

ESTABLECIMIENTO DE UNA OPORTUNIDAD DE NEGOCIO A PARTIR DE
LOS CONOCIMIENTOS, PRODUCTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA QUE SE
GENERAN DESDE EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEMI DE LA
UNIVERSIDAD EAFIT

LUIS FERNANDO GUERRA TRESPALACIOS
HARVY CORREA HERRERA

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2009

ESTABLECIMIENTO DE UNA OPORTUNIDAD DE NEGOCIO A PARTIR DE
LOS CONOCIMIENTOS, PRODUCTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA QUE SE
GENERAN DESDE EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEMI DE LA
UNIVERSIDAD EAFIT

LUIS FERNANDO GUERRA TRESPALACIOS
HARVY CORREA HERRERA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Asesores
Jorge Hernán Mesa Cano

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2009

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	8
1. ANTECEDENTES	9
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA O MEJORA	11
3. JUSTIFICACIÓN	15
4. OBJETIVOS	17
4.1. OBJETIVO GENERAL	17
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4.2.1. Objetivo 1.	17
4.2.2. Objetivo 2.	17
4.2.3. Objetivo 3.	17
4.2.4. Objetivo 4.	17
5. METODOLOGÍA	18
6. ENTORNO DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEMI	20
6.1. GRUPO DE ESTUDIOS EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL (GEMI)	20
6.1.1. Información General	20
6.1.2. Líneas de Investigación	20
6.1.3. Proyectos en desarrollo	20
6.1.4. Proyectos terminados, productos tecnológicos, software desarrollado	21
6.1.4.1. Proyectos Terminados	21
6.1.4.2. Productos Tecnológicos	24
6.1.4.3. Software Desarrollado	24
6.1.5. Personal que integra el Grupo GEMI actualmente.	25
6.1.6. Síntesis del grupo de investigación GEMI	26
6.2. CENTRO DE LABORATORIOS	29
6.2.1. Servicios Docentes	30
6.2.2. Servicios de extensión	30
6.2.3. Laboratorio de Mecánica Experimental	32

6.3.	VISIÓN ESTRATÉGICA DE LA UNIVERSIDAD EAFIT FRENTE A LA INVESTIGACIÓN	32
6.3.1.	Misión y visión de la Universidad EAFIT	33
6.4.	ANTECEDENTES	34
6.4.1.	Spin-off a partir de grupos de investigación	34
6.4.2.	Start-Up	36
6.4.3.	Comité Universidad - Empresa - Estado - Tecnova	37
6.4.4.	Estado, gestiones en torno a la Investigación, innovación y emprendimiento	38
6.4.4.1.	Gobierno Nacional – Plan de desarrollo – Plan 2019	38
6.4.4.2.	Gobierno Departamental	40
6.4.4.3.	Gobierno Municipal	41
6.4.5.	Colciencias y la investigación en Colombia	43
6.4.6.	Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología	44
6.4.7.	Tendencias a nivel mundial frente a la investigación	45
6.4.7.1.	Universidades de tercera generación	45
6.4.7.2.	Parques científicos y tecnológicos	47
7.	AUTOEVALUACIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEMI – LÍNEA DE DIAGNÓSTICO TÉCNICO	49
7.1.	ARTICULACIÓN DEL GRUPO HACIA LA UNIVERSIDAD	49
7.2.	EL PRODUCTO	51
7.3.	EL PROCESO	52
7.4.	CAPACIDADES	53
8.	OPORTUNIDAD DE NEGOCIO QUE SE PLANTEA	57
8.1.	CONCEPTO DE NEGOCIO	59
8.2.	FACTOR INNOVADOR DE LA INICIATIVA	60
8.3.	MODELO O SISTEMA DE NEGOCIO	61
8.4.	IMPACTO DEL PROYECTO EN LO ECONÓMICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ACADÉMICO	64
8.5.	PLAN COMERCIAL	66

9.	CONCLUSIONES	68
10.	BIBLIOGRAFÍA	79
10.1.	BIBLIOGRAFÍA CLÁSICA	79
10.2.	BIBLIOGRAFÍA EN INTERNET	80
	ANEXOS	86

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Línea de Diagnóstico Técnico.....	26
Figura 2 Análisis gráfico (Ideal vs Autoevaluación) - Línea Diagnóstico Técnico ..	55
Figura 3 Autoevaluación Cualitativa - Línea de Diagnóstico Técnico	55
Figura 4 Resultados Autoevaluación Cualitativa - Línea de Diagnóstico Técnico..	56
Figura 5 Fases en la creación de una Empresa-Concepto	57
Figura 6 Proceso de creación de una Empresa.....	58
Figura 7 Proceso característico de creación y desarrollo de Start-up.....	58
Figura 8 Esquema de funcionamiento del GEMI.....	62
Figura 9 Spin off para GEMI	63
Figura 10 Start Up para GEMI	64

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Percepción del Coordinador de la línea de Diagnóstico Técnico del grupo de investigación GEMI sobre la investigación en EAFIT.....	86
Anexo 2. Percepción del Rector sobre la investigación en EAFIT	88
Anexo 3. Percepción del Decano de la Escuela de Ingenierías sobre la investigación en EAFIT	91
Anexo 4. Talleres y Laboratorios de la Escuela de Ingeniería con los que cuenta la Universidad EAFIT	93
Anexo 5. Listado de los equipos del laboratorio de mecánica experimental.....	94
Anexo 6. Percepción del Director de investigación y Docencia sobre la investigación en EAFIT	102
Anexo 7. Indicadores del Plan de Gobierno Departamental 2008-2011	103
Anexo 8. Mercado objetivo de la línea 2	106
Anexo 9. Cluster de energía en Antioquia	111

INTRODUCCIÓN

La Universidad EAFIT es un centro de educación superior aprobado por el Ministerio de Educación Nacional, que actualmente cuenta con una población estudiantil cercana a los once mil alumnos entre los programas de pregrado y postgrado.

Esta institución destina gran parte de sus recursos a fomentar la investigación y a liderar proyectos de innovación que tengan impacto en el sector productivo y beneficien la sociedad, además se encuentra acreditada institucionalmente y la gran mayoría de sus programas también lo están, por lo cual es reconocida nacional e internacionalmente.

Toda esta capacidad investigativa creada por la Universidad EAFIT tiene como fin promover la educación y el conocimiento en la búsqueda del desarrollo, sin desconocer la responsabilidad social de la institución por ser esta una entidad sin ánimo de lucro.

EAFIT consciente de que la oferta académica aumenta de manera constantemente a la vez que la demanda de estudiantes disminuye, y no puede ésta, nutrirse únicamente de los recursos obtenidos a través de las matriculas para seguir su proceso de crecimiento, debe procurar diversificar su forma de percibir recursos.

De esta manera se convierte la investigación en una de las estas alternativas de financiación y consecución de recursos más importantes para la Universidad y en general para las universidades del mundo, pues no se trata de una situación particularmente vivida por EAFIT sino de una realidad que se ven avocadas a estudiar los distintos centros de educación superior. (EAFIT@, 2009)

1. ANTECEDENTES

El inicio de la industria Antioqueña se remonta a finales del siglo XIX y a comienzos del siglo XX, cuando los productos en su gran mayoría eran importados de otros países y a nivel departamental sólo se hacía una comercialización de estos.

Los productos principales por los cuales se obtenían divisas eran el oro y el café, y fue entonces cuando algunos empresarios visionarios pensaron en buscar la forma de producir los bienes más necesarios para esa actualidad.

En esta época donde se adquieren las primeras máquinas para fabricar artículos y así empezar a disminuir la importación de estos. Esto es en esencia lo que le da inicio a la industrialización Antioqueña.

Con el surgimiento de estas industrias, los empresarios vieron la necesidad de capacitarse y capacitar a sus empleados, además de modernizar los procesos de producción, en ese momento surge la idea de crear un programa académico que dotara a estas empresas del personal administrativo capaz de suplir esta necesidad.

En el año de 1960 con el apoyo de la Universidad de Syracuse nace en Medellín EAF, como escuela de administración y finanzas creando el primer curso para formar administradores, y dada la poca capacitación técnica de los operarios se le agregaron dos letras mas quedando EAFIT Escuela de Administración y Finanzas e Institución Técnica que tiempo después es reemplazada por la Escuela de Ingeniería. (EAFIT@, 2009)

No obstante el crecimiento de la Universidad se dio de manera progresiva al desarrollo de sus empleados y docentes y de sus empresas fundadoras, al iniciar en un pequeño local ubicado en el centro de la ciudad, para más tarde convertirse en la Universidad Parque con la que se cuenta hoy en día.

Fruto de ese crecimiento físico también se dio un crecimiento a nivel de conocimientos que en este momento posiciona a EAFIT como un ejemplo a seguir en la manera como su modelo institucional transforma profundamente a la sociedad y es de vital importancia para el desarrollo de Antioquia y de Colombia ampliando cada día su cobertura y traspasando fronteras permitiendo una mayor proyección de sus egresados.

Para la Universidad la investigación es una directriz institucional, y así está declarado explícitamente en su visión y en sus propósitos institucionales: EAFIT aspira a ser reconocida nacional e internacionalmente por sus logros académicos e investigativos y para ello, entre otras, "Desarrollará la capacidad intelectual de sus alumnos y profesores en todos los programas académicos, con la investigación como soporte básico"

La Universidad EAFIT considera la investigación como la mejor fuente de mejoramiento de sus programas académicos, tanto de pregrado como de posgrado, y de su personal docente, y la realiza como una actividad intencionalmente planeada y articulada en el marco de sus planes de desarrollo estratégico y operativo que busca consolidar, de manera ordenada, una capacidad investigativa que contribuya, además, a la participación institucional en los circuitos nacionales e internacionales de creación de nuevo conocimiento.

(EAFIT@, 2009)

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA O MEJORA

La universidad EAFIT tiene la misión de contribuir al progreso social, económico, científico y cultural del país a través del desarrollo de programas de pregrado y posgrado. Esta no es una misión típica de una universidad que tiene la búsqueda del conocimiento humano como un fin en sí mismo, sino la de una institución de educación superior de tercera generación que va en procura de un desarrollo sostenible. Adicionalmente, esta misión establece que tiene la intención de realizar procesos de investigación científica y aplicada, en interacción permanente con los sectores empresarial, gubernamental y académico. (EAFIT@, 2009)

Esto hace que la misión de la universidad EAFIT no se limite sólo a la formación de ciudadanos libres, responsables y competitivos, sino que integra de igual forma su responsabilidad como Institución de educación superior que transfiere su tecnología aportando al desarrollo económico, social, político y cultural del país.

Es importante entender la transferencia de tecnología como un mecanismo institucional creado con el objetivo de promover la interacción de la universidad con el sector productivo, en especial con la empresa, y con el gobierno. Surge con el ánimo de tener una actuación más clara y efectiva de las universidades públicas y privadas con las distintas necesidades de la sociedad a través de aspectos tales como la transferencia de resultados de investigación, comercialización de la tecnología y el licenciamiento de productos y/o servicios.

Un aspecto fundamental en el cumplimiento pleno de sus funciones tiene que ver con un eficiente sistema de información, a la vez que todas sus actividades requieren un conocimiento profundo, no solo de la institución, para atender demandas externas, sino también del ambiente, tanto empresarial como político,

para la atención de las demandas de la comunidad interna. Una vez se satisfaga este requisito, los principales objetivos de la transferencia tecnológica son:

- Establecer contactos con las empresas en busca de oportunidades para realizar contratos.
- Identificar los distintos tipos de tecnologías al interior de la universidad y ofrecerlas a la Empresa.
- Apoyar la negociación y elaboración de contratos de transferencia de tecnología.
- Realizar estudios de viabilidad económica de los descubrimientos e inventos generados en la universidad, con la perspectiva de apoyar la solicitud de patentes y su posterior licenciamiento a la industria en general.
- Realizar un seguimiento de los proyectos contratados.
- Buscar financiamiento gubernamental para los proyectos.
- Hacer el marketing institucional.

Estas transferencias tienen un mayor sentido cuando toman forma de acuerdos de cooperación, redes y todas aquellas maneras de interacción interinstitucional, que serían los grandes promotores de ese “saber hacer”. Esto significa que para que un proceso de transferencia de tecnología tome forma y debido al impacto que estos generan en la sociedad, es necesaria en muchos momentos la actuación de diferentes agentes tales como universidades, empresas, Centros de desarrollo Tecnológico (CDT), entidades gubernamentales y de cooperación internacional, entre otros. (Papel de las Oficinas de Transferencia de tecnología en la interacción Universidad Empresa, 2000)

Estas consideraciones, en cierta medida, promueven no solo un crecimiento de la institución a nivel interno, enriqueciéndose de los nuevos desarrollos y hallazgos a nivel académico y científico sino que implícitamente conllevan el deber de traspasar las fronteras del campus universitario. Esto se hace de tal manera que

ese conocimiento generado al interior debe ser transmitido a la sociedad lo cual produce bienestar y desarrollo para el país a través del crecimiento de los distintos sectores de la sociedad.

Los principales actores dentro de las instituciones educativas que son aquellos jalonadores y responsables de la mayor cantidad de productos y servicios ofrecidos a las empresas, son los grupos de investigación. No tiene gran sentido que las universidades se apoderen de un gran cúmulo de conocimiento y este no aporte al desarrollo de las empresas. (SAPIENS@, 2009)

El sector industrial, a su vez, es incapaz de asumir un gasto como el de la contratación de doctores y de la compra maquinaria altamente especializada para el cumplimiento del proceso de investigación e innovación dentro de sus empresas. De igual forma, los grupos de investigación de las universidades, cuentan con una red de contactos internacionales a través de las cuales se realizan investigaciones y capacitación de su personal.

En la búsqueda de una mayor competitividad empresarial y de un mayor desarrollo industrial basado en la innovación, ciencia y tecnología, las empresas deben apoyarse en las universidades, creando sinergia por el desarrollo de esas interacciones y logrando así alcanzar los objetivos propuestos en los planes de desarrollo y competitividad para Colombia establecidos en la visión 2019 y 2032. (ACCIONSOCIAL@, 2009)

Bajo esta óptica se prevé crear una unidad empresarial que suministre una serie de productos y servicios especializados de ingeniería tales como mediciones, pruebas y ensayos, análisis y recomendaciones.

Este trabajo de grado pretende entonces apoyar a la universidad en el esfuerzo por radiar de una manera más efectiva y profunda los distintos actores que

intervienen en el proceso de generación y recepción del conocimiento para de esta forma lograr de manera amplia el desarrollo de su misión. Esto implica la creación de una oportunidad de negocio que compile todos los elementos que intervienen en el proceso de generación del conocimiento así como también las posibles formas como estos podrán ser trasladados a la sociedad en general con miras a una posterior comercialización a través de una empresa que surja del Grupo de Estudios en Mantenimiento Industrial (GEMI).

