombia, 2003).

En 2001, Colciencias promueve la creación de la red de Centros de Desarrollo Tecnológico especializada en Biotecnología, la cual está in-

tegrada por esos tres centros y el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia (Universidad Nacional de Colombia, 2003), con el objetivo de promover el desarrollo de proyectos, que permitan generar resultados que puedan ser transferidos a la industria y mejorar su competitividad.

De igual forma, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología ha promovido la creación de un marco legal de propiedad intelectual, que busca generar confianza entre los actores del desarrollo de nuevas tecnologías. Sin embargo, aunque existe un marco regulatorio, aún se presentan tensiones cuando se hace referencia a desarrollos biotecnológicos (Universidad Nacional de Colombia, 2003).

En Antioquia, desde el 2008 se consolida BIO-INTROPIC, una alianza estratégica creada por ocho socios, entre ellos Universidad Eafit, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Universidad de Medellín, Escuela de Ingeniería de Antioquia - EIA, Universidad CES, Parque Tecnológico de Antioquia S.A. y Ecoflora S.A.S., con el fin de ofrecer en su portafolio innovaciones, proyectos, investigaciones y patentes que apunten a la valorización y uso sostenible de la biodiversidad y la biotecnología. Esta alianza ha unido esfuerzos, recursos y conocimiento de las entidades socias para generar propuestas de alto valor agregado a los sectores Agrícolas, Alimentos, Cosmético, Farmacéutico y Textil. Dentro de la oferta de gestión de conocimiento se cuenta con 40 doctores y 51 magísteres organizados en 17 grupos de investigación especializados en biodiversidad y biotecnología y 24 laboratorios de investigación, además de contar con el apoyo del Parque Tecnológico de Antioquia y la Biofábrica allí establecida, para la producción de plantas *in vitro* y bioproductos.

Todo ello ha permitido comenzar a ver avances significativos en la región en esta área y por ello motivan al Departamento a incluir en **ACTIVANTIOQUIA** la línea de Biotecnología.



Temas priorizados

Dadas las grandes oportunidades que el país y el Departamento tiene en estos mercados, y el potencial en materia de recursos biológicos, genéticos y de sus derivados, es necesario focalizar esfuerzos para la generación, transferencia y uso de conocimiento en esta área.

Antioquia le apunta a la biotecnología y para ello las múltiples iniciativas regionales, ligadas

a propuestas nacionales e internacionales, se articulan para la definición de la ruta departamental presentada en **ACTIVANTIOQUIA**, la cual parte, como las demás áreas, de un árbol de temas y de la ponderación realizada por expertos capacidades, recursos y oportunidades para avanzar en el desarrollo de capacidades basadas en el uso del conocimiento, las cuales se encuentran en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Criterios de priorización de temas Área de Conocimiento: Biotecnología

Área de Conocimiento: BIOTECNOLOGÍA			
Peso	Criterios		Porcentajes
20	Oportunidades	Potencial de mercado	5%
		Grado de novedad	4%
		Barreras de entrada	11%
30	Capacidades	De investigación: Existen las condiciones para realizar investigación en la frontera del conocimiento.	5%
		De desarrollo: Se cuenta con capacidades para realizar investigación orientada a la apropiación y transferencia.	14%
		De Innovación: Se poseen con capacidades para generar apropiación del mercado de los resultados de investigación.	11%
50	Recursos	Humanos: El perfil humano es suficiente y posee las cualidades técnicas y tecnológicas necesarias para soportar el desarrollo de capacidades.	7%
		Técnicos: Se cuenta con los ambientes, laboratorios y software necesarios para soportar el desarrollo de capacidades.	15%
		Financieros: Se tienen los recursos financieros suficientes para soportar el desarrollo de capacidades.	29%
100			100

Énfasis en desarrollo de productos para:

- Biomedicina,
- Biotejidos,
- Bioingredientes (aplicación agrícola, pecuario y humano)
- Biofarmacia,
- Bioalimentos
- Bioenergías

- Biopropagación

Lo anterior facilitará las inversiones en este sector, y al mismo tiempo permitirá una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del uso sostenible de la biodiversidad, para este caso, de los recursos biológicos, genéticos y sus derivados en toda la cadena de agregación de valor, gracias a una mayor trazabilidad del recurso.

Área de Conocimiento: Energía

La energía se puede clasificar según sus fuentes como renovables y no renovables. Aquellas que provienen de fuentes agotables son las no renovables. En cambio, la energía renovable es virtualmente infinita, como la eólica (generada por la acción del viento) y la solar, aunque también aquellas que provienen de la biomasa son clasificadas en este grupo. La explotación económica o industrial de la energía comprende diversos procesos, que varían de acuerdo a la fuente empleada.

Existe consenso internacional en que uno de los principales retos que tiene la humanidad está en resolver los problemas derivados del uso de las diferentes fuentes energéticas. Existen programas estratégicos de investigación e innovación tecnológica en todas las regiones del planeta para crear conocimiento que permita encontrar nuevas fuentes, así como sistemas de generación más eficientes y menos contaminantes.

Colombia viene explorando y explotando las diferentes fuentes energéticas renovables y en especial las no renovables como el gas, petróleo y carbón. Igualmente, el subsector eléctrico viene tomando mucha fuerza dadas las capacidades que se tienen de generación. En los últimos años, en Colombia el sector energético, subsector de hidrocarburos, ha tenido una expansión en los niveles de exportación.

En Colombia, del consumo total de energía, el petróleo y sus derivados son el 42%. Por su parte, el consumo de gas natural representa el 21%. Las energías renovables, principalmente biomasa de ineficiente combustión, ocupan el tercer lugar con el 15%. La energía eléctrica representa el 12%. Finalmente, el carbón es

la última fuente y absorbe el 9% del consumo nacional de energía.

La industria y el transporte son los sectores que más peso tienen en el consumo de energía, cada uno con el 32%; el sector residencial con el 20%, y el comercio con el 5%, son quienes los siguen.

En la Industria, el gas natural es la fuente de mayor peso al representar el 28%. La biomasa representa el 22% de las fuentes de energía, el carbón mineral el 20%, la energía eléctrica el 15%, los derivados del petróleo el 14% y el petróleo crudo el 1% restante.

Antioquia es una despensa de carbón mineral y una potencia en generación de energía eléctrica a partir de fuentes hidráulicas. Existen unos yacimientos de petróleo en la zona del Magdalena Medio y somos unos grandes consumidores de biomasa de baja eficiencia en combustión.

En lo que se refiere a la industria de generación de energía eléctrica, en Colombia la generación depende principalmente de la fuentes hidráulica –64% de la producción–. El resto se produce a partir de la generación térmica –33%–. Las empresas privadas tienen aproximadamente la mitad de la capacidad de generación, el resto es generación estatal.

En Colombia, la energía eléctrica es una industria de US\$ 8.500 millones anuales. El consumo de ésta se divide en un 42,2% para el uso residencial, 31,8% en consumo industrial, 18% en consumo comercial, 3,8% para consumo oficial, otros usos representan el 4,3%. La demanda crece en promedio en un 4% cada año, aproximadamente.]



Actualmente, el sector de energía eléctrica, bienes y servicios conexos está orientado al mercado local, pero con demostrada vocación e interés de internacionalización, impulsada por las empresas líderes del sector. Colombia podría aspirar a generar al menos U\$19 mil millones para el año 2032. Según los estudios realizados por *McKinsey & Company* en 2009, existe una gran oportunidad de capturar una porción del mercado de energía eléctrica, bienes y servicios conexos de América Latina y Estados Unidos a través de exportaciones. La oportunidad para Colombia se concentra entonces en la exportación del bien energía eléctrica, desde la generación, la transmisión y distribución en algunos mercados objetivos. Igualmente en incrementos de la participación en las ventas locales de bienes de alto valor agregado como equipos y partes para el montaje, operación y mantenimiento de sistemas eléctricos; servicios especializados para este sector, tales como ingeniería y diseño de los mismos, entre otros; al igual que exportaciones de ellos. Para lograrlo se requiere superar brechas como el fortalecimiento de la industria en el subsector eléctrico y el aumento en la formación del recurso humano.

Antioquia viene preparándose y realizando acciones para aprovechar esta oportunidad. Los principales actores del sector se han comprometido en la implementación de diferentes iniciativas para asegurar el liderazgo en esta industria.

Sin embargo, aún se requiere talento humano con competencias para realizar Investigación, Desarrollo e Innovación que permitan sofisticar los productos y servicios para segmentos específicos, desarrollar nuevos productos innovadores y competir e invertir en mercados desarrollados.

También es necesario incrementar la inversión en I+D, pues ésta aún es insuficiente, y como consecuencia, gran parte de los productos y servicios usados en Antioquia son elaborados por terceros en otros países. Igualmente, la in-

versión que se realiza en estas actividades en Colombia no se realiza en el marco de un esfuerzo conjunto de la industria para fortalecer las capacidades de creación, transferencia y uso de conocimiento para el sector como un todo.

Responder a los retos del sector energético antioqueño de manera oportuna y sistemática, no sólo depende de la introducción de nuevos arreglos institucionales en la política energética nacional, lo que en parte se ha venido realizando. También es conveniente acelerar el fortalecimiento y sinergia de las capacidades científicas y tecnológicas en energía, para la generación de conocimiento, el desarrollo de innovaciones tecnológicas, la adaptación de tecnologías y la vigilancia tecnológica en el contexto internacional.

Los nuevos retos y realidades energéticas regionales, la existencia de una masa crítica en la región para la investigación e innovación en energía, y la demostrada capacidad de planeación, gestión, fortalezas financieras y posicionamiento exitoso en el mercado de nuestras organizaciones y empresas del sector eléctrico antioqueño, han determinado condiciones favorables para que en la región inaugurara una nueva etapa en su desarrollo energético.

Desde el año 1984 se creó en Antioquia el Comité de Protección y Desarrollo de la Industria Nacional Energética liderado por Interconexión Eléctrica S.A. - ISA. Dicho Comité se incorporó a la promoción de la competitividad en el Sector mediante el conocimiento y el fomento de la calidad. De esta manera constituyó el Comité de Calidad con la participación de muchas otras empresas, creó el CIDET, cuyo objetivo conjunto llegó a trascender la coordinación de temas específicos de interés para el desarrollo del Sector Eléctrico Colombiano.

Más recientemente, Empresas Públicas de Medellín E.S.P., la Universidad de Antioquia, la Universidad Pontificia Bolivariana, la Universidad Nacional - Sede Medellín y el Instituto Tecnológico Metropolitano han trabajado conjuntamente

te en la creación del Centro de Investigación e Innovación en Energía –CIEN– como centro de I+D+I para el estudio, monitoreo y experimentación con tecnologías de aprovechamiento energético, concebido como un espacio de interacción y aprendizaje para la comunidad, las instituciones educativas, los centros de investigación y EPM (Centro de Investigación e Innovación en Energía CIEN, 2009).

Adicionalmente, en el Departamento se encuentran clasificados y reconocidos por COLCIENCIAS 63 grupos de investigación, provenientes de 20 entidades públicas y privadas, del sector productivo y el sector académico, que tienen capacidades para crear conocimiento de interés para todo el sector energético.

Temas priorizados

Antioquia es un departamento con alto potencial para la generación de conocimiento en torno a la energía, por ello, **ACTIVANTIOQUIA** priorizó, de manera similar a las otras áreas, los temas en los cuales generar capacidades competitivas territoriales en esta área de conocimiento. Al igual que en las anteriores áreas, se tuvo en cuenta el entorno en el cual se viene desarrollando el Sector a nivel regional y las tendencias a nivel nacional y global donde Antioquia tiene posibilidades para competir. Adicionalmente, se realizó una ponderación en la cual se encontraron capacidades, debilidades y oportunidades, según el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Criterios de priorización de temas Área de Conocimiento: Energía

Área de Conocimiento: ENERGÍA			
Peso	Criterios		Porcentajes
20	Oportunidades	Potencial de mercado	11%
		Grado de novedad	5%
		Barreras de entrada	8%
30	Capacidades	De investigación: Existen las condiciones para realizar investigación en la frontera del conocimiento.	6%
		De desarrollo: Se cuenta con capacidades para realizar investigación orientada a la apropiación y transferencia.	9%
		De Innovación: Se poseen con capacidades para generar apropiación del mercado de los resultados de investigación.	15%
50	Recursos	Humanos: El perfil humano es suficiente y posee las cualidades técnicas y tecnológicas necesarias para soportar el desarrollo de capacidades.	23,5%
		Técnicos: Se cuenta con los ambientes, laboratorios y software necesarios para soportar el desarrollo de capacidades.	15%
		Financieros: Se tienen los recursos financieros suficientes para soportar el desarrollo de capacidades.	7,5%
100			100

Los temas más promisorios, y por ende priorizados, son:

- Redes Inteligentes *Smart Grid*
- Servicios de ingeniería
- Eco eficiencia energética
- Combustibles alternativos



Líderes en las Áreas de Conocimiento

La definición de líderes en las áreas de conocimiento se estructura como un mecanismo hacia la concertación y el apoyo técnico que brinde los elementos fundamentales hacia el buen direccionamiento de los proyectos, así como la oportunidad frente al proceso de identificación y gestión de los mismos.

Igualmente, definir líderes en las áreas de conocimiento es una forma de señalar la importancia del área para la región y de consolidar institucionalidad alrededor de las mismas, que garanticen continuidad en los procesos de consolidación de capacidades para crear, transferir y usar conocimiento.

Los líderes propuestos en las áreas de conocimiento se caracterizan por estar conformados por acuerdos interinstitucionales que vinculan al sector público y privado, integrando agentes empresariales, universitarios y estatales, para la generación, transferencia y uso de conocimiento en un área específica.