Por todo lo anterior los grupos de investigación eafitenses cada día se encontrarán más activos y con mayor reconocimiento tanto en el ámbito nacional como internacional, y por ende sus productos de investigación irían en aumento, beneficiando a las empresas, a otros grupos de investigación y a la sociedad, pues la investigación aplicada es la mejor herramienta para crecer e innovar en nuestro medio y es a lo que se enfoca la universidad EAFIT y esta nueva empresa se convertiría en el trampolín para lograrlo. (EAFIT@, 2008)

3. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo permite dar una mayor proyección a los resultados de Investigación y a su vez a los investigadores para que a partir de unos productos o capacidades desarrolladas en el interior de grupo de investigación GEMI se puedan crear oportunidades de negocio o nuevas empresas con alto valor agregado que realmente impacten de manera positiva el medio empresarial. (Ver anexo 1) (Castañeda Heredia, 2009)

Se pretende que EAFIT cuente con un mayor respaldo económico y que la experticia adquirida por el grupo GEMI pueda seguir siendo utilizada en la formación de los programas de pregrado y postgrado que hacen que en la actualidad sus estudiantes sean apetecidos por las empresas, para luego ser replicada en todos los grupos de investigación. (Acevedo Jaramillo, 2009)

También se busca generar mayor impacto a la sociedad en general y al país a través de la industria por medio de la difusión de los resultados de investigación así como en buscar nuevas alternativas de crecimiento para los grupos de Investigación. (Correa Buenahora, 2009)

Otro aspecto, y posiblemente el de mayor relevancia, tiene que ver con el crecimiento que se obtiene a través de este tipo de iniciativas en el área académica. EAFIT a través del apoyo decidido de este tipo de proyectos pretende fortalecer, incrementar y moldear una masa crítica de conocimiento que le permita un mayor desarrollo y de manera más ágil, buscando el beneficio de estudiantes, profesores y directivos. (Ver anexo 2) (Mejia Arango, 2009)

De igual manera este proyecto pretende mostrar, como EAFIT se convierte en un elemento aglutinador de conocimiento y desarrollo de nuevas tecnologías lo cual

la catapulta no solo a nivel local sino adicionalmente a nivel internacional incrementando su imagen como institución y finalmente promoviendo un reconocimiento mayor como una universidad que busca la excelencia en todos los aspectos. (Acevedo Jaramillo, 2009)

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar los elementos y variables esenciales que permitan aprovechar las capacidades generadas por el grupo de Investigación GEMI de la Universidad EAFIT en los últimos años, con el fin de establecer una oportunidad de negocio que posibilite la transferencia de conocimiento desde la universidad al medio empresarial dando cumplimiento de esta manera a la misión de la institución.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.2.1. Objetivo 1.

Describir el entorno del grupo de investigación GEMI de manera que se puedan establecer aquellos puntos de interacción entre el grupo y el sector industrial.

4.2.2. Objetivo 2.

Elaborar un autodiagnóstico de las capacidades, productos y servicios que posee el grupo de investigación GEMI.

4.2.3. Objetivo 3.

Evaluar las capacidades, productos y servicios, de los conocimientos generados por el grupo, con el fin de identificar cuáles de estos pueden ser comercializables.

4.2.4. Objetivo 4.

Establecer una oportunidad de negocio a partir de la evaluación de las capacidades, productos, servicios actuales y potenciales del grupo de investigación GEMI.

5. METODOLOGÍA

Las metodologías a utilizar están acordes al cronograma de actividades propuesto para el desarrollo del mismo y se deben guiar y supervisar en todo momento por el asesor del proyecto quien tiene una amplia trayectoria en el tema de empresarismo y creación de empresas innovadoras.

El punto de partida para este proyecto será la recolección de información y de experiencias a nivel interno de EAFIT, específicamente dentro de los grupos de investigación, con miras a obtener como fin último un compendio de información que permita establecer una oportunidad de negocio a partir del grupo de investigación GEMI, cuya proyección no se encuentre solo en el ámbito local sino que además se pueda extender como una alternativa para incursionar en mercados extranjeros. Todo esto se configura como el entorno del grupo de investigación GEMI.

Dentro de las metodologías específicas más importantes a utilizar en la elaboración de este proyecto se encuentran:

- Metodología desarrollada por el CICE – Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo documentada en el Manual para la creación de empresas innovadoras en América Latina. (EAFIT@, 2009)
- Metodología Empresa-Concepto desarrollada por la Universidad de Santiago de Compostela. Esta metodología se enfoca en las fases del desarrollo de una empresa usado como base y elemento relevante el conocimiento. (USC@, 2008)

Metodología Mckinsey & Company - Plan de Negocio, descrita en el Manual para la elaboración de un plan de Negocio. Esta metodología está disponible para

aquellas personas e instituciones que deseen establecer una nueva empresa.
(MCKINSEY & COMPANY, 2001)

Este proyecto es la recolección de información y de experiencias de otras instituciones universitarias, entidades gubernamentales y de personas dedicadas a la investigación, fomento, generación y creación de empresas.

6. ENTORNO DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEMI

6.1. GRUPO DE ESTUDIOS EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL (GEMI)

6.1.1. Información General

El grupo busca desarrollar investigaciones empíricas, experimentales, exploratorias, concluyentes, descriptivas, estadísticas, correlacionales sobre fenómenos directos o asociados a la gestión y operación de mantenimiento industrial, empresarial o comercial sobre equipos de generación de servicios, desde la óptica de sus elementos principales: Mantenimiento - Máquinas - Producción, en sus cuatro niveles: Instrumental, Operacional, Táctico y Estratégico; con aplicaciones industriales, siguiendo normas y metodologías internacionales basadas en confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y fiabilidad como en el FMECA, RPN y LCC.

6.1.2. Líneas de Investigación

- ✓ Vibraciones y monitoreo de condición de estado de máquinas.
- ✓ Recursos humanos y tácticas de mantenimiento.
- ✓ Terotecnología.

6.1.3. Proyectos en desarrollo

Optimización del desempeño de vehículos – Fase 1. Desarrollo de un prototipo. Este proyecto se está realizando entre la universidad EAFIT, la empresa Metro de Medellín y Colciencias; Y permitiría cambiar la rigidez longitudinal de los elementos que conforman la suspensión primaria del metro con el fin de disminuir el desgaste por el uso y así darle una mayor vida útil a los componentes y una mayor disponibilidad a los trenes del sistema. (COLCIENCIAS@, 2009).

6.1.4. Proyectos terminados, productos tecnológicos, software desarrollado

Los proyectos de investigación aplicada con grandes y reconocidas empresas, van surgiendo a partir de problemas o mejoras que estas necesitan y encuentran en los investigadores de la universidad una alternativa para la solución de los mismos a unos menores costos donde además puede ser cofinanciada por Colciencias.

Primero se plantea el problema y se buscan posibles soluciones con el investigador, luego se realiza un informe detallado de todo lo que se va a realizar en la investigación, el presupuesto, el personal y la duración y se entrega el informe para que el proyecto sea aprobado, y comenzar su ejecución.

Al principio los proyectos no son tan grandes, pues existe un poco de incertidumbre por el resultado que puedan arrojar, pero al ver los resultados y las capacidades del grupo y la preparación y experiencia de sus investigadores, estas empresas crean vínculos entre su personal de ingeniería y los investigadores de GEMI para realizar más proyectos para resolver problemas o realizar mejoras y optimizar los recursos, contribuyendo así al desarrollo técnico de estas empresas.

De todo esto ha surgido una confianza en la investigación, y que vean ésta como un elemento fundamental para mejorar las empresas, y por ende ha aumentado el número de proyectos que se realizan, proporcionando gran cantidad de equipos especializados para realizar investigación aplicada.

6.1.4.1. Proyectos Terminados

- Diagnóstico del estado de las máquinas a partir de vibraciones mecánicas; 2000.
- Estudio longitudinal de los procesos de implantación de TPM en una empresa del sector automotriz (SOFASA) y la dinámica de cambio seguida; 2005 – 2006.

- Sistema Portátil de Diagnóstico (SPD), para los Vehículos de Pasajeros del Metro de Medellín, que permita implementar la norma internacional UIC 518 de la Unión Internacional de líneas férreas; 2004.

Reseña: El Sistema Portátil de Diagnóstico (SPD), para los Vehículos de Pasajeros del Metro de Medellín, permitió implementar la norma internacional de la Unión Internacional de líneas férreas, UIC 518. Con el fin de evaluar el confort, la seguridad y la fatiga de la vía del sistema ferroviario, por medio de la medición de fuerzas y aceleraciones en diferentes puntos del vehículo férreo.

Este Sistema Portátil de Diagnóstico es el primero implementado en Colombia gracias al apoyo del Metro de Medellín.

El SPD permite emigrar de un mantenimiento preventivo programado a un mantenimiento basado en la condición real de la interfase vía-vehículo.

- Investigación para el diagnóstico técnico de una turbina Francis en la Central Hidroeléctrica La Herradura, bajo una aproximación holística; 2006 - 2009.

Reseña: El objetivo general de este proyecto es desarrollar un modelo de diagnóstico técnico para la turbina Francis en la pequeña Central Hidroeléctrica La Herradura, bajo una aproximación holística.

El principal producto del proyecto de investigación es el de determinar el estado técnico real de la turbina Francis de la pequeña Central Hidroeléctrica La Herradura, en condiciones por debajo de su 50 % de capacidad generadora, permitiendo así su aumento de disponibilidad y el factor de planta, parámetros importantes para el aumento de los ingresos

de la empresa y por consiguiente mayores regalías a los municipios de influencia.

- Proyecto de Modelamiento dinámico y geométrico de la interfase vía - vehículo del Metro de Medellín; 2006 – 2007.

Reseña: El modelo dinámico numérico del tren y la caracterización de la geometría de contacto de la interfase vía vehículo se realizaron en este proyecto de investigación.

El modelo dinámico se obtuvo a partir de:

- Conocimiento técnico sobre la operación del tren
- Caracterización de los componentes de suspensión.
- Análisis modal del tren.
- Pruebas de campo

La modelación geométrica se construye de:

- Perfiles de la rueda y el riel
- Parámetros geométricos de la interfase vía vehículo

1. Sistema Experimental de Medición de Cargas Verticales de Trenes; 2007-2008.

Reseña: El principal producto del proyecto de investigación es un prototipo de un sistema experimental de medición de cargas verticales en trenes. Este proyecto permitirá mejorar las condiciones de explotación actuales de los vehículos de pasajeros del Metro de Medellín, beneficios que se reflejarán en:

- Reducción de costos operativos.

- Apropiación de tecnología.
- Incremento en la vida de los componentes de los vehículos de pasajeros del Metro de Medellín.
- Ahorros de tiempo al usuario.

(COLCIENCIAS@, 2009)

6.1.4.2. Productos Tecnológicos

- Piloto: Hardware – Vibrafin. Colombia, 2000, Autor: LEONEL FRANCISCO CASTAÑEDA HEREDIA.
- Proyecto: Sistema Portátil de Diagnóstico – SPD. Colombia, 2007, Autores: LEONEL FRANCISCO CASTAÑEDA HEREDIA, DORIAN RAIGOSA, MAURICIO PALACIO, JOSÉ TORO, FRANCISCO BOTERO, AUGUSTO MARÍN, JUAN BOTERO, IVÁN ABRIL, BEATRIZ GALLO, GERMÁN BETANCUR, SARA CARDONA, LUISA VILLA, LUISA HOYOS, MARGARITA BERNAL, EDWARD ALFÉREZ.

(COLCIENCIAS@, 2009)

6.1.4.3. Software Desarrollado

- Computacional: Analizador Digital de Señales – VIBRAFIN, Colombia, 2000, Autores: LEONEL FRANCISCO CASTAÑEDA HEREDIA.
- Computacional: Administrador de datos – VIBRAFIN, Colombia, 2000, Autores: LEONEL FRANCISCO CASTAÑEDA HEREDIA.
- Computacional: Elemento Finitos – VIBRAFIN, Colombia, 2001, Autores: LEONEL FRANCISCO CASTAÑEDA HEREDIA, EDGAR RUEDA, ESTEBAN BUILES, JORGE RESTREPO, CLAUDIA ZULUAGA.
- Computacional: SISTEMA PORTÁTIL DE DIAGNOSTICO-SPD, Colombia, 2007, Autores: FRANCISCO JAVIER BOTERO HERRERA.
- Computacional: MMC, Colombia, 2008, Autores: GERMÁN RENÉ BETANCOURT.

(COLCIENCIAS@, 2009)

6.1.5. Personal que integra el Grupo GEMI actualmente.

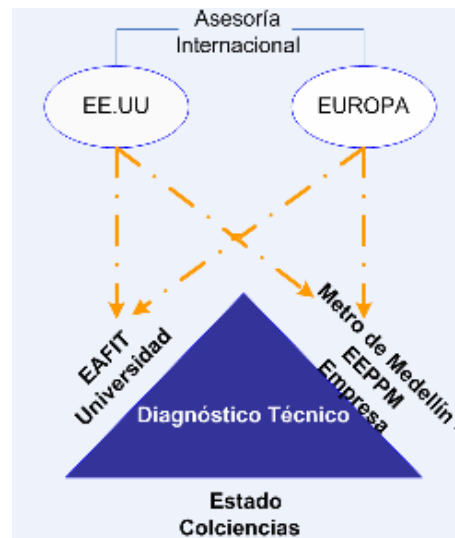
- Luis Alberto Mora Gutiérrez. Profesor investigador, ingeniero mecánico, Doctor en Logística.
- Gustavo Adolfo Villegas López. Profesor investigador, ingeniero mecánico, Doctor en Ingeniería Industrial – Logística.
- Germán René Betancur Giraldo. Investigador, Ingeniero mecánico con maestría en ingeniería
- Francisco Javier Botero Herrera. Profesor investigador, ingeniero mecánico, aspirante a Doctor en Máquinas Hidráulicas.
- Leonel Francisco Castañeda Heredia. Profesor investigador, Ingeniero mecánico Doctor en ciencias técnicas.
- Jorge Luis Restrepo Ochoa. Profesor investigador, Ingeniero Mecánico Doctor en Ingeniería Industrial – Diseño Mecánico y Materiales
- Jaime Barbosa. Profesor investigador, Ingeniero mecánico con maestría en ingeniería.
- John Alberto Betancur Maya. Investigador, ingeniero mecánico con maestría en ingeniería.
- Ronald Mauricio Martinod Restrepo. Investigador, Ingeniero mecánico con maestría en ingeniería.
- Arnold Rafael Martínez. Investigador, Ingeniero mecánico estudiante de maestría en ingeniería.
- Carolina Mira. Investigadora, Ingeniera mecánica, estudiante de maestría en ingeniería.
- Juan Santiago Vallejo Jaramillo. Investigador, Ingeniero mecánico
- Nataly Deossa. Investigadora, Ingeniera de materiales, estudiante de maestría en ingeniería.

(COLCIENCIAS@, 2009)

6.1.6. Síntesis del grupo de investigación GEMI

Qué tipo de investigación se realiza y cómo se realiza.

Figura 1 Línea de Diagnóstico Técnico



Como se mencionó anteriormente el tipo de investigación que realiza el grupo GEMI es aplicada, y busca resolver problemas específicos o realizar mejoras que optimicen el funcionamiento de las máquinas o de sus componentes.

Para que la investigación se realice se hace un informe previo con todos los pormenores de la misma, donde se incluyen los costos el personal y la duración entre otros.

Al plantear la investigación o el proyecto la línea de diagnostico técnico ofrece unos conocimientos y unos equipos para realizarla, además de una asesoría internacional a través de una serie de alianzas institucionales, todo esto con el acompañamiento de Colciencias, que además de vigilar el cumplimiento del proyecto también lo cofinancia.