Dichas organizaciones no necesariamente tendrán un papel administrativo ni de gestión financiera de los proyectos. Sólo son los convocados a liderar un área de conocimiento, en la cual se integrarán los proyectos de gran impacto regional, que le apuesten a la consolidación de capacidades del sistema departamental de CTel, para lograr la transformación del Antioquia en una economía que basa su competitividad en el uso de conocimiento.

ACTIVANTIOQUIA, en algunas de las áreas, tiene identificados líderes –debido a su posición en el sistema, la calidad de los agentes gestores de los mismos y los resultados por

ellos obtenidos hasta el momento–, en otros casos, desde el Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación se deberán impulsar alianzas interinstitucionales para tal fin, como es el caso de las áreas de conocimiento de Materiales y Salud y Vida.

A continuación, se presenta una breve descripción de los líderes identificados por área de conocimiento:

TICS: ARTICA

ARTICA es una alianza para el Desarrollo Tecnológico de Excelencia en TIC, apoyado por COLCIENCIAS y el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia. Fue creado en el 2009 por la Universidad de Antioquia, Universidad Nacional - Sede Medellín, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad EAFIT, UNE - EPM Telecomunicaciones y la IPS Universitaria, con apoyo en proyectos específicos de la Universidad Nacional - Sede Manizales, la Universidad ICESI y Universidad de Medellín.

Como alianza regional, aún no es un ente jurídico, pero actualmente avanza en esa dirección. ARTICA desarrolla proyectos de investigación aplicada con potencial innovador en los focos de salud, educación y entretenimiento, mediadas por TIC. Cuenta con acceso al conocimiento actualizado, proveniente de los investigadores con doctorado o maestría de las universidades y empresas socias o de aquellos expertos que aportan conocimiento y competencias en las diferentes líneas de investigación para producir soluciones integrales.

Apoya el desarrollo de la comunidad científica al fomentar la aplicación del conocimiento de maestrías y doctorados a las necesidades de las cadenas productivas y a las empresas en los focos de aplicación de conocimiento. La gestión de proyectos y de los activos de conocimiento, prototipos y modelos de utilidad generados, son transferidos al medio para su uso productivo y real generación de innovación, a través de *Spin Off*, aliados estratégicos o desarrollo de capacidades productivas en las organizaciones.

Defensa: CETAD

El CETAD es una alianza estratégica en gestación desde el año 2009. La Fuerza Aérea, la Gobernación de Antioquia, la Incubadora de Empresas de Base Tecnológica del Oriente Antioqueño, el Parque Tecnológico de Antioquia, Colciencias y algunas universidades son sus gestores. Gracias al modelo de gestión de tecnología y sustitución de importaciones se le ha permitido a la Fuerza Aérea el ahorro en costos de importación por más de US\$9 millones al año, generando capacidades territoriales de producción tecnológica y riqueza empresarial. Igualmente se han desarrollado equipos para la desactivación y destrucción de artefactos explosivos improvisados y minas antipersonal.

El CETAD ha permitido la articulación de recursos y capacidades de generación, transferencia y uso de conocimiento brindando soluciones al sector defensa, específicamente en el área aeroespacial en los helicópteros UH-60 y en al área de combate contra las minas antipersonal, aplicando desarrollos de materiales, herramientas TIC, robótica y electrónica, entre otras. Este modelo de gestión facilita la transformación y especialización productiva de Antioquia mediante la aplicación de conocimiento para la generación de nuevas oportunidades de negocios y sofisticación de la región.

De acuerdo con los lineamientos de sus gestores, actualmente se avanza en la creación

jurídica del centro, como una corporación que se integre al Sistema Nacional de CTel, para lo cual cuenta con recursos asignados por Colciencias.

Biotecnología: BIOINTROPIC

BIOINTROPIC es una alianza estratégica creada desde el 2008 por ocho socios, entre ellos la Universidad Eafit, la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, la Universidad de Medellín, la Escuela de Ingeniería de Antioquia - EIA, la Universidad CES, el Parque Tecnológico de Antioquia S.A. y Ecoflora S.A.S., con el fin de construir una propuesta novedosa que ofrece en su portafolio innovaciones, proyectos, investigaciones y patentes que apuntan a la valorización y uso sostenible de la biodiversidad y la biotecnología.

BIOINTROPIC ha unido esfuerzos, recursos y conocimiento de sus entidades gestoras para generar una propuesta de alto valor agregado a los sectores Agrícolas, Alimentos, Cosméticos, Farmacia y Textil alrededor de líneas emergentes como son el BIO-Agrotecnología, BIO-Ingredientes, BIO-Energía y BIO-Tecnologías Ambientales. Esta articulación contribuye a la generación de conocimiento, valorización de la biodiversidad, diferenciación en sectores industriales, generación de nuevas oportunidades de negocios y sofisticación de la región.

En la oferta tecnológica BIOINTROPIC se cuenta con 40 doctores y 51 magisteres organizados en 17 grupos de investigación especializados en biodiversidad y biotecnología, y 24 laboratorios de investigación, además de contar con el apoyo del Parque Tecnológico de Antioquia S.A., la Biofabrica para la producción de plantas *in vitro* y la empresa de Bioproductos Ecoflora S.A.S.

BIOINTROPIC, de acuerdo con su oferta tecnológica y demandas del mercado, tiene por objeto promover la prestación de servicios de transferencia tecnológica, la comercialización de resultados de investigación, y la gestión de



portafolios tecnológicos y proyectos de innovación que apuntan a la valorización y uso sostenible de la biodiversidad y la biotecnología.

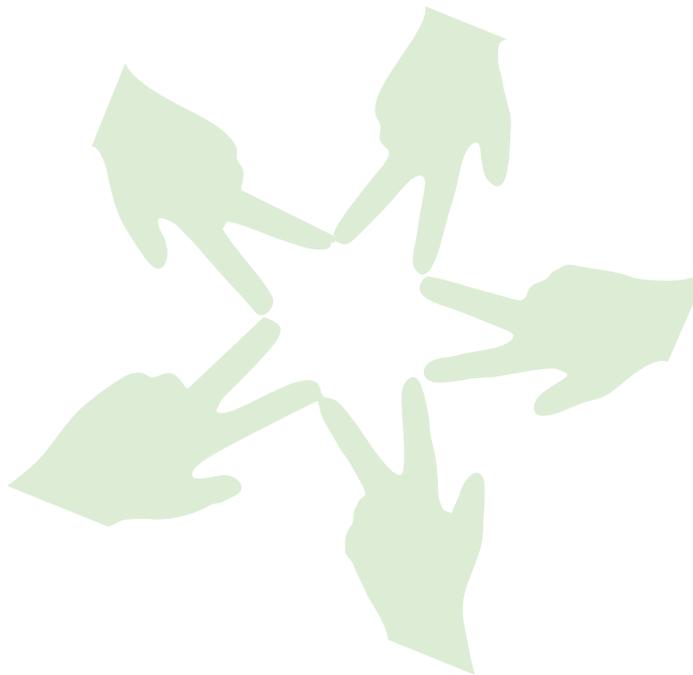
Energía: CIEN

El Centro de Investigación e Innovación en Energía –CIEN– es un proyecto de innovación colaborativa de largo plazo, que se estructura desde una propuesta dinamizadora del conocimiento, la innovación tecnológica y el crecimiento conjunto.

Pretende aprovechar las capacidades de empresas del Sector Energía como EPM, las fortalezas académicas de las universidades, grupos de investigación y centros de desarrollo tecnológico de Antioquia, y la variedad de recursos naturales del país, con foco en la búsqueda de soluciones para el mercado energético mundial.

Los principales aliados son Empresas Públicas de Medellín, la Universidad de Antioquia, la Universidad Pontificia Bolivariana, la Universidad Nacional - Sede Medellín y el Instituto Tecnológico Metropolitano. Ellos han trabajado conjuntamente en la creación de un Centro de I+D+I para el estudio, monitoreo y experimentación con tecnologías de aprovechamiento energético, concebido como un espacio de interacción y aprendizaje para la comunidad, las instituciones educativas, los centros de investigación y las empresas.

Actualmente, está avanzando en el proceso de conformación como ente jurídico, lo cual le facilitará su integración en el Sistema Nacional de CTel. Con ello, se propende por el desarrollo de nuevos productos, servicios y líneas de negocio a partir de la investigación, pasando por el desarrollo experimental, el escalamiento y la comercialización, para satisfacer las necesidades energéticas del mercado.



Fuentes de Financiación

La Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo de 1993 (conocida como la *Misión de Sabios*), planteó como meta de inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación, llegar al 1% del PIB en 1998 y al 2% en 2008. Hoy, casi 20 años después, el país apenas supera el 0,39% en Actividades de CTel –ACTI–, de los cuales Investigación y Desarrollo (I+D) alcanza el 0,16%. Según el Observatorio Colombiano de CTel, para el 2009 en Antioquia, el porcentaje de inversión en ACTI con respecto al PIB departamental llegó al 0,5% y en I+D al 0,28%.

ACTIVANTIOQUIA es una hoja de ruta que busca un crecimiento sostenido y sostenible de la economía antioqueña, mediante la consolidación de capacidades competitivas basadas en conocimiento. Para ello define seis áreas de conocimiento, en las cuales formular proyectos de CTel, y generar así un nivel de inversión, en este tema, superior al actual.

Llegar a una inversión en I+D equivalente al 0,75% –a partir del 2016– del PIB departamental implica aumentar decididamente el esfuerzo que se realiza actualmente. Es cierto que los líderes mundiales están por delante de esa cifra y que lograrla, en el mejor de los casos, serviría para que el Departamento no siga perdiendo terreno frente a otros territorios, pero suponer que Antioquia puede lograr, por ejemplo, el 1,0% de inversión en I+D o una cifra superior, de manera sostenible en los próximos cinco años, no es realista.

Lograr los recursos requeridos para la ejecución de este Plan requiere acceder a fondos existentes en entidades como COLCIENCIAS, SENA y en especial el recién creado Fondo de

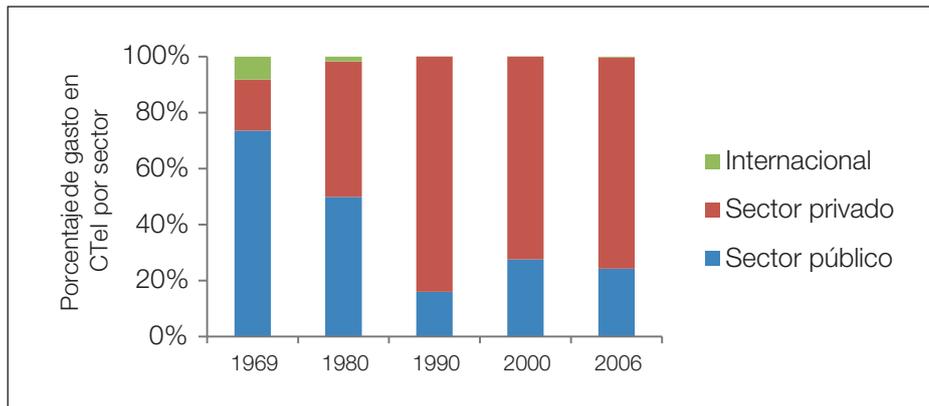
Ciencia, Tecnología e Innovación proveniente de Sistema General de Regalías. Igualmente debe apalancarse en los recursos de los entes territoriales, apelar a la participación del sector productivo y a fuentes internacionales.

Es importante reiterar que alcanzar una cifra específica de financiación no basta para que el Sistema Departamental de CTel sea exitoso e impulse el desarrollo regional. Esa financiación debe complementarse con otros elementos como los ya mencionados, pero sin duda es el primer paso y envía una clara señal sobre las prioridades del Departamento.

Si bien es cierto que la experiencia internacional muestra que existe una activa participación del sector privado en la financiación, también lo es que en las primeras fases de desarrollo de los Sistemas de CTel se requieren fuertes impulsos y decisiones que sólo el sector público está en capacidad de ofrecer. A medida que los esfuerzos de este sector empiecen a mostrar resultados, el sector privado tomará el relevo, asumiendo el liderazgo y aportando la mayor parte de las inversiones requeridas.

En el ejemplo de Corea del Sur, –ver Gráfico 4–, podemos constatar como al inicio del proceso fue el sector público quien jugó un papel decisivo que disminuyó progresivamente a medida que el sector privado se fortalecía y estaba en capacidad de destinar mayores recursos. Nótese que no quiere decir que el gobierno redujera la cantidad de recursos invertidos, de hecho, estos han seguido incrementándose en términos absolutos. Lo que muestra el Gráfico es que al crecer la economía y entrar en juego otros agentes, proporcionalmente disminuyó su participación.