Personal profesores e investigadores

- 4 Doctores de Ingeniería
- 1 Candidato a Doctor
- 4 Magister en Ingeniería
- 7 Ingenieros
- 1 Tecnólogo
- Estudiantes de pregrado

Software

- Catman 4.5
- Vampire 5.1
- NI DAQ
- Lab View V6
- NI DAQ V7.1
- Lab View 7 Express
- Lab View 7 Versión Estudiantil
- DAQ Designer 2002
- MGC Plus CD
- Matlab 2008
- Maple 12

Redes o alianzas institucionales

- Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá - Metro de Medellín Ltda.
- Empresas Públicas de Medellín E.S.P.
- CYTED Red Iberoamericana SEDIPRE en mantenimiento Predictivo.
- Delta Rail Group Limited. Inglaterra

- Universidad Técnica de Delft. Holanda.
- Julius Robert Mayer- Institut für Energietechnik. Alemania.
- Department of Vehicles Engineering Transportation. Polonia.
- Escuela Politécnica Federal de Lausanne. Suiza.
- Universidad Autónoma de Occidente. Colombia.
- Universidad de Alberta. Canadá.
- Instituto de Energía. Alemania.
- El Instituto SZEWALSKI de Máquinas Hidráulicas. Polonia.

Conocimientos y capacidades

- ✓ Selección técnica de minicentrales hidroeléctricas.
 - Selección correcta de equipos
 - Modelado geométrico de turbinas
- ✓ Pruebas de aceptación.
 - Simulación computacional de la dinámica del fluido
 - Estudios Roto-dinámicos
 - Caracterización dinámica experimental de turbinas hidráulicas
 - Pruebas de aceptación para evaluar parámetros de los equipos
- ✓ Programas de mantenimiento.
 - Metrología en el montaje y reparación de turbinas
 - Capacitación de personal
 - Implementación del plan de mantenimiento para la minicentral
- ✓ Diagnóstico técnico en condiciones reales de operación.
 - Ingeniería inversa de turbinas hidráulicas
 - Monitoreo de prueba
 - Modos de deflexión de los componentes de la turbina
 - Evaluación de inestabilidad de hidrogenadores
- ✓ Evaluación de seguridad y confort en trenes
- ✓ Estudios de dinámica de trenes en condiciones reales de explotación

- ✓ Estudios de geometría de contacto en la interfase vía-vehículo
- ✓ Medición de ruido en trenes
- ✓ Mantenimiento basado en la condición de trenes

(COLCIENCIAS@, 2009)

6.2. CENTRO DE LABORATORIOS

El centro de laboratorios es un Departamento de servicios, específicamente de apoyo académico, que suministra los recursos de laboratorios y talleres de los departamentos académicos de la Escuela de Ingeniería y del Departamento de Ciencias Básicas de la Escuela de Ciencias y Humanidades.

(EAFIT@, 2009)

Fue establecido como subsistema institucional de la Universidad en 1980, adscrito a la Decanatura de Ingeniería, dependencia que traza los lineamientos generales para su administración y proyección.

El Centro de Laboratorios está situado al extremo sur de la ciudadela Universitaria y consta de 6 bloques con un área construida de aproximadamente 7.250 m², cuenta actualmente con 41 espacios de trabajo; entre laboratorios, talleres y salones de investigación y administra aproximadamente \$7'500 millones de pesos en equipos, dispositivos, herramientas y colecciones.

Este centro de laboratorios se articula con la investigación y con las empresas en la medida que los grupos de investigación usan los laboratorios y los equipos para realizar los proyectos, además muchas empresas reciben servicios técnicos de parte de los laboratorios de la universidad, lo que va generando una confianza a la hora de prestar servicios tecnológicos que ya traen un valor agregado por la necesidad de un conocimiento más avanzado.

A medida que las empresas ven a la universidad como su posible centro de investigación los laboratorios cada vez van siendo más robustos y mejor equipados lo que le permite a esas empresas reducir costos en sus proyectos de investigación y contar con diferentes equipos para hacer una serie de pruebas para lograr el desarrollo deseado. (EAFIT@, 2009)

6.2.1. Servicios Docentes

El Centro tiene a su cargo la logística que requieren la implementación y ejecución de las prácticas para los departamentos académicos; además, apoya los trabajos de clase y los proyectos de grado, facilita información, asesoría técnica y acompaña la realización de la investigación generada por las áreas académicas.(Ver anexo 4) (EAFIT@, 2009)

6.2.2. Servicios de extensión

Desde su concepción, se proyectó el Centro como una unidad que además del soporte académico, sirviera a la Decanatura de Ingeniería como "Ventana" o vía de acercamiento al medio industrial y empresarial en general; por ello, a partir de 1984, se comienza con la prestación de servicios de extensión. Esta actividad retroalimenta la docencia, dinamiza los procesos técnico-administrativos del Centro y provee algunos recursos que se revierten indirectamente en su desarrollo. Actualmente se realiza servicio externo en las siguientes áreas:

✓ Aseguramiento Metrológico:

Calibración, verificación y comparación de instrumentos en las variables de longitud, masa, temperatura, fuerza y presión.

✓ Servicio de Digitalización:

Sistema de contacto.

- ✓ Fabricación de Partes Metalmecánicas:
Maquinados convencionales y por control numérico: Torno, fresadora, centro de maquinado, rectificadora cilíndrica y plana y otros.

- ✓ Ensayos de Materiales:
Ensayos mecánicos destructivos y no destructivos; normalizados y especiales: Tensión, compresión, flexión, dureza, ultrasónico, líquidos penetrantes y otros; para metales, plástico, madera, cerámicos y demás materiales. Análisis metalográficos, de fallas y fractografía.

- ✓ Ensayos de Suelos, Concretos y Pavimentos:
(Laboratorio acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio)
Ensayos de laboratorio y de campo en suelos, asfaltos, cementos, concretos y morteros y materiales para la construcción. Pruebas dinámicas; caracterización de materiales, diseño de mezclas y control de calidad en obras.

- ✓ Metrología y Mediciones Industriales:
(Laboratorio acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio)
Calibración de instrumentos de medición:
Pie de rey, micrómetros, niveles, escuadras, gramiles, mármoles de planitud y otros. Mediciones de longitud, de rugosidad y geométricas de forma y posición: redondez, coaxialidad, concentricidad, planitud, conicidad y otras.

- ✓ Cursos y Pasantías:
En Aseguramiento metrológico y en todas las áreas técnicas que manejan los diferentes laboratorios

- ✓ Ensayos de Análisis Instrumental:
Ensayos en Técnicas Instrumentales de Cromatografía de Gases,

Cromatografía Líquida, Análisis Infrarrojo y Espectrometría Ultravioleta - Visible. (EAFIT@, 2009)

6.2.3. Laboratorio de Mecánica Experimental

El Laboratorio de Mecánica Experimental forma parte del Plan de Desarrollo de la Escuela de Ingenierías de la universidad EAFIT. Se ha planteado como un laboratorio dedicado exclusivamente a la verificación de estados de flujos y cuerpos en sistemas técnicos, con base en la medición de variables de ingeniería (fuerzas, desplazamientos, velocidades, aceleraciones, energías, propiedades termodinámicas, etc.).

Por esto el laboratorio busca comparar entre algo concebido analíticamente y algo que existe físicamente, mediante la comprobación de las variables involucradas. En principio, es un espacio de investigación en el cual se comprueba a partir de mediciones, que el objeto bajo estudio es capaz de cumplir la tarea para la cual ha sido proyectado. Más que un laboratorio con equipos de repetición de pruebas y ensayos, es un lugar donde se pueden hacer juicios sobre como el modelo analítico describe el objeto.

El laboratorio es el soporte académico y experimental para otras áreas en desarrollo en la universidad, entre las cuales se pueden mencionar: mantenimiento, vibraciones mecánicas, mecatrónica, bioingeniería, diseño de productos, termodinámica, fluidos, etc., además de ser el soporte de investigación para el desarrollo de la maestría en ingeniería mecánica. (Ver anexo 4)
(EAFIT@, 2009)

6.3. VISIÓN ESTRATÉGICA DE LA UNIVERSIDAD EAFIT FRENTE A LA INVESTIGACIÓN

6.3.1. Misión y visión de la Universidad EAFIT

Misión Institucional

“La Universidad EAFIT tiene la Misión de contribuir al progreso social, económico, científico y cultural del país, mediante el desarrollo de programas de pregrado y de postgrado, en un ambiente de pluralismo ideológico y de excelencia académica para la formación de personas competentes internacionalmente; y con la realización de procesos de investigación científica y aplicada, en interacción permanente con los sectores empresarial, gubernamental y académico.”

Como es claro dentro de la Misión Institucional de la Universidad se tiene consignado el área de la investigación científica y aplicada además de la interacción de la institución con los sectores empresarial, gubernamental y académico. De esta forma EAFIT se compromete con esta política y conduce parte de sus esfuerzos administrativos y financieros al sostenimiento de grupos de investigación dándoles apoyo para su surgimiento y/o crecimiento permanente.

Visión

“La Universidad EAFIT, inspirada en los más altos valores espirituales, en el respeto de la dignidad del ser humano y consciente de su responsabilidad social, aspira a ser reconocida nacional e internacionalmente, por sus logros académicos e investigativos y porque:

- Tendrá una cultura institucional abierta y democrática y un ambiente que promoverá la formación integral de sus alumnos, donde es posible vivir la diferencia y las manifestaciones culturales comparten espacio con la tarea de aprender, donde predomina el debate académico, se contrastan las ideas dentro del respeto por las opiniones de los demás, y se estimula la creatividad y la productividad de todos los miembros de la comunidad.

- Desarrollará la capacidad intelectual de sus alumnos y profesores en todos los programas académicos, con la investigación como soporte básico.
- Utilizará tecnologías avanzadas y un modelo pedagógico centrado en el estudiante.
- Mantendrá vínculos con otras instituciones educativas, nacionales e internacionales, para continuar el mejoramiento de sus profesores y de sus programas.
- Contribuirá al progreso de la Nación con programas innovativos de investigación y profesionales con formación académica respaldada en los valores fundamentales de la persona y en especial en el respeto a la democracia y a la libre iniciativa privada.
- Dispondrá de una administración académica, en la cual todo el talento humano, y todos los recursos de la institución estén comprometidos en el logro de sus objetivos.”

De igual forma dentro de la visión la EAFIT resalta el empleo de la Investigación como el soporte básico para desarrollar la capacidad intelectual de sus alumnos y profesores, además con uso y aplicación contribuirá con el progreso de la Nación estimulando la creatividad y la productividad, no solo al interior de la institución, sino además irradiando de manera positiva la comunidad en general.

(EAFIT@, 2008)

6.4. ANTECEDENTES

6.4.1. Spin-off a partir de grupos de investigación

“Spin-off” es un término anglosajón que expresa la idea de la creación de nuevas empresas en el seno de otras empresas u organizaciones ya existentes, sean públicas o privadas, que actúan como incubadoras. Con el tiempo acaban adquiriendo independencia jurídica, técnica y comercial.

Las Spin-off son una denominación que se les da a las Empresa de Base Tecnológica (EBT) una realidad poco implementada y escasamente conocida, a pesar de las múltiples posibilidades que ofrece contribuyendo para que se dé la transferencia de hallazgos científicos desde ésta hacia el sector social en forma de productos innovadores. (CALAMEO@, 2009)

Estas no solo le permiten el crecimiento al científico o investigador, a la universidad como institución, sino también a la sociedad y al mundo empresarial. La sociedad se beneficia al obtener del mercado nuevos productos, de valor agregado, desarrollados por mentes y manos especializadas. El mundo empresarial amplía su espectro y sus capacidades de crecimiento. Surgen nuevas relaciones, nuevos modelos, nuevas formas de invertir, aprovechando las múltiples opciones que se generan a partir de ellas.

Dentro de los beneficios más relevantes de la aplicación de las Spin-off se encuentra:

Para la Universidad

- ✓ Fortalecimiento de su planta docente
- ✓ Retroalimentación al proceso de docencia e investigación
- ✓ Participación de la Universidad en la vida productiva del país dando cumplimiento a un aparte de su misión
- ✓ Dinamismo para los grupos de investigación
- ✓ Regalías de las nuevas empresas
- ✓ Generación de un componente de generación de recursos en el mediano y largo plazo
- ✓ Visibilidad de la universidad en el ámbito científico, social y empresarial.

Para los Investigadores

- ✓ Participación de Regalías de las nuevas empresas

- ✓ Visibilidad y reconocimiento hacia el interior y exterior de la universidad.
- ✓ Enriquecimiento a nivel profesional enfocado desde el punto de vista de la generación de oportunidades de negocio.
- ✓ Retroalimentación al proceso académico

(Papel de las Oficinas de Transferencia de tecnología en la interacción Universidad Empresa, 2000)

6.4.2. Start-Up

Start-Up son empresas generalmente con una historia de funcionamiento limitada, pero con grandes posibilidades de crecimiento, son, en su mayoría, empresas que provienen del mundo del emprendimiento, o sea emprendedores que crean compañías que aportan positivamente al desarrollo de los países y de ellos mismos. Permiten prácticas asociadas a la innovación, desarrollo de tecnologías, empleos de calidad, mejor distribución de la riqueza, etc.

Las Start-Up, usualmente comienzan como una idea de negocio creativa, el paso inmediato es agregar diferenciación a dicha idea a través de innovación, para finalmente emprender el negocio.

Un componente fundamental de las Start-Up son los negocios de crecimiento acelerado, dichas pequeñas empresas atraen a inversionistas ángeles con capital monetario e inteligente a sus nuevas compañías con inversiones no muy altas en comparación a grandes proyectos.

Algunos de los elementos más distintivos de las Start-Up son su riesgo y grandes recompensas gracias a la escalabilidad exponencial de su negocio. Es decir, tienen un bajo costo de implementación, un riesgo más alto y una retroalimentación de la inversión potencial más atractiva. He aquí el negocio de los inversionistas ángeles, que es apostar pequeñas inversiones en varias compañías Start-Up aludiendo a que existe una probabilidad muy alta de que alguno de los pujantes negocios se destaque dentro del resto y pueda escalar exponencialmente. (Wissema, y otros)

Los Start-Up se mantendrán mientras que existan negocios no explorados, principalmente asociados a nuevas tecnologías, y a ideas con soporte en el conocimiento. (BLOQUESTARTUP@, 2009)

6.4.3. Comité Universidad - Empresa - Estado - Tecnova

El Comité Universidad Empresa Estado nació como una iniciativa de la universidad de Antioquia, promovido por el programa gestión tecnológica de la vicerrectoría de extensión, al que posteriormente se le sumaron diez de las instituciones educativas más representativas de Colombia, y que además ha sido designado como ganador del premio “El Colombiano Ejemplar” 2007, en la categoría Ciencia y Tecnología, en la modalidad Institución por su búsqueda constante de integrar la triada Universidad Empresa Estado, pues La universidad por un lado, la empresa por el otro, y un estado ausente no permiten un verdadero proceso de desarrollo y de creación de conocimiento que desarrolle nuestras universidades y que vuelva a las empresas competitivas.

(UNIVERSIDADDEANTIOQUIA@, 2009)

A partir de este comité y de su búsqueda constante de fortalecer esta unión de universidad empresa y estado, nace Tecnova una rueda de negocios que en tres años a permitido disminuir la brecha que suele haber entre la academia, la empresa y el estado y donde hay un convergencia entre la oferta de investigación aplicada de las universidades y la demanda de las empresas, que hace que los empresarios no salgan a buscar universidad por universidad, sino que concentren la demanda en la Corporación.

Según Félix Londoño González, Director de Investigación y Docencia de EAFIT, otro ejemplo concreto de los resultados es que la universidad en la rueda de negocios de innovación Tecnova 2007 concretó 19 proyectos de investigación en conjunto con el sector productivo, algunos de estos con cofinanciación de Colciencias.(Ver anexo 5) (Londoño González, 2009)

6.4.4. Estado, gestiones en torno a la Investigación, innovación y emprendimiento
El estado en su búsqueda de desarrollo y bienestar para sus habitantes, encuentra que la educación es uno de los pilares fundamentales y tiene que fomentar su crecimiento y su calidad para poder ser competitivos en un mundo globalizado.

6.4.4.1. Gobierno Nacional – Plan de desarrollo – Plan 2019

- Plan 2019

En el 2010 los colombianos celebraremos los 200 años del llamado Grito de Independencia y nueve años después, en 2019, conmemoraremos el triunfo de la Batalla de Boyacá, estos eventos incitan a que se piense en una visión de Colombia a mediano y largo plazo por eso “Visión Colombia, Segundo Centenario” propone unas metas y la educación de la mano del desarrollo y crecimiento científico no podían faltar en estas metas.

La Revolución Educativa tiene varios elementos. Hay uno que es un elemento ideológico y de comportamiento: lograr que los colombianos estudien y trabajen toda la vida. Lo queremos hacer a través de la expansión de la cobertura y mejoramiento de la calidad –basada en el estímulo a los mejores– y de la redefinición de los contenidos y programas.

Colombia debe proponerse incrementar gradualmente la inversión total en investigación y desarrollo hasta llegar a 1,5% del PIB en 2019 (hoy es 0,21% sólo la pública)

En 2019, Colombia deberá cumplir con el indicador internacional que señala que al menos 0,1% de la población esté consagrada a actividades de investigación (unas 55.000 personas) y, en esa fecha, deberá contar con 20 centros de investigación de excelencia y de desarrollo tecnológico consolidados. Dos resultados signi-

ficativos para esa fecha serán ubicar tres universidades colombianas entre las 500 mejores del mundo. (ACCIONSOCIAL@, 2009)

- Plan de desarrollo Estado comunitario Desarrollo para todos 2007 - 2010

Para el plan de desarrollo del actual gobierno se tiene que la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) son ejes de desarrollo económico y social del mundo moderno y deben proyectarse a la construcción de una sociedad equitativa que ofrezca igualdad de oportunidades a los talentos y recursos de la comunidad. La CTI tiene un papel fundamental en facilitar y activar la transformación de Colombia en una sociedad y economía del conocimiento. Estos son factores esenciales para acelerar el crecimiento económico y aumentar el nivel de desarrollo humano y social del país, puesto que permite la liberación del talento y la capacidad creadora, el mejoramiento de capacidades de auto-organización social, la elevación del bienestar y la solución de muchos problemas que se derivan y generan pobreza y conflictos.

Para el numeral 7.5 de ciencia tecnología e innovación se tienen los siguientes pilares fundamentales:

- ✓ Incrementar la generación del conocimiento.
- ✓ Fomentar la innovación y el desarrollo productivo.
- ✓ Fomentar la apropiación de la CTI en la sociedad Colombiana.
- ✓ Incrementar y fortalecer las capacidades humanas para la CTI.
- ✓ Consolidar la institucionalidad del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación.
- ✓ Consolidar la infraestructura y los sistemas de información para la CTI
- ✓ Promover la integración regional.
- ✓ Consolidar la proyección internacional de la ciencia, la tecnología y la innovación. (DPN@, 2009)

6.4.4.2. Gobierno Departamental

El Departamento de Antioquia en su plan de desarrollo 2008 – 2011, tiene en su línea estratégica 3 numerales 3.2 y 3.4. La base del desarrollo en ciencia, tecnología, innovación, productividad y competitividad y en los 2 siguientes cuadros se encuentra los indicadores de lo que se quiere lograr en este sentido.

En Antioquia hoy, se impone el reto de hacer una profunda transformación que impulse, en todos los estamentos y sectores de la sociedad, procesos sostenidos de innovación tecnológica y de investigación, que permitan aumentos en el conocimiento, en pos de mayores niveles de productividad y competitividad, para avanzar en el objetivo de lograr una mejor distribución de los beneficios del desarrollo. (Ver anexo 6) (GOBERNACIONDEANTIOQUIA@, 2009)

Otras Iniciativas de la Gobernación de Antioquia

- Antioquia tendrá Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación

En la rueda de prensa del “VI Encuentro Universidad Empresa Estado”, el gobernador Luis Alfredo Ramos anunció que Antioquia tendrá una Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación que hará parte de la Secretaría de Competitividad y Productividad. El objetivo, es que se trabaje en temas de ciencia, tecnología e innovación con la academia y el sector privado “para fortalecer toda la parte empresarial y para buscar que la innovación traiga valor agregado a todos los procesos productivos en Antioquia.

(EAFIT@, 2009)

- Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia CTA

La Corporación Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia fue constituida legalmente en 1989, con el nombre de Centro de Tecnologías de Antioquia. Sus socios fundadores fueron: La Gobernación de Antioquia, El Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología – Colciencias, La Universidad

EAFIT, La Asociación Nacional de Industriales – Andi - Regional Antioquia, La Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, La Federación Nacional de Comerciantes – Fenalco – Antioquia, La Fundación para el Progreso de Antioquia – Proantioquia. Con el tiempo, este grupo inicial se ha ampliado, hasta conformar un grupo de 18 socios, entre los que se cuentan las principales universidades de Antioquia, entidades del sector público, empresas privadas y organizaciones empresariales.

Su misión es la de promover agendas de trabajo, mecanismos de acción y proyectos, que construyan relacionamientos efectivos, vía flujos de conocimiento, entre los sectores público, investigativo, educativo y empresarial, para convertir el conocimiento, la ciencia y la tecnología en factores dinámicos para el progreso económico y social. Todo lo anterior, teniendo como referentes los desarrollos de la sociedad del conocimiento en los escenarios nacional e internacional.

Líneas de acción:

- ✓ Educación, ciencia y tecnología
- ✓ Sector productivo, ciencia y tecnología
- ✓ Temas estratégicos, ciencia y tecnología

(CTA@, 2009)

6.4.4.3. Gobierno Municipal

La Alcaldía de Medellín en su Plan de desarrollo municipal, tiene en su línea 3 de desarrollo económico e innovación todas las herramientas para lograr el desarrollo económico de la ciudad armonizando las iniciativas comunitarias de economía solidaria y asociativa con el desarrollo empresarial tradicional, para potenciar su desarrollo y crecimiento sostenible.

Plantea crear y fortalecer empresas que generen riqueza, con proyectos como la formación para el trabajo, el emprendimiento y el soporte técnico y económico

adecuado. Para esto contempla una inversión para el cuatrienio de \$ 205 mil millones de pesos aproximadamente.

Cultura E busca masificar la cultura del emprendimiento, la constitución y desarrollo de nuevas empresas que respondan a las necesidades del mercado y a las dinámicas de las cadenas productivas regionales con mayores potencialidades económicas, mediante la capacidad de innovación de sus emprendedores.

En los Premios Cultura E 2008 se premiaron 24 iniciativas del séptimo Concurso Planes de Negocio, 9 prototipos de la tercera versión del concurso Idear y 22 ganadores del segundo Concurso Creación de Empresas Innovadoras. Así mismo, se socializaron los resultados del concurso Nuevas Empresas a partir de Resultados de Investigación, donde 7 fueron ganadores.

✓ Séptimo concurso Planes de Negocio

Busca crear unidades productivas, mediante la identificación de oportunidades de negocio e iniciativas empresariales que generen nuevas fuentes de empleo y desarrollo.

✓ Idear

El concurso Idear, desarrollando futuro, tiene como fin incentivar a los estudiantes, profesores, grupos de investigación de universidades y empresarios, para que desarrollen tecnología biomédica con mediano y alto valor agregado, como alternativa de progreso industrial para la ciudad. El objetivo del concurso es facilitar oportunidades de educación, investigación y generación de empresa en el área biomédica.

✓ Concurso Creación de Empresas Innovadoras

Tiene como objetivo la materialización de proyectos empresariales de alto valor agregado, para su incursión en mercados regionales, nacionales e internacionales. Este concurso permite convertir los mejores planes de negocio

que han surgido en las instituciones de educación superior, en proyectos empresariales de alto valor agregado.

- ✓ Concurso Nuevas empresas a partir de Resultados de Investigación
Este concurso busca promover la generación de nuevos productos y servicios a partir de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico, con el ánimo de construir nuevas unidades de producción o nuevas empresas con alto valor agregado que contribuyan a mejorar la competitividad de la región y el país. Está dirigido a grupos de investigación registrados en Colciencias con resultados con potencial para convertirse en spin off, es decir, en empresas organizadas en la investigación. Éste concurso fue premiado en el 2007 y en esta oportunidad vamos a ver el avance de los proyectos ganadores. (MEDELLIN@, 2009)

6.4.5. Colciencias y la investigación en Colombia

La acción de Colciencias se dirige a crear condiciones favorables para la generación de conocimiento científico y tecnológico nacionales; a estimular la capacidad innovadora del sector productivo; a contar con las capacidades para usar, generar, apropiar y adquirir conocimiento; a fortalecer los servicios de apoyo a la investigación científica, al desarrollo tecnológico y a la innovación ; a facilitar la apropiación pública del conocimiento; a consolidar el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y de Innovación, en general, a incentivar la creatividad, para el mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos.

Propósito de Colciencias 2007 – 2010

Consolidarse como una organización gestora del conocimiento, formuladora y coordinadora de políticas nacionales en Ciencia, Tecnología e Innovación, con capacidad para proponer y establecer prioridades en pro de la competitividad y el bienestar del país. (COLCIENCIAS@, 2009)

6.4.6. Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología

El SNCyT se institucionaliza a partir de la promulgación de la Ley 29 de 1990, como instrumento jurídico que buscó condensar algunas de las conclusiones a las que llegó la Misión de Ciencia y Tecnología, Misión de Sabios, convocada a finales de los años 80 para reorientar el desarrollo de estas actividades en el país.

Los organismos de dirección y coordinación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología son el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología , los Consejos de Programas Nacionales, las Comisiones Regionales, los Consejos de Programas Regionales y el Comité de Formación de Recursos Humanos para la Ciencia y la Tecnología.

En general, la política está encaminada a consolidar el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación con el fin de contribuir al desarrollo económico y social del país.

Para alcanzar este objetivo, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología promueve una nueva cultura empresarial con base en la valoración del recurso humano, el desarrollo de la creatividad y el conocimiento, la cooperación empresarial y la visión a largo plazo. Además apoya los procesos de modernización, fortalece la infraestructura de investigación, incentiva la inversión privada y fomenta la interacción entre centros tecnológicos, empresas y universidades.

Lo que busca es que los investigadores den a conocer los procesos y resultados de sus investigaciones y que la sociedad pueda apropiarse de este conocimiento para su propio beneficio. (COLCIENCIAS@, 2009)

Es importante resaltar que Colombia cuenta con un marco normativo que regula o estimula la construcción de conocimiento científico, entre el 2008 y 2009 en el país

se logró la expedición del Conpes 3527 de Competitividad y Productividad (2008), la Ley de Aseguramiento de la Calidad (Ley 1188 del 2008), la Ley de Ciencia y Tecnología (Ley 1286 de 2009), y el Conpes de Ciencia, Tecnología e Innovación aprobado el pasado 27 de abril del presente año. Para una mejor comprensión estos y otros documentos relevantes frente al tema de creación y explotación conocimiento pueden ser consultados en la página del Ministerio de Educación Nacional. (COLOMBIAAPRENDE@, 2009)

6.4.7. Tendencias a nivel mundial frente a la investigación

6.4.7.1. Universidades de tercera generación

Las universidades están cambiando de manera fundamental, pasando de los modelos de la ciencia basada en la universidad que surgió después de que el período napoleónico hacia lo que vamos a llamar la Tercera Generación de la Universidad o 3GU en forma corta. Varias fuerzas deben propulsar este cambio.

El primer principio es que las universidades que quieren seguir a la vanguardia de la investigación científica están buscando alternativas de financiación, ya que el costo de este tipo de investigación ha aumentado por encima de los presupuestos que los gobiernos pueden proporcionar. Como resultado de ello, las principales universidades de todo el mundo están buscando la colaboración con la tecnología impulsada por las empresas. Esto coincide con una tendencia consistente en que las empresas deben dejar de llevar a cabo la investigación por sí mismos, buscando en su lugar colaboración de universidades de alto nivel para trabajar conjuntamente en proyectos de investigación básica que consideran de vital importancia para en un futuro ser más competitivas.

La segunda tendencia es la globalización, que no se detiene en las puertas de las universidades. La mayoría de las universidades solían tener un monopolio regional en relación con la captación de los estudiantes. Con la mejora de oportunidades

para estudiar en el extranjero, las universidades están ahora compitiendo por los mejores estudiantes. Asimismo, los académicos se han convertido en un tema de la competencia y los contratos de investigación de las empresas se compiten también en el mercado mundial.

El resultado de esta triple competencia es que cada vez hay menos universidades competentes en los tres aspectos. Los ganadores de esta carrera son las universidades que pasan a convertirse en el núcleo del know-how, un sitio de la excelencia internacional, las instituciones académicas se mezclan con la industria y otros centros de investigación, un lugar que nadie dentro de este campo de interés se puede perder: estudiantes, académicos, empresas.

La universidad de Segunda Generación se centró en la ciencia pura y no en la aplicación de sus conocimientos como su tarea fundamental. En contraste, las universidades de tercera generación activan la explotación o comercialización de los conocimientos que crean, por lo que es su tercer objetivo, en igualdad de importancia a los objetivos de la investigación científica y la educación. El Know-how de explotación incluye una participación activa en el fomento de tecnoemprendedores - estudiantes o profesores universitarios que comienzan sus propios negocios basados en la tecnología de la investigación.

Hay una cuarta tendencia de una naturaleza muy diferente. Hoy en día, la inmensa mayoría de los científicos trabajan en equipos interdisciplinarios que se centran en ámbitos de investigación específicos; las maestrías suelen estar conectadas con tales equipos de investigación.

Un quinto conductor es una reacción al enorme aumento en el número de estudiantes, que creció sustancialmente durante la década de los sesentas y que dio lugar a un aumento de gasto público y a mayores controles. Esto hizo que las

universidades fuera un ente demasiado burocrático para obtener una gestión eficaz y ahora se busca un camino distinto para ganar más libertad.

Y por último y como sexto motor de este cambio las universidades se ven retadas por las nuevas e independientes instituciones de investigación a traspasar sus fronteras: en primer lugar los institutos para la investigación aplicada y más tarde institutos como la NASA, el CERN, la ESA y muchos otros. Al mismo tiempo, la apertura de la investigación empresarial empieza a generar dificultades para la colaboración, mientras que el aumento de las empresas de tecnología e innovación de las universidades ofrecen una nueva oportunidad para salir de las universidades a comercializar su Know-how. (Wissema, y otros)

6.4.7.2. Parques científicos y tecnológicos

La definición de parques científicos y tecnológicos incluye multitud de componentes. Según la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE):

"El Parque Científico y Tecnológico es un proyecto, generalmente asociado a un espacio físico, que:

- ✓ Mantiene relaciones formales y educativas con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior.
- ✓ Está diseñado para alentar la formación y el crecimiento de empresas basadas en el conocimiento y de otras organizaciones de alto valor agregado pertenecientes al sector terciario, normalmente residentes en el propio parque.
- ✓ Posee un organismo estable de gestión que impulsa la transferencia tecnológica y fomenta la innovación entre las empresas y organizaciones usuarias del Parque"

Los componentes básicos de un parque científico, por tanto, son:

- ✓ Incubadoras de empresas

- ✓ Infraestructuras adecuadas para el desarrollo de empresas en las incubadoras
- ✓ Acuerdo con una o más universidades
- ✓ Herramientas de gestión empresarial para la gerencia y la administración de las empresas del parque como puede ser el capital semilla (capital que financia a empresas que se encuentran en sus etapas iniciales y suponen un alto riesgo)

Algunos expertos diferencian al parque científico del tecnológico. Según estos, mientras el parque científico está más ligado a la universidad e impulsa empresas spin-off, el parque tecnológico está más enlazado con el sector privado y en él se instalan, generalmente, empresas ya consolidadas.