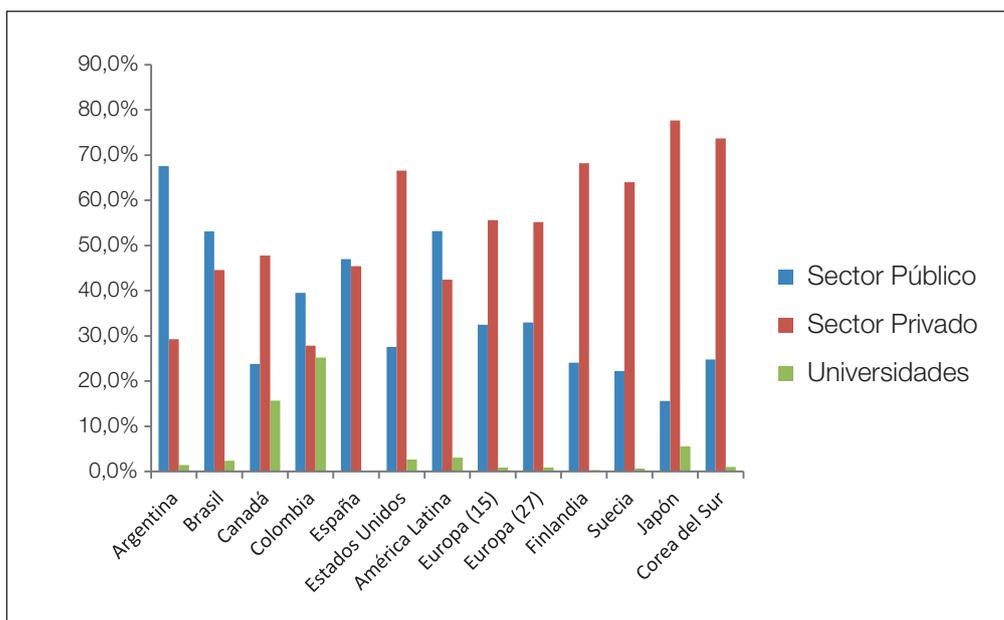


Gráfico 4. Evolución sectorial de la financiación de la CTel en Corea del Sur

Fuente: Cálculos propios con base en estadísticas de la OECD

Aunque este patrón de comportamiento no es único, ilustra como en las primeras etapas el sector público puede jugar un papel decisivo en destrabar las fallas de mercado, impulsar el sistema y ayudarlo a convertirse en autosostenible. Como lo indica el Gráfico 5, la tendencia

marcada parece ser que en los países de alto desarrollo el grueso del esfuerzo corre a cargo del sector privado, mientras que en los países más atrasados es el sector público quien asume el liderazgo (en América Latina esa cifra representa el 53% en promedio).

Gráfico 5. Distribución del esfuerzo financiero en CTel por sectores en algunos países y regiones seleccionados en 2008

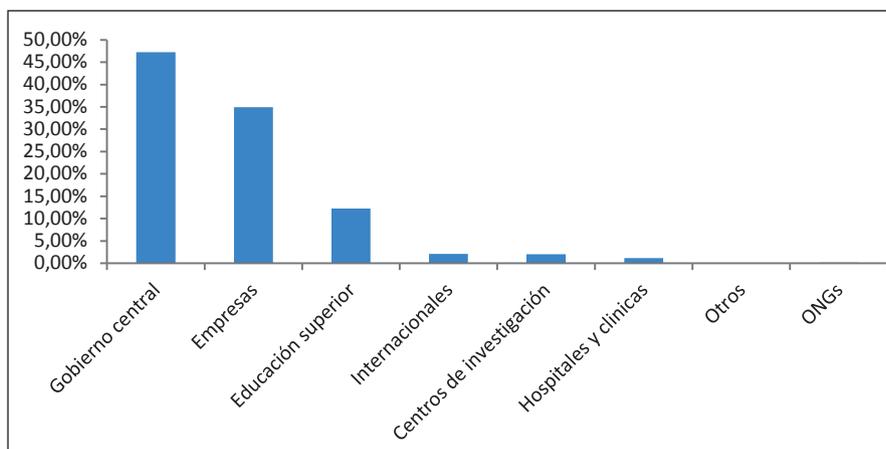
Fuente: Cálculos propios con base en datos de la OECD y el Ricyt.

De acuerdo con el OCyT, en Colombia el sector público contribuyó en 2009 con el 59,5% de la financiación de la CTel; por su parte, el sector privado lo hizo con el 37,76% y los recursos provenientes del exterior representaron el 2,73%. En el Gráfico 6, se desagrega aún más la información, observándose cómo para ese mismo año las entidades del gobierno central aportaron el 47,24% de los recursos; las empresas contribuyeron con el 34,92%; las instituciones de educación superior participaron con el 12,26%; los centros de investigación y desarrollo con el 2,06%, y el resto

provino de otras fuentes, cuyos porcentajes sumados fueron del 3,52%.

Sugerir invertir los roles no sólo no tiene sentido, sino que desconocería la experiencia de otros países que han demostrado resultados sobresalientes en poco tiempo. Bajo una perspectiva sistémica, si la inversión en CTel comienza a producir frutos como efectivamente se espera, seguramente la economía crecerá a tasas mayores y todos los agentes se verán gradualmente más propensos a destinar recursos para la CTel.

Gráfico 6. Distribución de la financiación de la CTel en Colombia, 2009



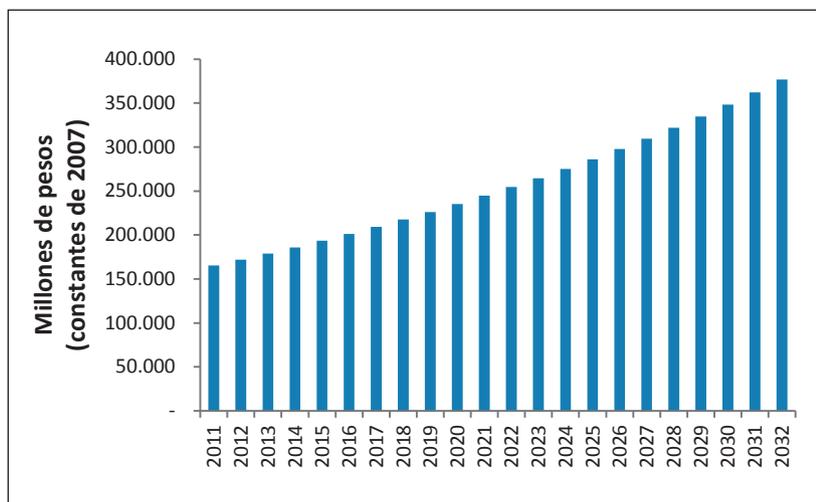
Fuente: Cálculos propios con base en datos del OCyT.

Si Antioquia destinará el 1% de su PIB para actividades de CTel, en el 2011 se invertirían cerca de \$720 mil millones en dichos temas. Según esta distribución de esfuerzos en la fi-

nanciación de la CTel, en el Departamento se requeriría un esfuerzo adicional anual cercano a los \$185 mil millones –sólo para el sector gubernamental.



Gráfico 7. Esfuerzo adicional requerido por parte de los entes gubernamentales presentes en Antioquia para alcanzar el objetivo del 1%, 2010 – 2032



Fuente: Cálculos propios.

Frente a estos incrementos tan radicales puede pensarse que la gradualidad es la mejor opción. Sin embargo, las proyecciones no son satisfactorias. Supongamos que todos los agentes (públicos, privados, internacionales, etc.) aumentasen sus aportes en un 10% cada año hasta el 2032, una cifra significativa que sugiere un compromiso decidido de la región, y que gradualmente iría incrementando el tamaño de estas actividades dentro de la estructura económica regional. El objetivo de alcanzar inversiones en CTel, como una cifra equivalente al 1% del PIB, no sería alcanzable en Antioquia sino hasta el 2022, y llegar al 1,5%, sólo se lograría en 2030.