También los parques científicos se diferencian según el modelo utilizado para su implementación. Por un lado, el modelo americano ofrece mucha conexión con la universidad, por otro, el europeo supone una lejanía física y funcional con respecto a las universidades. Estos últimos se constituyen como grandes polígonos industriales. (CALAMEO@, 2009)

7. AUTOEVALUACIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEMI – LÍNEA DE DIAGNÓSTICO TÉCNICO

Esta autoevaluación se realiza haciendo uso de una herramienta facilitada por el CICE, la cual se encuentra en proceso de desarrollo y registro. Por esta razón no es posible mostrar de una manera amplia su composición, sin embargo al final de esta autoevaluación se mostrará en forma gráfica los resultados obtenidos a partir de su aplicación. Otro aspecto por destacar es el hecho de que esta autoevaluación es producto de una entrevista realizada al profesor Leonel Castañeda Heredia quien es el Director de la línea de Diagnóstico Técnico del Grupo GEMI.

7.1. ARTICULACIÓN DEL GRUPO HACIA LA UNIVERSIDAD

El grupo de Investigación GEMI, y particularmente la línea de Diagnóstico Técnico, coordina los proyectos de investigación buscando dentro de sus objetivos una posterior comercialización de los productos y servicios resultantes de estos. En especial, se busca desarrollar productos que sean patentables, aquellos que por sus características permitan inferir que tendrán un mayor alcance e impacto en cuanto a factores como comercialización y transferencia tecnológica de sus resultados respectivamente.

Adicionalmente, se demuestra un gran interés por obtener una mayor vinculación entre la empresa y la universidad en tres vías:

- ✓ Desarrollo de productos transferibles a las empresas con las que se hacen proyectos de investigaciones conjuntas (licenciamiento de patentes y satisfacción de necesidades.

- ✓ Fortaleciendo primeros, segundos y terceros ciclos de educación. Esto a través de una activa participación de los trabajadores de las empresas en las instancias de pregrado, posgrado y doctorado (según los requerimientos del proyecto)
- ✓ Formación de nuevas empresas a partir de resultados de los proyectos de investigación (spin off)

Es claro que cada investigación requiere de una serie de recursos que para el grupo en primera instancia son aportados por Colciencias. Sin embargo, reconocen que es importante diversificar el portafolio de recursos de inversión tales como:

- ✓ Convenios nacionales e Internacionales en proyectos que generen un mayor desarrollo económico dinamizando sectores industriales o generando nuevos proyectos o temas de investigación relacionada.
- ✓ Ingresos por el licenciamiento de sus productos a empresas nacionales e internacionales en búsqueda de diversificar o ampliar sus fuentes de financiación.
- ✓ Ingresos provenientes del desarrollo de productos y consultorías
- ✓ Generación de ideas de negocio viables y sostenibles en el tiempo.
- ✓ Fortalecimiento de la capacidad instalada de sus equipos y de las capacidades como grupo de investigación.
- ✓ Acceso y retroalimentación permanente con redes de investigación que afiancen aún más la capacidad investigadora y que dinamicen la captación de recursos para impulsar la investigación aplicada.
- ✓ Aprovechar, de manera estratégica, la creación de sinergias para formar grupos de investigación multidisciplinarios ya sea al interior la universidad o con otras universidades a nivel nacional e internacional.

Aspectos por mejorar:

- ✓ Mayor visibilidad de las oportunidades y potencialidades del grupo a través de instancias internas y externas de la universidad
- ✓ Mayor visibilidad de los resultados de investigación por gestión propia

- ✓ Creación de Indicadores de gestión para realizar seguimiento a las investigaciones.
- ✓ Mayor aprovechamiento de los resultados de investigación
- ✓ Mayor aprovechamiento de instancias internas como el CICE y convenios y contratos en aspectos fundamentales.
- ✓ Licenciamiento de resultados actuales de investigación.

7.2. EL PRODUCTO

A nivel de recursos es importante destacar que los equipos con los que se cuenta en la actualidad están en capacidad de ser aprovechados en una mayor proporción y esto debe ser parte integral del portafolio de servicios del Centro de Laboratorios para ser ofrecida a la industria en general y a otras instituciones de educación superior.

Surge igualmente una oportunidad en el sentido de que el grupo de investigación asesore en el manejo y conocimiento general de los equipos utilizados en los proyectos de investigación a una entidad que se encargue de representar estas marcas en Colombia y en América Latina.

El grupo tiene claridad respecto a la necesidad de enfocar sus esfuerzos a desarrollar y acompañar proyectos de investigación que tengan como objetivo la solución de problemáticas empresariales o sociales que beneficien el país, la región, y porque no Latinoamérica y el mundo, los cuales a su vez están articulados con los objetivos e intereses de la Universidad en el sentido de proveer desarrollo económico, social, científico y cultural del país.

Aspectos por mejorar

- ✓ Adelantar un análisis más adecuado sobre sus futuras temáticas de investigación para darle esta conducción, para intentar enmarcarlos dentro de

estos aspectos que han sido determinados como prioridad, como elementos a destacar dentro de su desarrollo.

- ✓ Fomentar el relevo generacional en el grupo a través de los semilleros
- ✓ Listado de equipos actuales con sus especificaciones y alternativas de uso o servicio.
- ✓ Realizar un análisis de las posibles marcas de equipos que serian parte de una posible representación por parte de otra entidad.

7.3. EL PROCESO

En la parte de gestión es importante destacar el uso de la plataforma investiga que permite un buen manejo de los recursos a la hora de costear una investigación, también la documentación que lleva el grupo GEMI de los proyectos de investigación que permiten replicar lo bueno en los nuevos proyectos, dando como resultado una completa documentación y descripción de los productos o servicios que posteriormente se puedan comercializar.

Sin embargo se encuentran falencias en la forma como se maneja el semillero de investigación, el relevo generacional de los investigadores, la articulación de los procesos de los diferentes integrantes del grupo y su claridad frente a estos, además debe haber una mayor comunicación de las dependencias convenios y contratos, el CICE y el grupo de investigación a la hora de realmente comercializar productos y servicios que surgen de los resultados de los proyectos de investigación, pues se tiene una carpeta con las capacidades del grupo pero no se están realizando nuevos negocios.

Aspectos por mejorar

- ✓ Seguir fortaleciendo la plataforma investiga.

- ✓ Articular los semilleros de investigación a los proyectos del grupo
- ✓ Agilizar los procesos de comercialización de productos y servicios con el apoyo de convenios y contratos y el CICE.
- ✓ Fortalecer los contactos comerciales existentes y crear nuevos para conseguir nuevos proyectos y ofrecer los productos y servicios que presta el grupo.
- ✓ Todos los integrantes del grupo de investigación deberían estar articulados y tener claridad en los procesos y la orientación estratégica de la universidad.

7.4. CAPACIDADES

El grupo cuenta con los recursos físicos, tecnológicos, software y sistemas de información para el desarrollo de los proyectos de investigación y para la posible prestación de servicios, además de tener convenios interinstitucionales, redes de apoyo con universidades y empresas, lo que le permite organizar mecanismos de cooperación y ofrecer productos y servicios, aunque hay que resaltar que el recurso humano del grupo no implementa unos procedimientos claros de inducción y entrenamiento y no posee unos indicadores de gestión que permitan una mejor articulación del mismo.

Hasta el momento los recursos económicos para la realización de los proyectos han estado disponibles, pero es necesario buscar otras fuentes de financiación como lo pueden ser el gobierno, donaciones de la industria o la comercialización de productos o servicios del grupo ya que este se encuentra en la capacidad de gestionar estos recursos y dado que su margen de rentabilidad en los proyectos es cercano al 30%.

El recurso humano del grupo es de muy buen nivel académico, es reconocido por su trabajo investigativo y tiene gran experiencia en la ejecución de grandes proyectos con empresas destacadas en cada sector que los ha realizado, pero

debe aumentar sus relaciones con las otras empresas del medio y difundir mas sus reconocimientos y logros, para dinamizar la ejecución de nuevos proyectos o prestación de servicios, y además debe tener un diagnostico de cada miembro del grupo para fortalecer sus debilidades y que los temas en los que se trabaja sean del dominio de todos para evitar que los proyectos se frenen por la ausencia de alguno de los investigadores.

Aspectos por mejorar

- ✓ Procurar estar renovando los equipos para que siempre se cuente con lo último en tecnología.
- ✓ Aumentar el número de clientes potenciales con los que se han establecido contactos para la realización de proyectos o negocios y ofrecer los productos o servicios que el grupo puede prestar.
- ✓ Contar con un manual a la hora de que ingrese un nuevo miembro al grupo de investigación.
- ✓ Tener unos indicadores de gestión de cada integrante.
- ✓ Que la información no sea manejada por una sola persona.
- ✓ El grupo dado su capacidad debe buscar nuevas fuentes de financiación.
- ✓ El semillero de investigación debe tener un objetivo más definido que vaya de la mano con el grupo.
- ✓ Tener mayor interacción con otros grupos de investigación.

Figura 2 Análisis gráfico (Ideal vs Autoevaluación) - Línea Diagnóstico Técnico

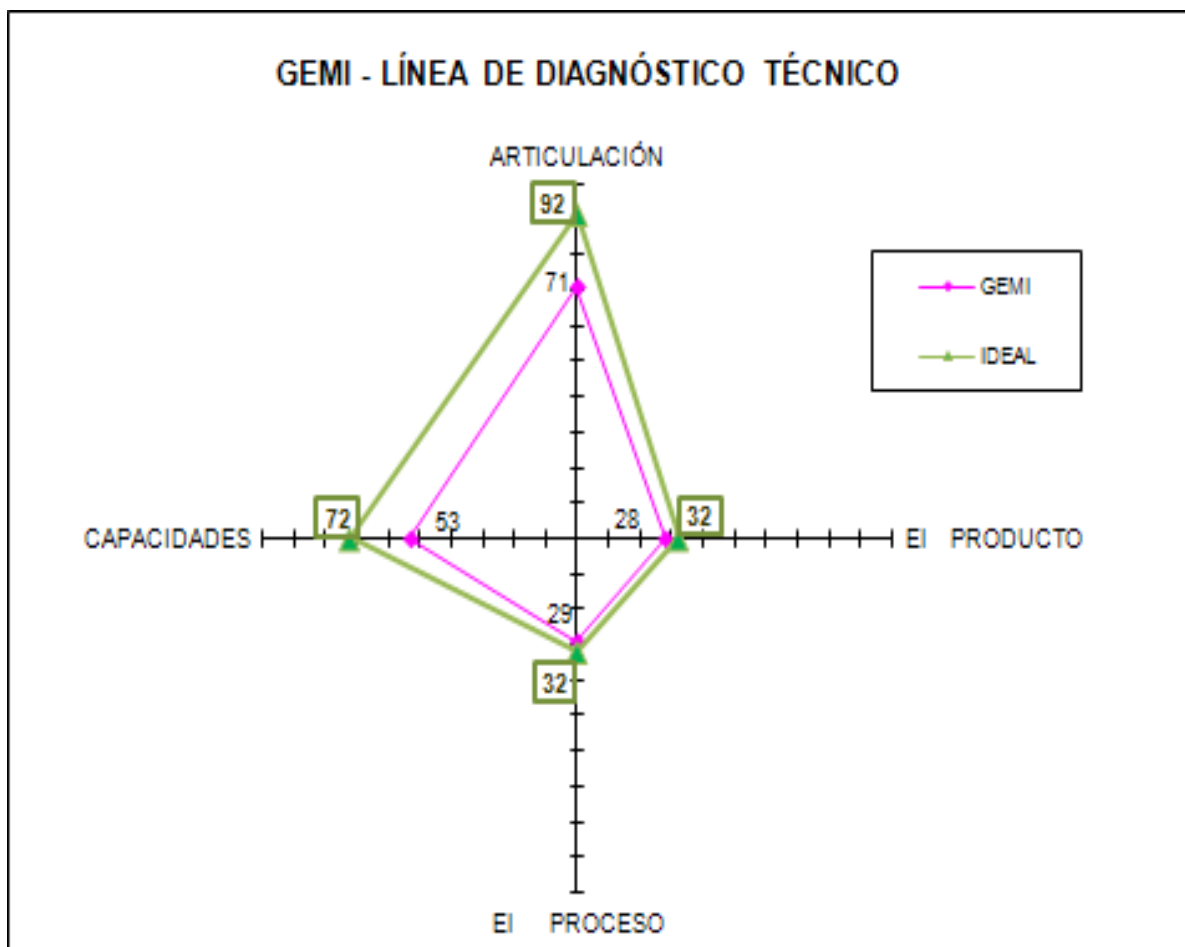


Figura 3 Autoevaluación Cualitativa - Línea de Diagnóstico Técnico

Criterios de Evaluación Cualitativos	Porcentaje	ARTICULACIÓN	EI PRODUCTO	EI PROCESO	CAPACIDADES
Maduro (consolidado)	Mas de 80%	Mas de 74	Mas de 26	Mas de 26	Mas de 58
Desarrollo	Entre 60 y 80%	Mas de 55 y 74	Mas de 19 y 26	Mas de 19 y 26	Mas de 43 y 58
Despegue	Entre 20 y 60%	Mas de 18 y 55	Mas de 6 y 19	Mas de 6 y 19	Mas de 14 y 43
Incipiente	Menos de 20%	Menos de 18	Menos de 6	Menos de 6	Menos de 14
IDEAL		92	32	32	72

Esta herramienta permite ubicar la línea de Diagnóstico Técnico del GEMI en cuatro fases distintas que son:

- ✓ Fase Incipiente: Calificación inferior al 20%
- ✓ Fase de Despegue: Calificación entre el 20% y el 60%
- ✓ Fase de Desarrollo: Calificación entre el 60% y el 80%
- ✓ Fase de Madurez: Calificación superior al 80%

De acuerdo con el análisis realizado producto de la autoevaluación de la línea de diagnóstico técnico obtiene los siguientes resultados cualitativos.

Figura 4 Resultados Autoevaluación Cualitativa - Línea de Diagnóstico Técnico

Ítem Evaluado	% Obtenido	Fase
Articulación con la Universidad y el Mercado	77	Desarrollo
El Producto	88	Consolidado
El Proceso	91	Consolidado
Capacidades	74	Desarrollo

8. OPORTUNIDAD DE NEGOCIO QUE SE PLANTEA

De acuerdo con la Metodología “Empresa-Concepto” desarrollada por la Universidad de Santiago de Compostela en este trabajo se da cumplimiento a la primera fase del eslabón correspondiente a la DETECCIÓN, la cual consiste en analizar los posibles productos y servicios que se tienen, en este caso dentro del GEMI, y con las cuales se pretende establecer una idea de negocio.