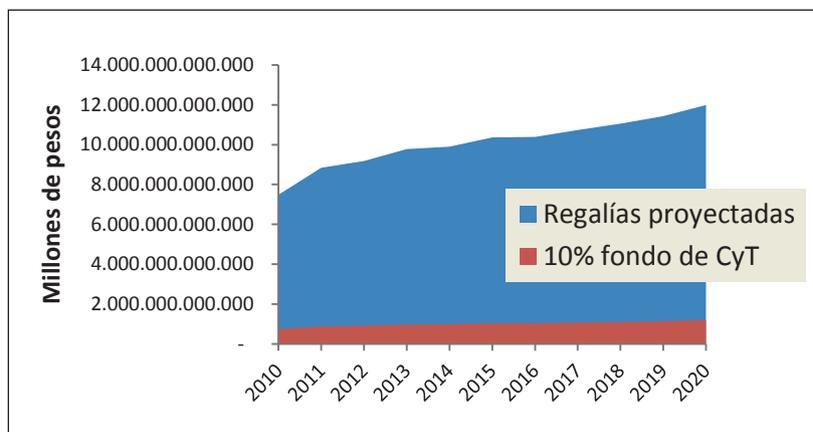
Durante esas dos décadas, seguramente los competidores de Antioquia habrán elevado más los recursos invertidos, y a la par, continuarán consolidando y construyendo su institucionalidad, por lo que si hoy esos porcentajes resultan apenas aceptables, en veinte años serán del todo insuficientes para que el Departamento sea competitivo en el contexto internacional. De ahí, que el llamado a realizar cambios radicales tenga más sentido que nunca, y más bien la discusión sea cómo

lograr en poco tiempo que esos recursos no se desperdicien y la institucionalidad regional pueda gestionarlos adecuadamente.

La mejor alternativa que se perfila en el horizonte para inyectar recursos adicionales al Sistema Departamental de CTel, está dada por la recién aprobada reforma constitucional del Sistema General de Regalías, la cual será reglamentada en el Congreso de la República.

El Ministerio de Hacienda (2010) prevé que durante los próximos años Colombia vivirá un “boom minero” que elevará notablemente los ingresos por regalías. En términos generales lo definido en el Acto Legislativo 05 de 2011, fue destinar el dinero de las regalías a varios fondos (de ahorro y estabilización; de ciencia y tecnología; de compensación regional, y de desarrollo regional). En el caso específico del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación, se contará con el 10% de las regalías. En el Gráfico 8 se observan los montos que se espera reciba el país por concepto de las regalías hasta el año 2020. Si este escenario se hace realidad, el 10% equivaldría a una cifra cercana a los 918 mil millones de pesos en 2012, y llegaría a los casi 1,2 billones de pesos en 2020.

Gráfico 8. Regalías proyectadas (2010 – 2020) y recursos proyectados para el Fondo de Ciencia y Tecnología



Fuente: Cálculos propios con base en datos del Ministerio de Hacienda.

Mediante la ley reglamentaria viene la instrumentación con la cual se asignarán los recursos entre las distintas regiones de Colombia. Con la construcción de **ACTIVANTIOQUIA**, el Departamento traza la ruta a seguir para acceder a estos nuevos recursos que ingresarán al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, buscando la consolidación de capacidades competitivas territoriales basadas en conocimiento, desde seis áreas estratégicas de conocimiento en las cuales se incrementará el talento humano de alto nivel de formación disponible en el territorio, se desarrollarán competencias de innovación en las empresas establecidas en el territorio y se fomentará la creación y establecimiento de empresas que usen de manera intensiva el conocimiento.

Con estos recursos, desde **ACTIVANTIOQUIA** se trazan los temas en los cuales los agentes deben formular proyectos para acceder a este fondo de financiación. Así pues **ACTIVANTIOQUIA** es el mecanismo con el cual el Sistema Departamental de CTel se preparara institucionalmente para captar de la manera más efectiva y eficiente estos recursos, con la meta de acceder a \$300.000 millones en los primeros cinco años de operación del Fondo de Ciencia,

Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

El reto que tiene el sector gubernamental territorial es definir nuevas fuentes que permitan financiar los recursos adicionales para actividades de CTel en el 2012, incrementar esa cifra de forma sostenida en los años siguientes, e incluso, si se busca ser más ambicioso, aumentar el aporte adicional a partir del 2016. Igualmente, debe estimular la participación directa en la financiación de CTel a los demás agentes del Sistema.

Las instituciones de educación superior y el sector privado, deben incrementar sustancialmente sus aportes en los próximos años. En el primer caso, sería deseable que las universidades privadas aumenten los montos destinados a investigación, pero dado que la mayor parte de la investigación del país es realizada por universidades públicas que dependen de los recursos estatales, se ve enfrentada a restricciones similares a las enunciadas para los entes gubernamentales. Sólo existe una diferencia significativa que no debe menospreciarse y que se ha fortalecido durante los últimos años: las universidades pueden autofinanciar



parte de su investigación vendiendo sus servicios y apoyándose en una mejor relación con el sector privado. Claro que el proceso todavía debe consolidarse para lo que se requieren mejores incentivos y posiblemente nuevos instrumentos de coordinación.

El sector privado tiene un reto enorme que sólo será alcanzable si cuenta con el apoyo de los demás agentes del sistema. Los mecanismos de coordinación son fundamentales en este aspecto, y específicamente, estrechar y dinamizar la relación con las universidades y centros de investigación es una labor conti-

nua que nunca puede descuidarse. De todas formas, para que los empresarios cumplan su cometido es importante tener en cuenta la racionalidad de los negocios: nadie invertirá en actividades de CTel simplemente por sentimientos altruistas o por reflexiones abstractas sobre el desarrollo regional; las inversiones sólo se realizarán si pueden obtenerse beneficios económicos tangibles. Únicamente con la creación de un entorno que ofrezca buenas tasas de rentabilidad, será posible atraer al sector privado y alcanzar las cifras de inversión propuestas.

Indicadores, Metas y Seguimiento

En la publicación *Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la Innovación en Colombia*, de Robledo et al. (2009), determina que una de las condiciones para recortar la brecha de conocimiento es generar información pertinente y facilitar el acceso a bases de estos datos. Según este estudio, ese es un asunto que ha sido resuelto, en gran medida, en varios de los países de la OCDE, pero en Colombia todavía es un problema por resolver, lo cual genera impactos en la cantidad y calidad de la investigación y el conocimiento producido.

La información disponible en Colombia no ofrece datos regulares suficientes para construir series temporales que puedan abordarse desde las metodologías econométricas. En su lugar debe recurrirse a técnicas estadísticas de carácter descriptivo y de análisis multivariado.

Lo anterior supone para **ACTIVANTIOQUIA** esfuerzos, como realizar programas integrados que se orienten al cumplimiento de los indicadores que se definan y desarrollar un

sistema de información propio, organizado e integrado a las redes de conocimiento del Sistema Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación, en el que se conjuguen las iniciativas públicas con los esfuerzos provenientes del sector privado. Para esto último, deberá contarse con el liderazgo de la Dirección de Sistemas de Indicadores del Departamento Administrativo de Planeación Departamental, el acompañamiento de la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Secretaría de Productividad y Competitividad, y el aval del Consejo Departamental de CTel.