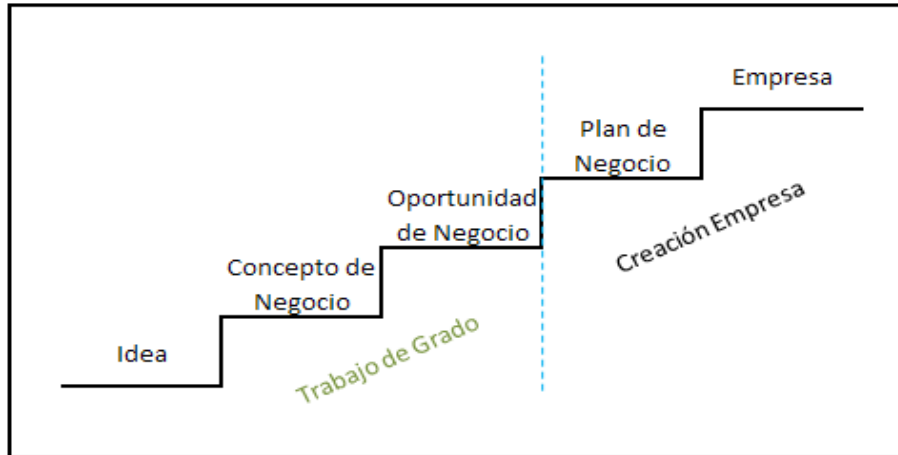
Figura 5 Fases en la creación de una Empresa-Concepto



(USC@, 2008)

De igual forma y respecto a la Metodología CICE, “Manual para la creación de empresas innovadoras en América Latina” se da cumplimiento a las tres primeras etapas (Idea, Concepto de Negocio y Oportunidad de Negocio).

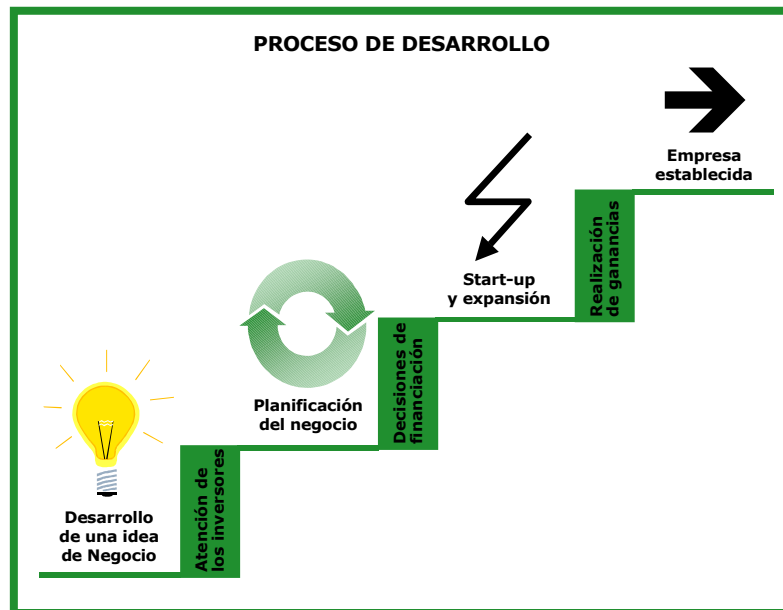
Figura 6 Proceso de creación de una Empresa



(EAFIT@, 2009)

Por último tenemos la metodología que se utiliza en el manual de un plan de negocio de Mckinsey, de donde se obtuvo mucha ayuda a la hora de revisar las ideas de negocio.

Figura 7 Proceso característico de creación y desarrollo de Start-up



(Manual plan de negocio Mckinsey 2001)

Posterior a la entrega de este trabajo de grado se continuará con el desarrollo y terminación de las dos metodologías hasta completar la fase final, común entre ellas, que consiste en la creación de la empresa y su puesta en marcha.

A continuación se relacionan los elementos más relevantes dentro de la propuesta u oportunidad de negocio que se propone establecer a partir del grupo de investigación GEMI luego de aplicar las dos metodologías antes mencionadas.

8.1. CONCEPTO DE NEGOCIO

Esta idea se centra en la conformación de una nueva empresa bien sea a partir de un spin-off o de un Start-up, con 3 unidades de negocio que fueron identificadas a partir de una evaluación de capacidades, estado de innovación y desarrollo de productos resultantes de investigaciones del GEMI, a lo largo de su relacionamiento con las empresas. Estas tres unidades son las siguientes:

- Línea de Negocio de Sistema Portátil de Diagnóstico y Pesaje

Consiste en la promoción de dos productos, que son: Sistema de medición de cargas verticales o sistema de pasaje y el Sistema Portátil de Diagnóstico (SPD); que comprenden elementos físicos y software que optimizan el eslabón de logística de salida y entrada en la cadena de valor y cuyos clientes potenciales, son esencialmente las empresas de distribución logística nacional e internacional o empresas de prestación de servicios del sector ferroviario en general.

- Línea de Mantenimiento Preventivo

Prestación de servicios de ingeniería en máquinas hidráulicas a partir de las capacidades del grupo GEMI, principalmente las utilizadas para la generación de energía (Turbinas hidráulicas). Enfocando su mercado en micro, mini, medianas y

grandes centrales hidroeléctricas que hay en el país, para luego replicarla en otros países.

- Línea de servicios de ingeniería

De igual forma esta prestación de servicios de mantenimiento preventivo, a todo tipo de maquinaria industrial, se centra en las capacidades adquiridas por el grupo mediante la ejecución de proyectos de investigación, y atenderá aquellas grandes, medianas, pequeñas empresas que utilicen equipos en su producción, tales como bombas, motores, máquinas rotativas, entre otras, iniciando por las que ya tienen relación con la universidad.

8.2. FACTOR INNOVADOR DE LA INICIATIVA

Esta idea de negocio surge como resultado de aplicar una metodología de detección del nivel de innovación, capacidades y productos tecnológicos, desarrollados en cada una de las investigaciones y de la visualización del mercado objetivo que pueda requerir estos productos o servicios, establecidos a partir de la relación del grupo con el medio, para luego definir entonces oportunidades de negocios y posteriormente su plan estratégico.

A partir de esta aplicación metodológica se identificó también una serie de necesidades presentes en la industria que nos dejan afirmar otros dos factores innovadores tales como:

- Apropiación de la tecnología, las capacidades y las metodologías utilizadas por el GEMI en los proyectos de investigación, especialmente en el proyecto DIFRANCI que se realizó conjunto con EPM y COLCIENCIAS, de donde se obtuvieron unos resultados que podrían ser replicados en todas las centrales

hidroeléctricas, en cuanto a las mejoras en el desempeño de los equipos de la minicentral.

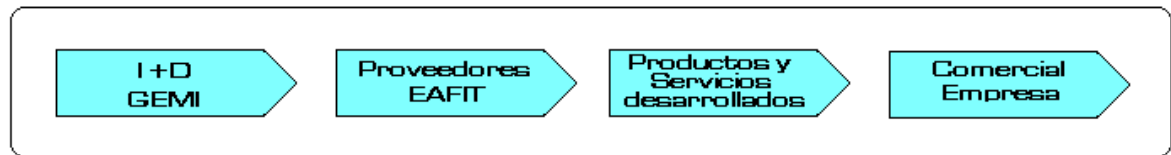
- Los productos ofrecidos en la línea de sistema portátil de diagnóstico y de pesaje son productos que se han desarrollado buscando suplir las necesidades con la utilización de equipos de fácil instalación y convencionales, que conjugados con un análisis adecuado ofrecen al cliente una herramienta fácil rápida y económica para solucionar sus dificultades en cuanto a la obtención, manejo y almacenamiento de la información.

Con la aplicación de estas líneas, las empresas en general, pasarían de tener que realizar un mantenimiento desde el punto de vista correctivo, preventivo y predictivo a realizar un mantenimiento basado en la condición del estado de la máquina. En términos económicos, se pasaría de tener una obligación costosa a una muchísimo menos onerosa y planeada debido a que realmente se podría conocer como está operando la máquina y cuál es su verdadero desgaste, así como corregir un deterioro excesivo u optimizar el funcionamiento de la misma. Además de esto se disminuirían los tiempos de paro de los distintos equipos al momento de tener obligatoriamente, que ejecutar los mantenimientos, con las implicaciones inherentes a esta situación: altos costos, incumplimientos en entregas y mano de obra ociosa.

8.3. MODELO O SISTEMA DE NEGOCIO

Como modelo de negocio tenemos dos alternativas para la creación de la oportunidad de negocio que pueden ser a través de un spin off o de un Start up.

Figura 8 Esquema de funcionamiento del GEMI



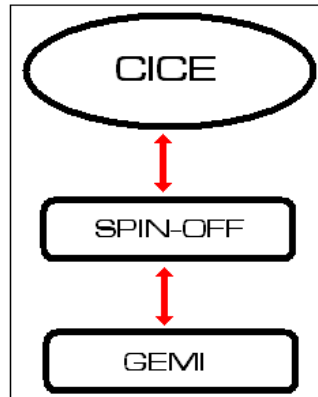
Mesa. Jorge 2009

El grupo GEMI siempre actúa como la unidad de I + D de la empresa nueva o de el CICE, sus proveedores son la misma universidad y el medio que constantemente le lleva problemas para solucionarlos, con la investigación o solución de estos problemas el se nutre de productos y servicios que puede vender y esta venta se hace a través del la nueva empresa o de el CICE.

Ahora cuando especificamos en una de las dos formas de hacer esto realidad vemos como a través de un spin off el grupo articulado con el CICE, puede comercializar sus productos o servicios y obtener recursos lo que le permitirá fortalecerse y tener una independencia económica que además le traerá retornos académicos en recursos e imagen para la universidad.

Esto se puede lograr teniendo un personal encargado de vender esos productos o servicios y que además este en constante relación con el medio para sacar nuevos productos de acuerdo a las necesidades de las empresas.

Figura 9 Spin off para GEMI



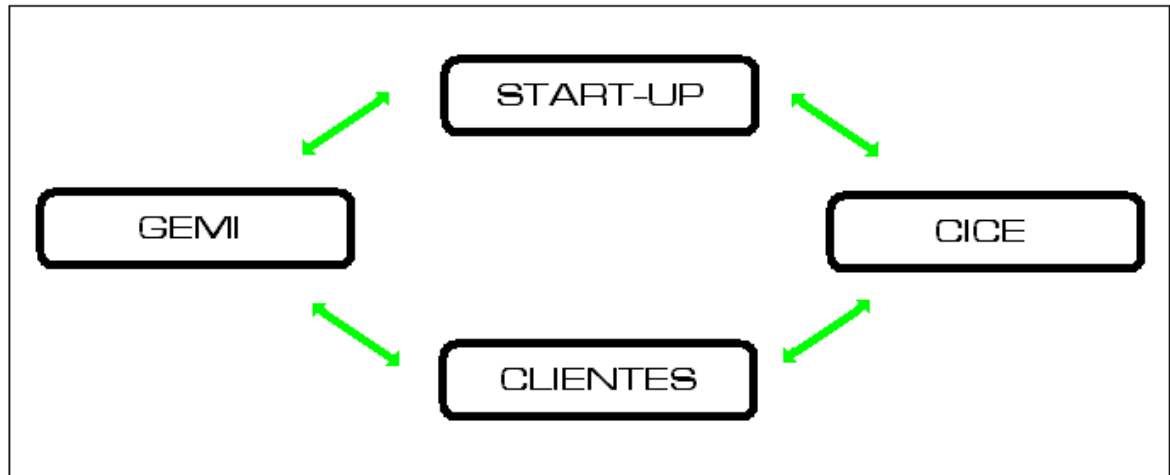
Mesa. Jorge 2009

Si se opta por la oportunidad de negocio a través de un Start up, lo que se tiene es la creación de una nueva empresa por medio de las metodologías mostradas anteriormente que permitan que llegue a feliz término esta idea de negocio.

La empresa funcionara como el vehículo para llevar los productos o servicios al medio (Clientes) siendo el GEMI su unidad de I + D y quien constantemente este surtiendo de nuevos productos o servicios, el CICE por su parte acompañara todo este proceso fortaleciendo las relaciones con las empresas e impulsando su arranque hasta el momento en que ella pueda estar sola en el mercado, donde en ese momento podrá ser un usuario mas de los servicios que ella presta y que le traen retornos a la universidad.

En el comienzo esta empresa requerirá todo el apoyo del CICE para estructurarla de una manera adecuada que permita su expansión, iniciando con unos agentes comercializadores o promotores de los productos y servicios que se consolidaron en el presente trabajo.

Figura 10 Start Up para GEMI



Mesa Jorge 2009

Lo anterior nos puede permitir la creación de una empresa nacional con visión y alcance internacional, soportada por el GEMI y la Universidad EAFIT, la cual puede consolidarse como una empresa prestadora de servicios de ingeniería, certificadora, prestadora de servicios técnicos y de mantenimiento, que entregarán soluciones a las empresas locales a través de sus empleados (ingenieros y tecnólogos capacitados por la misma universidad), prestando servicios de ingeniería altamente especializada atendida por el GEMI y estableciendo una red internacional de agentes representantes y distribuidores de sus productos o servicios, los cuales solo podrían desempeñar esta labor luego de establecer una obligación contractual y una serie de capacitaciones desde la Universidad.

8.4. IMPACTO DEL PROYECTO EN LO ECONÓMICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ACADÉMICO

Con el desarrollo e implementación de las unidades de negocio expuestas con anterioridad se estarían impulsando el empleo a través de la contratación del personal especializado que prestaría los servicios de ingeniería al igual que aquellas personas que se encargarían de capacitar a las nuevas entidades y

corporaciones interesadas en los conocimientos del GEMI, siendo beneficioso tanto para la nueva empresa, como para la universidad.

A la vez esta última, la capacitación, generaría retroalimentación y crecimiento a nivel académico de EAFIT en la medida que sería la universidad la llamada a acompañar y estructurar este ofrecimiento; de igual manera se fortalecerían los grupos de investigación abriendo nuevos mercados y nuevas alternativas, áreas de la investigación donde la universidad está en capacidad de incursionar, lo cual se vería reflejado en los distintos grupos de investigación por intermedio de los semilleros, esto generaría renovación.

A través de los servicios de ingeniería prestados por la empresa se conocerán nuevos problemas a investigar que impactarán la Maestría en Ingeniería ofrecida por EAFIT en la medida que los estudiantes resuelvan estos a través de proyectos de investigación con el acompañamiento de GEMI.

Desde el punto de vista ambiental se disminuiría el impacto que tiene el recambio permanente de piezas o elementos que sufren desgaste por mal uso o por malas conformaciones técnicas. De tal manera que se disminuiría el consumo de elementos que por su composición o por su proceso de obtención generan un impacto desfavorable al medio ambiente.

Finalmente desde el punto de vista netamente económico el impacto positivo estaría reflejado en la pequeña y mediana industria debido a que estos dos sectores empresariales no tendrían necesidad de instalar sus propios laboratorios de investigación y desarrollo sino que al hacer uso de los servicios ofrecidos por el GEMI obtendrían más y mejores servicios con una inversión de gastos operativos menores.