Los agentes que hagan parte de los proyectos que se presenten al Sistema General de Regalías, así como aquellos que se vinculen de cualquier manera con el Gobierno Departamental, deberán acreditar para ello su inscripción, participación y alimentación del sistema de información del Sistema Departamental de CTel.

Los principales indicadores a los cuales se deberá realizarse seguimiento y evaluación anual son los siguientes:

Concepto	Unidad de Medida	Base 2011	Meta 2021	
Recursos Aplicados a I+D	Inversión en I+D respecto al PIB	0,28%	1,5%	
	Inversión en I+D por habitante	US\$19.25	US\$132*	
	Inversión en I+D por actividad	Inv. Bsc.	24%	20%
		Inv. Apl.	47%	25%
		Dllo. Exp.	29%	55%
	Inversión por tipo de Agente	Empresa	39%	70%
Estado		63%	30%	

Esta meta se traza con base en una proyección de crecimiento anual promedio del 7% para PIB departamental realizada a precios constantes, y con base en el estimado de crecimiento poblacional realizado por el Departamento Nacional de Estadística –DANE– la cual dice que en Antioquia, a 2020 la población debe ser de 6.900.000 personas.



Concepto	Unidad de Medida	Base 2011	Meta 2012
Proyectos en Sistema General de Regalías -SGR-	Proyectos presentados a SGR	N/A	6
	Proyectos Aprobados en SGR	N/A	6
	Áreas de Conocimiento con Proyecto Aprobado en SGR	N/A	6
	Agentes del SDCTel vinculados a Proyectos aprobados en SGR	N/A	75
	Recursos obtenido del SGR para Proyectos del SDCTel (en Millones de pesos)	N/A	\$50.700
	Meta acumulada a 2021		\$650.000

Los recursos proyectados del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del SGR para el departamento de Antioquia se estiman en \$650.000 millones para los próximos 10 años. Se contempla la meta de asignar el 100% de los recursos a los proyectos presentados por los agentes del Sistema Departamental de CTel en iniciativas alineadas en cada área de conocimiento. Se definen seis proyectos como meta por las áreas estratégicas definidas en este Plan, es decir, uno por cada área.

Concepto	Unidad de Medida	Base 2011	Meta 2021
Personal dedicado a I+D	Investigadores	3.714	11.714
	Apoyo a la Investigación	N/D	5.406
	Administrativos	N/D	901

Cifra proyectada teniendo en cuenta un 65% del total del personal dedicado a investigación como investigadores, un 30% de personal de apoyo a la investigación y un 5% de personal dedicado a labores administrativas. Con el cumplimiento de esta meta se espera que Antioquia llegue a cinco personas dedicadas a investigación por cada mil personas de la población económicamente activa.

Concepto	Unidad de Medida	Base 2011	Meta 2021
Densidad Empresarial Innovadora	Total Empresas activas	67.000	107.000
	No Innovadoras	N/D	62.000
	Potencialmente Innovadoras	N/D	24.000
	Innovadoras en Sentido Amplio	N/D	18.000
	Innovadoras en Sentido Estricto	N/D	3.000

Con el actual número de empresas establecidas en el Departamento, la densidad de empresas por habitante es de 94. Se espera incrementar el número de empresas hasta llegar a una densidad de 65 habitantes por empresa activa. Igualmente, se busca que el tipo de empresas nacientes así como el desarrollo de competencias de innovación en las existentes, lleve a una estructura de producción basada en el uso de conocimiento.



Concepto	Unidad de Medida	Base 2011	Meta 2021
Creación de Empresas Innovadoras	Nº de Nuevas Empresas Potencialmente Innovadoras en áreas de conocimiento priorizadas	N/D	6.200
	Nº de Nuevas Empresas Innovadoras en Sentido Amplio en áreas de conocimiento priorizadas	N/D	9.300
	Nº de Nuevas Empresas Innovadoras en Sentido Estricto en áreas de conocimiento priorizadas	N/D	1.500

La creación de nuevas empresas con base en la aplicación de conocimiento es una línea de acción estratégica para el desarrollo económico y competitivo territorial. El enfoque por área de conocimiento permite la especialización del territorio en mercados específicos globales.

Concepto	Unidad de Medida	Base 2011	Meta 2021
Producción Tecnológica	%Exportaciones Tecnología media y alta	16%	32%

Duplicar las exportaciones de tecnología media y alta es una meta trazada a nivel nacional, lo cual es coherente con la meta de incluir de manera intensiva el conocimiento en los sistemas de producción.

Concepto	Unidad de Medida	Base 2011	Meta a 2021
Propiedad intelectual / Transferencia de tecnología	Solicitud de patentes nacionales por residentes Antioqueños	N/D	350
	Solicitud patentes internacionales por residentes Antioqueños	N/D	200
	Patentes Nacionales Otorgadas a residentes Antioqueños	N/D	200
	Patentes Internacionales Otorgadas a residentes Antioqueños	N/D	120
	Número de contratos relacionados con propiedad intelectual y transferencia de tecnología	N/D	11.000

Esta meta acumulada a 2021, está orientada a duplicar la solicitud y obtención de patentes y demás instrumentos de protección industrial del conocimiento, por parte de residentes antioqueños.

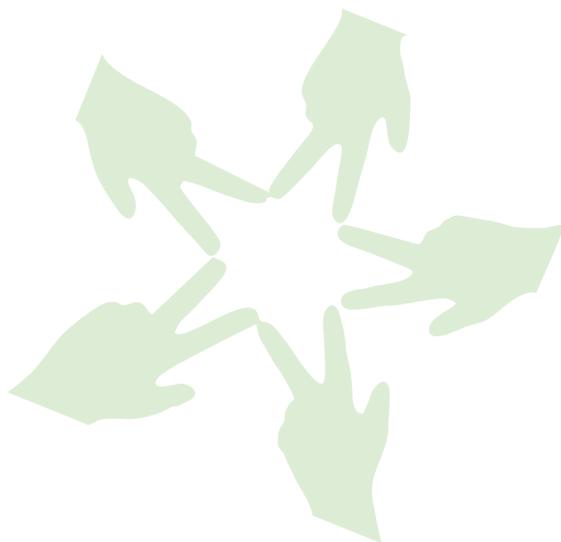
Concepto	Unidad de Medida	Base 2011	Meta 2021
Actividades de difusión de resultados de producción y aplicación de conocimiento en las áreas priorizadas	Eventos especializados (conferencias, congresos, simposios, foros)	N/D	100
	Ferias y actividades colectivas con fines de la promoción comercial de productos de conocimiento y productos basados en la aplicación intensiva de conocimiento	N/D	1.500



Durante los próximos años, el territorio debe concentrarse en proyectar la importancia que tiene en la agenda pública y privada la generación, transferencia y uso de conocimiento, para lo cual los eventos especializados tienen un efecto positivo y alto. Igualmente debe incentivarse la articulación de conocimiento con producción y cerrar la brecha entre prototipo y mercado para lo cual se define la meta de 1.500 acciones en ese sentido.