8.5. PLAN COMERCIAL

Diversos estudios indican tendencias de transporte multimodal, como un factor dinamizador de carga facilitando la salida de esta misma de las ciudades y permitiendo una reducción significativa en costos de transporte de la mercancía. (MINTRANSPORTE@, 2008), (DPN@, 2009)

Todos aquellos productos y servicios que se ofrecen en la unidad de negocio de sistema de diagnóstico y pesaje van encaminados a la reducción de costos en el sostenimiento y mantenimiento de los equipos usados para el transporte; ofreciendo así una solución de conocimiento y seguimiento de los costos operacionales de los respectivos mantenimientos.

El Sistema portátil de diagnóstico y el sistema de pesaje serán enfocados a empresas del sistema ferroviario de carga y pasajeros en una etapa inicial, alcanzando así cubrir el mercado ferroviario en Colombia vendiendo sus productos y servicios a las 5 empresas del sector ferroviario. Con esto se estima recaudar un valor estimado de dinero cercano a los 260 mil dólares durante el primer año que sustente operaciones de promoción internacional a las 40 empresas de metros (trenes de pasajeros) que se encuentran en el continente americano situados en países como Argentina, Chile, Brasil, Perú, Colombia, México, Estados Unidos y Canadá; buscando llegar a estas a través de asociaciones como la Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles (ALAF); y dependiendo del canal de distribución ya establecido en cada país, a través de agentes distribuidores. (METROSDELMUNDO@, 2009)

Para alcanzar las 30 empresas de carga ferroviarias a nivel de Latinoamérica, es indispensable también alcanzarlas a través de actividades de promoción con la ALAF, ya que esta se considera la puerta de entrada a este sector.

Las turbinas hidráulicas son unos de los equipos más complejos y caros, que son utilizados para la generación de energía eléctrica, y sus operaciones debe ser supervisadas en todo momento para poder encontrar fallas potenciales o incipientes, como para programar su mantenimiento, con el objetivo de mejorar la disponibilidad, confiabilidad y vida útil de estos equipos

La Unidad de negocio de mantenimiento de turbinas, está planteada para atender, como se mencionó inicialmente aquellas grandes, medianas, mini, y micro centrales hidroeléctricas que utilizan turbinas hidráulicas para la generación de energía, las cuales suman un total de 120 hidroeléctricas a nivel nacional, sin contar con los nuevos proyectos que se encuentran en construcción actualmente, en donde podríamos prestar asesorías, consultorías, pruebas de aceptación y montaje de los planes de mantenimiento, entre otros. Se propone establecer un plan de acción basado en atención directa de cada una de ellas, para ofrecerles estos servicios.(MINMINAS@, 2009), (EAFIT@, 2009) (Ver anexos 7 y 8)

Para terminar, la línea de servicios de ingeniería está enfocada a la atención de grandes y medianas empresas localizadas a nivel nacional que operen equipos en su producción, como motores, bombas, máquinas rotativas, entre otras; a las cuales se les puede realizar un diagnostico técnico del estado actual de las máquinas, pruebas y mediciones de desbalanceo, ruido, dinámica, y vibraciones.

Estas empresas representan un total de 5000 clientes potenciales a quienes de igual manera se les debe hacer una atención directa e individualizada ya que cada una de ellas, presenta necesidades y soluciones diferentes que deben ser atendidas de manera personalizada, iniciando con aquellas empresas que tengan relación con la universidad pues se tiene un acceso más fácil a estas.

(CAMARAMEDELLIN@, 2009)

9. CONCLUSIONES

Una vez realizada la investigación sobre los distintos elementos y variables que componen el grupo de investigación GEMI de la universidad EAFIT así como elementos periféricos que en buena forma potencializan o reducen su capacidad de acción, se presentan las siguientes conclusiones:

El grupo de estudios en mantenimiento industrial GEMI de la universidad EAFIT cuenta con más de 10 años de experiencia en investigaciones aplicadas y se encuentra clasificado por Colciencias en la categoría C, tiene un semillero de investigación DIAGNOSTIKA, en donde se forman los nuevos investigadores y ha recibido varios premios por sus proyectos, aportándole también reconocimiento a la universidad.

Toda esta experiencia ha llevado al grupo a una interrelación con las empresas, lo que le permite desarrollar nuevos proyectos investigativos, con la confianza de obtener resultados satisfactorios, además de prestar consultorías o capacitaciones a estas empresas con las que se ha trabajado y a otras del sector.

En este momento el GEMI tiene la capacidad de ofrecer este tipo de consultorías y capacitaciones en los temas trabajados durante los proyectos de investigación, lo que le permite estar al día en esos conocimientos e impactar de una manera positiva en la sociedad, produciendo un cambio en la forma de generar conocimiento desde las universidades hacia las empresas.

Conocimientos y capacidades:

- ✓ Selección técnica de minicentrales hidroeléctricas.
- ✓ Pruebas de aceptación.
- ✓ Programas de mantenimiento.
- ✓ Diagnostico técnico en condiciones reales de operación.

- ✓ Evaluación de seguridad y confort en trenes
- ✓ Estudios de dinámica de trenes en condiciones reales de explotación
- ✓ Estudios de geometría de contacto en la interfase vía-vehículo
- ✓ Medición de ruido en trenes y turbinas
- ✓ Mantenimiento basado en la condición de trenes y turbinas

Dada la trayectoria del grupo y los contactos establecidos se han podido realizar alianzas institucionales, tanto nacionales como internacionales y con el medio académico y el empresarial, que relacionamos a continuación:

Alianzas empresariales nacionales

- ✓ Metro de Medellín.
- ✓ Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

Alianzas empresariales internacionales

- ✓ Delta Rail Group Limited. Inglaterra

Alianzas académicas nacionales

- ✓ Universidad Autónoma de Occidente. Colombia.

Alianzas académicas internacionales

- ✓ CYTED Red Iberoamericana SEDIPRE en mantenimiento Predictivo.
- ✓ Universidad Técnica de Delft. Holanda.
- ✓ Julius Robert Mayer- Institut für Energietechnik. Alemania.
- ✓ Department of Vehicles Engineering Transportation. Polonia.
- ✓ Escuela Politécnica Federal de Lausanne. Suiza.
- ✓ Universidad de Alberta. Canadá.
- ✓ Instituto de Energía. Alemania.
- ✓ El Instituto SZEWALSKI de Máquinas Hidráulicas. Polonia.

Por su parte el laboratorio de mecánica experimental es el soporte académico y práctico para las investigaciones del grupo GEMI y el desarrollo de la maestría en ingeniería mecánica, además de otras áreas de la universidad, lo que le ha

permitido tener una gran variedad de equipos de última tecnología y ponerlos al alcance de la academia y de las empresas, para ejercer la docencia y la investigación aplicada.

Con lo anterior las empresas deben ver a la universidad como su posible centro de investigación, los laboratorios cada vez van a ser más robustos y mejor equipados lo que le permite a esas empresas reducir costos en sus proyectos de investigación y contar con diferentes equipos para hacer una serie de pruebas que aumenten la productividad y competitividad logrando un mayor desarrollo del país.

Mientras que por otro lado el gobierno nacional, departamental y municipal, están comprometidos a través de sus planes de desarrollo, con la investigación aplicada que se realiza en Colombia por parte de las universidades y centros de investigación, dando estímulos económicos y reconocimiento para ellos, además del impulso fuerte que se les da a las ideas innovadoras que son las que generan un valor agregado en la producción de bienes o prestación de servicios y pueden permitir un mayor desarrollo, crecimiento tecnológico, apropiación de tecnología, creación de empleo, en síntesis una transformación en la sociedad.

Por todo lo anterior se encuentran tres productos o líneas de acción definidas para ser comercializadas mediante la prestación de servicios o venta de productos, estas son:

- ✓ Línea de Negocio de Sistema Portátil de Diagnóstico y Pesaje.
- ✓ Línea de Mantenimiento Preventivo.
- ✓ Línea de servicios de ingeniería.

Haciendo uso de la herramienta metodológica de análisis de los grupos de investigación facilitada por el CICE, se realizó el diagnóstico del GEMI, específicamente la línea de Diagnóstico Técnico, desde cuatro (4) grandes variables; Articulación del grupo hacia la universidad y hacia el mercado, los procesos, las capacidades y los productos.

Con respecto a la variable de Articulación, el grupo, se encuentra en la una fase de desarrollo, esta calidad la obtiene al alcanzar una calificación del 77% del puntaje máximo e ideal al que podría llegar de acuerdo con los criterios de la herramienta utilizada. En este sentido, el grupo, debe trabajar en la diversificación del portafolio de recursos de inversión aprovechando distintas fuentes tales como: Ingresos por el licenciamiento de sus productos, la prestación de servicios de consultoría, la generación de ideas de negocio viables y sostenibles en el tiempo, y finalmente, propiciando la creación de sinergias para formar grupos de investigación.

Frente a la variable Proceso, el grupo obtiene una alta calificación, 91%, lo cual confirma en una posición consolidada respecto de este tema. Es importante destacar en la parte de gestión y procedimientos del GEMI se destaca el buen uso que se le da a la plataforma investiga, esto le permite tener un buen control de los recursos a la hora de costear una investigación, de igual forma la documentación que lleva el grupo de los proyectos de investigación permiten replicar lo bueno en los nuevos proyectos, dando como resultado una completa y estructurada documentación y descripción de los productos o servicios con miras a que posteriormente puedan ser comercializados.

En cuanto a la variable Capacidad, el GEMI se encuentra calificado, de manera cualitativa, en la fase de desarrollo al obtener una calificación del 74%. Frente a este tema es importante destacar que los equipos con los que se cuenta en la actualidad están en capacidad de ser aprovechados en una mayor proporción lo

cual hace parte de una posible línea de atención o servicio que podría ser ofrecida a la industria en general y a otras instituciones de educación superior. Otro aspecto fundamental, en el tema de las capacidades, tiene que ver con el relevo generacional en el grupo a través de los semilleros, allí se evidencia una falencia en la forma como se maneja el semillero de investigación. Se sugiere crear una estructura más compacta que promueva y articule el semillero de investigación al GEMI.

Y finalmente, respecto a la variable productos o resultados de investigación, el GEMI desarrolla una buena gestión por lo que obtiene una calificación de 28 puntos sobre 32 (ideal). Esto le da una calificación del 88% configurándolo como un grupo maduro y consolidado. Esta gestión se soporta en el hecho de que el grupo desarrolla sus investigaciones enfocándose en las dificultades que evidencia el sector empresarial y solucionándolos a través de sus evaluaciones y conocimiento.

El GEMI tiene claridad respecto a la necesidad de enfocar sus esfuerzos a desarrollar y acompañar proyectos de investigación que tengan como objetivo la solución de problemáticas empresariales o sociales que beneficien el país, la región, y porque no Latinoamérica y el mundo, y en tal sentido se encuentran articulados con los objetivos e intereses de EAFIT en el sentido de promover desarrollo económico, social, científico y cultural del país.

De igual manera existen algunas tareas con las cuales puede mejorar a nivel de productos o resultados ofrecidos por parte del grupo de investigación, estas son: realizar un análisis más adecuado sobre sus futuras temáticas de investigación, agilizar los procesos de comercialización de productos y servicios con el apoyo de dependencias de la universidad como lo son Convenios y Contratos y el CICE, y articular todos los miembros del grupo de investigación respecto a los procesos y a la orientación estratégica de la universidad.

Es importante destacar que existe un número mayor de aspectos que han sido considerados y analizados respecto a las variables evaluadas dentro del GEMI. Estos se encuentran al interior del trabajado de grado y pueden ser consultados por el lector para obtener una mayor información.

Profundizando en el tema de productos y servicios se ha identificado que existe, entre otras, una primera línea que se destaca y tiene que ver con la parte de trenes compuesta por el sistema portátil de diagnóstico y el sistema de pesaje. Estos dos productos han tenido un amplio desarrollo desde el punto de vista del conocimiento y la experiencia, y sumados son una alternativa importante para ofrecer en el mercado del transporte de carga y pasajeros.

La posible comercialización de esta línea de productos y capacidades puede iniciarse a nivel de Colombia en empresas como el Cerrejón, que dispone de una vía férrea de una longitud cercana a los 150km y por la cual transporta carbón hasta el puerto marítimo ubicado en la Guajira. Otra opción estaría en la concesión del Tren de occidente, allí empresarios Antioqueños harán parte de este proyecto que comunicaría a Buenaventura con la Feliza (Caldas), también están dentro de las opciones dos multinacionales, Drummond y Glencore, dedicadas a la explotación de carbón en el norte del país. (MINTRANSPORTE@, 2008)

A nivel de Latinoamérica existe la posibilidad de ser comercializados en países como México, Brasil, y Argentina, países donde el sistema ferroviario es un gran impulsor del componente económico interno y donde sus longitudes de vías férreas están por los 26.000, 30.000 y 35.000 km respectivamente. En estos países esta red ferroviaria es usada tanto para el transporte de carga como de pasajeros.(BANCOMEXT@, 2009)

Otra posible línea de productos y/o servicios es la de mantenimiento de Máquinas hidráulicas, esta tiene gran potencial dada la cantidad de empresas

existentes alrededor del mundo las cuales tienen dentro de sus activos este tipo de maquinaria destinadas a la producción de energía. .

Colombia y específicamente Antioquia, dada la proyección que tiene con la construcción de la represa Pescadero Ituango, se visualiza como un mercado muy interesante, desde el punto de vista nacional, donde se puede incursionar aprovechando la experiencia que se ha adquirido a través del desarrollo de proyectos con EPM y que soportarían los ofrecimientos en esta área.

Una tercera línea tiene que ver con los servicios de ingeniería, servicios que incluirían asesoría, consultoría, mediciones y montaje de pruebas, que se pueden ofrecer a la industria en general y resaltando la idea central consistente en que a través de este tipo de servicios y análisis se mejora la disponibilidad de las máquinas y por ende la producción de las empresas. Igualmente estas asesorías y servicios son de gran ayuda para aquellas empresas que fabrican maquinaria en serie, en este sentido esta idea proporcionaría elementos de análisis que le permitirán verificar la viabilidad de un equipo para su posterior producción.

Para sustentar esto el grupo está conformado por 18 personas donde se destaca el hecho de que posee cuatro (4) profesores investigadores con Doctorado, tres (3) investigadores con Maestría y cuatro (4) coinvestigadores con especialización. Este grupo de académicos es acompañado por tres (3) auxiliares de investigación, un (1) monitor de tiempo completo y también por un semillero compuesto por tres (3) estudiantes de pregrado de Ingeniería Mecánica. Este grupo de personas y su buen nivel académico le dan el soporte teórico al grupo.

En este sentido se observa que el grupo posee un muy buen nivel académico, es reconocido por su trabajo investigativo y tiene gran experiencia en la ejecución de grandes proyectos con empresas destacadas en cada sector en los que ha incursionado, sin embargo debe promover relaciones con nuevas empresas del

medio y difundir más sus conocimientos y logros, para dinamizar la ejecución de nuevos proyectos o prestación de servicios; además debe realizar un perfil profesional de cada miembro del grupo con el ánimo de fortalecer sus debilidades.

A nivel de recursos es importante destacar que los equipos con los que se cuenta en la actualidad están en capacidad de ser aprovechados en una mayor proporción, esto hace parte de una posible línea de atención o servicio que podría ser ofrecida a la industria en general y a otras instituciones de educación superior.

Se visualiza la posibilidad de que el grupo de investigación preste el soporte técnico a un agente que represente marcas de equipos y accesorios producidos a nivel mundial que no tengan distribución en nuestro país y en América latina. Esta oportunidad estaría acompañada de un respaldo de servicio basado en el conocimiento adquirido por el grupo producto de la utilización misma de los equipos para la realización de algunas investigaciones.