Concepto	Unidad de Medida	Base 2001-2008	Meta a 2021
Impacto científico de producción local de conocimiento en las áreas de conocimiento	Artículos/publicaciones en Science Citation Index-Expanded	1.601	24.000
	Artículos registrados	14.900	67.000
	Libros	2.091	8.000
	Otra Producción técnica	1.882	12.000

La publicación de resultados de investigación así como la calidad de los mismos medida a partir de las citas que de esto se haga, es una de las evidencias de la capacidad de creación de conocimiento de un territorio. Por ello se definen los anteriores indicadores. El objeto de estas investigaciones y publicaciones debe mantener la orientación hacia lograr innovaciones que beneficien el sistema económico territorial.



La meta de graduados está proyectada como acumulada al igual que la de matriculados en el período 2012-2021. Las cifras de graduados que sirven como base fueron obtenidas en el Observatorio Laboral para la Educación. Las cifras de matrícula se obtuvieron del Sistema Nacional de Información de Educación Superior. Ambos en www.mineducación.gov.co.

Concepto	Unidad de Medida	Base 2001-2010	Último año 2010	Meta 2012-2021	
Formación de Recurso Humano en las áreas estratégicas de conocimiento priorizadas *Incluye todas las áreas de conocimiento **Dato acumulado a 2010. También incluye todas las áreas de conocimiento.	Total de personas matriculadas en educación superior en Antioquia*	193.057**		314.700	
	Total de de personas graduadas en educación superior en Antioquia*	Hombres	96.475	12.419	127.000
		Mujeres	116.770	15.588	172.000
	Personas matriculadas como técnicos y tecnólogos en Antioquia*	Hombres	24.287	2.731	48.300
		Mujeres	26.857	3.397	57.700
	Número de personas matriculadas en nivel profesional en Antioquia*	Hombres	52.271	6.685	92.000
		Mujeres	68.662	8.895	122.000
	Número de personas matriculadas en nivel especialista en Antioquia*	Hombres	17.237	2.513	34.100
		Mujeres	19.281	2.907	48.700
	Número de personas matriculadas en nivel maestría en Antioquia	Hombres	2.537	454	4.300
		Mujeres	1.909	368	4.100
	Número de personas graduadas en nivel doctorado en Antioquia	Hombres	143	36	340
		Mujeres	61	21	300
	Número de personas en formación en nivel maestría fuera del país financiado por ACTIVANTIOQUIA	Hombres	N/D	N/D	1.000
		Mujeres	N/D	N/D	1.200
Número de personas en formación en nivel doctorado fuera del país financiado por ACTIVANTIOQUIA	Hombres	N/D	N/D	240	
	Mujeres	N/D	N/D	260	
Número de nuevos programas de nivel maestría creados en Antioquia				18	
Número de nuevos programas de nivel doctorado creados en Antioquia				6	



Síntesis ACTIVANTIOQUIA –Marco de Acción–

CONSEJO DEPARTAMENTAL DE CTeI –CODECYT–					
Energía	TIC	Salud y Vida	Defensa	Materiales	Biotecnología
<p>Redes Inteligentes <i>Smart Grid</i></p> <p>Servicios de Ingeniería</p> <p>Eficiencia Energética</p> <p>Generación, almacenamiento y suministro de Energía. (incluye alternativas)</p>	<p>Redes Inteligentes <i>Smart Grid</i></p> <p>Desarrollo de Sistemas embebidos, contenidos y aplicaciones con énfasis en dispositivos móviles para: Salud y TeleSalud, TeleEducación, Seguridad.</p> <p>ID-TV móvil, Aplicaciones <i>wireless</i>, Tecnologías de última milla</p>	<p>Contenidos para e-salud</p> <p>Producción y desarrollo de tejidos, medicamentos y equipos biomédicos para clínica básica, ayudas diagnósticas e imagenología.</p> <p>Internacionalización de la Salud</p>	<p>Ingeniería inversa y desarrollos de ingeniería en equipos aeronáuticos.</p> <p>Sustitución de importaciones en materiales y equipos para la defensa.</p> <p>Equipos para soluciones de desminado.</p>	<p>Procesos mineros desde la prospección hasta el cierre.</p> <p>Procesos de transformación y desarrollo de materiales compuestos, químicos, preciosos, energéticos, de construcción, polímeros, cerámicos, pigmentos y reciclaje de residuos</p>	<p>Énfasis en desarrollo de productos para:</p> <p>Biomedicina,</p> <p>Bioingredientes (aplicación agrícola, pecuario y humano),</p> <p>Bioalimentos y Bioenergías</p> <p>Biopropagación</p> <p>Bioprocesos</p>
Temas priorizados					

Líneas de Acción y de Trabajo en Todas las Áreas de Conocimiento		
Formación de Talento Humano de Alto Nivel	Desarrollo de Competencias de Innovación en Empresas Establecidas en el Territorio	Creación de Empresas de Uso Intensivo de Conocimiento en el Departamento
<p>Formación de Talento Humano en el Exterior</p> <p>Formación de Talento Humano en Antioquia</p> <p>Formación de Talento Humano en Colombia (Excluye Antioquia)</p> <p>Atracción de Talento Humano Formado hacia Antioquia</p>	<p>Integración Talento Humano a Empresas</p> <p>Infraestructura para la Innovación</p> <p>Proyectos en Alianza UEE</p> <p>Sustitución de Importaciones Tecnológicas</p> <p>Certificaciones para Acceder a Mercados de Conocimiento</p> <p>Protección de Conocimiento y Propiedad Intelectual</p>	<p>Fomento al Emprendimiento y la Creación de Empresas de uso Intensivo de Conocimiento</p> <p>Sostenibilidad a nuevas Empresas de uso Intensivo de Conocimiento</p> <p>Consolidación y Expansión de nuevas Empresas de uso Intensivo de Conocimiento</p> <p>Visibilidad de Emprendimiento y nuevas Empresas de uso Intensivo de Conocimiento</p>

CONSEJO DEPARTAMENTAL DE CTeI –CODECYT-																																									
Línea de Acción		Energía				TIC				Salud y Vida				Defensa				Materiales				Biotecnología																			
Nodo		CIIEN				ARTICA				CONG1.				CETAD				CONG2.				BIOINTROPIC																			
Talento Humano Interior Local Atracción	Exterior	30%	20%	35%	15%	20%	35%	10%	30%	35%	15%	20%	30%	15%	30%	10%	40%	15%	30%	20%	30%	10%	45%	15%	30%	35%															
	Interior	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%														
	Local	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%														
	Atracción	15%	10%	15%	15%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%														
Competencias de Innovación Infraestructura Sustitución Importaciones Tec. Certificaciones Propiedad Intelectual	Exterior	15%	20%	20%	30%	20%	20%	30%	30%	25%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%														
	Interior	50%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%														
	Local	15%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%														
	Atracción	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%														
Creación de Empresa Sostenibilidad Consolidación Visibilidad	Exterior	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%														
	Interior	30%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%													
	Local	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%													
	Atracción	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%													
RECURSOS		52.121				43.363				77.272				68.787				52.121				13,9%				19,4%				13,9%				68.787				19,4%			