Existen dos (2) grandes categorías técnicas en las cuales se puede sintetizar los productos y servicios que ofrece el GEMI, estas son: sistemas de monitoreo de variables estáticas y sistemas de monitoreo de variables dinámicas. Para todos y cada uno de los servicios que componen estas categorías existe una ficha técnica o un manual de usuario o de funcionamiento el cual está disponible permanentemente para ser consultado e igualmente para ser entregado a futuros clientes de estos. Por lo anterior es posible afirmar que los productos y servicios de grupo están claramente definidos.

Finalmente se destaca el hecho de que el grupo dispone de un buen número de productos y servicios que pueden ser ofrecidos y para los cuales no es necesario realizar desembolsos de grandes sumas de dinero. Hoy es posible asegurar que estos están en un grado de madurez alto y que su ofrecimiento solo depende ajustarlos a las características específicas que requiera el cliente para su uso.

El modelo de negocio establecido por el presente trabajo de grado, se centra en la conformación de una nueva empresa con tres líneas de acción, que se dan a partir de un Start up con las capacidades productos y servicios desarrollados por el grupo GEMI que funcionaría como su unidad de I + D, y en donde la Universidad y al CICE lo respaldarían en sus inicios.

Esta idea de negocio surge como resultado de aplicar una metodología de detección de capacidades, innovación, productos tecnológicos desarrollados en cada una de sus investigaciones y la relación del grupo con el medio industrial, para definir entonces oportunidades de negocio y posteriormente su plan estratégico.

Todos aquellos productos y servicios que se ofrecen en la unidad de negocio de sistema de diagnóstico y pesaje van encaminados a la reducción de costos en el sostenimiento y mantenimiento de los equipos usados para el transporte; ofreciendo así una solución de conocimiento y seguimiento de los costos operacionales de los respectivos mantenimientos. Los productos serán enfocados a empresas del sistema ferroviario de carga y pasajeros en una etapa inicial, alcanzando así cubrir el mercado ferroviario en Colombia vendiendo sus productos y servicios a las 5 empresas del sector ferroviario.

La línea de mantenimiento preventivo tiene como especialidad las turbinas hidráulicas, uno de los equipos más complejos y caros, que son utilizados para la generación de energía eléctrica, donde sus operaciones debe ser supervisadas en todo momento con el objetivo de mejorar la disponibilidad, confiabilidad y vida útil de los equipos. Esta unidad está planteada para atender, como se mencionó inicialmente, aquellas grandes, medianas, mini, y micro centrales hidroeléctricas que utilizan turbinas hidráulicas para la generación de energía, las cuales suman

un total de 120 hidroeléctricas a nivel nacional, sin contar con los nuevos proyectos que se encuentran en construcción actualmente. .

(GOBERNACIONANTIOQUIA@, 2009), (MINMINAS@, 2009),(EAFIT@, 2009)

La línea de servicios de ingeniería está enfocada a la atención de grandes y medianas empresas localizadas a nivel nacional que operen equipos en su producción, como motores, bombas, máquinas rotativas, entre otras; las cuales representan un total de 5000 empresas a quienes de igual manera se les debe hacer una atención directa e individualizada ya que cada una de ellas, presenta necesidades y soluciones diferentes que deben ser atendidas de manera personalizada e inicialmente como mercado objetivo, le ofreceremos estos servicios a las que tengan alguna relación con la universidad y se encuentren en la ciudad.

Con el desarrollo e implementación de las unidades de negocio se estaría impulsando el empleo a través de la contratación de personal especializado, se conocerán nuevos problemas al trabajar con la industria, que podrían impactar en la maestría en ingeniería mecánica ofrecida por EAFIT, en la medida que la empresa ponga en consideración estos problemas a través de proyectos de investigación; Desde el punto de vista ambiental se disminuiría el impacto que tiene el recambio permanente de piezas o elementos que sufren desgaste por mal uso o por malas conformaciones técnicas..

Es de vital importancia la retroalimentación que tendría esta nueva empresa por parte del grupo GEMI quien sería su unidad de investigación y desarrollo. La universidad EAFIT le daría soporte, es decir, que a pesar de ser un nuevo negocio no dejarían de trabajar mancomunadamente produciendo un crecimiento empresarial y académico, en la medida que el trabajo de esta empresa traerá nuevas preguntas para el grupo de investigación.

Esta nueva empresa funcionará con un personal administrativo que se encargue de la consecución de los clientes y un personal técnico que puede ser inicialmente el mismo que trabaja actualmente en el grupo GEMI, como sabemos que el grupo anualmente realiza investigaciones superiores a los mil millones de pesos, podemos hablar de una facturación en el primer año de 260 mil dólares entre servicios y productos de ingeniería.

10. BIBLIOGRAFÍA

10.1. BIBLIOGRAFÍA CLÁSICA

ACEVEDO JARAMILLO, Manuel. Proyección de la universidad hacia la investigación y el Emprendimiento. Medellín: entrevista realizada el 13 de febrero de 2009.

CASTAÑEDA HEREDIA, Leonel Francisco. Profesor Investigador Universidad EAFIT. Medellín: entrevista realizada el 3 de marzo 2009.

CORREA, Natalia. Universidad - Empresa – Estado. Medellín: entrevista realizada el 18 de febrero de 2009.

EAFIT. “Manual para la creación de empresas innovadoras en América Latina”. Medellín. 2009. 78 páginas.

GAVIRIA. Sandra. “Innovar es la tarea desde hace tres décadas”. Revista el eafitense. 96 ed. Medellín. Issn 0124-3624. Agosto – Octubre 2008. 87 páginas.

LONDOÑO GONZALEZ, Félix. Investigación y Docencia dentro de la Universidad EAFIT. Medellín: entrevista realizada el 23 de febrero de 2009.

MEJÍA ARANGO, Juan Luis. Investigación en la Universidad EAFIT. Medellín: entrevista realizada el 2 de marzo de 2009.

RINCÓN, Laura. “Migración hacia la Universidad de tercera generación”. Revista el eafitense. 96 ed. Medellín. Issn 0124-3624. Agosto – Octubre 2008. 87 páginas

RODRÍGUEZ GARCÍA, Alberto. Universidades de tercera generación: Tendencias. Medellín: entrevista realizada el 20 de febrero de 2009.

SANTOS, M. Elizabeth. Papel de las Oficinas de transferencia de tecnología en la interacción Universidad Empresa. Porto Alegre: s.n. 2000. V. 14, 38 p.

WISSEMA, Hans. “Un cambio que no está en contravía con la universidad humanista”. Revista el eafitense. 96 ed. Medellín. Issn 0124-3624. Agosto – Octubre 2008. 87 páginas.

10.2. BIBLIOGRAFÍA EN INTERNET

ACCIÓN SOCIAL. 2019 Visión Colombia segundo centenario. [En línea]. Bogotá, 2009. (Citado: 15 Mar. 2009).

<http://www.accionsocial.gov.co/documentos/207_vision2019.pdf>

ALCALDÍA DE MEDELLÍN. Plan de Desarrollo 2008 – 2011, Medellín es Solidaria y Competitiva. [En línea]: página Web. Medellín, Colombia: 2009. (Citado 20 marzo

2009).<http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/P_desarrollo/P_desarrollo.jsp?idPagina=380>

BANCO NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR. Latinoamérica: Desafíos Logísticos para su Comercio Exterior. [En línea] México: (Citado: 25 Abril 2009) <www.bancomext.com/Bancomext/aplicaciones/directivos/documentos/SemLogistica_LatinoamericaDesafiosLogisticos.pps>

CALAMEO. Modelos de Spin Off. [En línea] 2009. (Citado: 1 de marzo 2009)

<<http://es.calameo.com/books/000010653ef11c768f75c>>

CAMARA DE COMERCIO DE MEDELLIN. Empresas Industriales Antioqueñas. [En línea]. Medellín, Colombia: 2009. (Citado 12 Abril 2009). <<http://www.camaramedellin.com.co/>>

COLCIENCIAS. Grupo de investigación GEMI. [En línea] Bogotá: 2009. (Citado: 3 de marzo 2009) <<http://thirina.colciencias.gov.co:8081/scienti/jsp/gruplac.jsp>>

_____ Sobre Colciencias. [En línea] Bogotá: 2009. (Citado: 1 marzo 2009) <<http://quihicha.colciencias.gov.co/web/guest/sobrecolciencias>>

_____ Ley 29 de 1990. [En línea] Bogotá: 2009. (Citado 1 de marzo) <<http://www.colciencias.gov.co/portacol/downloads/archivosContenido/306.pdf>>

COLOMBIA APRENDE. Foro internacional sobre la Investigación. [En línea] Bogotá, Colombia: 2009. (Citado: 29 Mayo 2009) <<http://www.colombiaprende.edu.co/html/investigadores/1609/article-190067.html>>

CENTRO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ANTIOQUIA, CTA. Presentación. [En línea] Medellín, Colombia: 2009. (Citado: 15 marzo 2009) <http://www.cta.org.co/sitio/index.php?sub_cat=4>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Plan Nacional de Desarrollo 2006 – 2010, Estado Comunitario desarrollo para todos. [En línea] Bogotá: (citado: 16 marzo 2009) <<http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/tabid/54/Default.aspx>>

_____ Foro de Liderazgo para la Integración Sudamericana. [En línea] Bogotá: 2009. (Citado 5 Abril 2009) <<http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/tabid/54/Default.aspx>>

UNIVERSIDAD EAFIT. Reseña Histórica. [En línea]. Medellín: 2009. (Citado 15 febrero 2009)

<<http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Institucional/infoGeneral/resena.htm>>

_____ Información Institucional. [En línea]. Medellín: 2009. (Citado 15 febrero 2009) <<http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Institucional/Index.htm>>

_____ Plan Estratégico de Desarrollo. [En línea]. Medellín: 2009. (Citado: 20 febrero 2009)

<<http://www.eafit.edu.co/eafitcn/institucional/pEstrategico/estrategia.shtm>>

_____ Centro de Educación Continua. [En línea]. Medellín: 2009. (Citado: 10 febrero 2009) <<http://www.eafit.edu.co/EafitCn/CEC/Index.>>

_____ Laboratorio de Mecánica Experimental. [En línea]. Medellín: 2009. (Citado: 2 marzo 2009)

<<http://www.eafit.edu.co/EafitCn/CentroLaboratorios/docentes/laboratorios/Lab+Mecanica+Experimental.htm>>

_____ Noticias 2008, La Triada Universidad Empresa Estado tendrá su espacio de diálogo [En línea]. Medellín: 2009. (Citado: 6 marzo 2009)

<http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Noticias/universidad_empresa_estado_tendra_espacio_dialogo.htm>

_____ Noticias 2008, EAFIT invertirá el 10 por ciento de su presupuesto en investigación. [En línea]. Medellín: 2008. (Citado 10 diciembre 2008)

<http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Noticias/eafit_invertira_10_por_ciento_presupuesto_investigacion.htm>

_____ Minicentrales hidroeléctricas en Colombia [En línea]: Medellín, Colombia: . (Citado 20 Abril 2009).

<<http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/TESIS/T333.7932CDC824/anexos.pdf>>

_____ Centro de Laboratorios. [En línea]. Medellín: 2008. (Citado 12 diciembre 2008) <<http://www.eafit.edu.co/eafitcn/centroLaboratorios/index.shtm>

_____ Guía de procedimientos para la investigación. [En línea]. Medellín: 2009. (Citado: 2 febrero 2009) <<http://www.eafit.edu.co/NR/rdonlyres/F1836118-5FDF-430F-81BD-E733C5156F5A/0/guiaprocedimientoinvestigacion.pdf>>

_____ Visión. [En línea]. Medellín: 2009. (Citado: 25 febrero 2009) <<http://www.eafit.edu.co/autoevaluacion/vision.htm>>

_____ Proyecto Educativo Institucional. [En línea]. Medellín: 2008. (Citado 16 diciembre 2008).

<<http://www.eafit.edu.co/eafitcn/institucional/pei/index.shtm>>

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Plan de Desarrollo 2008 - 2011. [En línea]. Medellín. (Citado: 15 junio 2009)

<<http://www.antioquia.gov.co/plandesarrollo/ordenanza/ordenanza.html>>

_____ Creación de EMGEA. [En línea]. Medellín. (Citado: 04 Abril 2009)

<<http://www.antioquia.gov.co/noticias/abril2009/16balance.html>>

UNIVERSIDAD JAVERIANA. Como patentar en Colombia?. [En línea]: página Web. Medellín: 2009. (Citado: 19 enero 2009)

<<http://www.javeriana.edu.co/sinfo/patentesColombia.htm>>

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA. “De la investigación al desarrollo de un nuevo concepto de negocio” [En línea]: página Web. Medellín: 2009. (Citado: 18 Abril 2009) <http://emprendia.es/documentos/GuiaSpinOff_es.pdf>

MCKINSEY & COMPANY. Manual de plan de negocio Mckinsey 2001

MADRID MAS DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN CIENTÍFICA. La patente como instrumento de valoración del conocimiento. [En línea]. Madrid: 2008.

(Citado: 4 diciembre)

2008)<<http://www.madrimasd.org/revista/revista38/tribuna/tribuna2.asp>>

METROS DEL MUNDO. Principales metros del mundo. [En línea] 2009. (Citado: 5 abril 2009) <www.metrodelmundo.com.ar>

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Centrales Hidroeléctricas en Colombia.

[En línea]. Bogotá, Colombia: 2009. (Citado 20 Abril 2009).

<<http://www.minminas.gov.co/minminas/sect..>>

MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA. Diagnostico del sector Transporte. [En línea]. Colombia: 2008. (Citado: 5 Abril 2009)

<http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Estadisticas/DIAGNOSTICO_TRANSPORTE_2008.pdf>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Catalogo de Investigación 2005. [En

línea]. Bogotá: 2008. (Citado: 4 diciembre 2008)

<<http://www.puj.edu.co/investigacion/archivos/catInvestigacion05.pdf#page=227>>

REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN. Políticas tecnológicas en un

escenario de gestión del conocimiento en educación. [En línea]. 2008. (Citado: 19

noviembre 2008) <<http://www.rieoei.org/rie45a02.htm>.>

SAPIENS. Gestión y transferencia tecnológica alternativa para el desarrollo regional [En línea]. (Citado: 29 enero 2009).

<<http://www.sapiens.com/castellano/articulos.nsf/0/ad731864254a8ef7c1256c1e002ca065!OpenDocument&Click=>>

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Que es una patente?. [En línea]. 2009. (Citado: 19 enero 2009)

<http://www.sic.gov.co/propiedad/gral_propiedad.php?modulo=propiedad/Nuevas_Creaciones/Patentes/Que_es/Patente&alto=700>

UNIVERSIA. Spin-off: una nueva forma de emprender, una forma de investigar.

[En línea]. 2009. (Citado: 1 marzo 2009) <<http://investigacion.universia.es/spin-off/index.htm>>

_____. La triada Universidad Empresa Estado tendrá su espacio de diálogo [En línea]. 2009 (Citado: 6 marzo 2009)

<http://www.universia.net.co/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=17756>

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Buenas prácticas de cooperación universidad-empresa estado en Colombia: estudio de caso comité universidad empresa estado (CUEE) en antioquia1. [En línea]. Medellín: 2009. (Citado: 5 de marzo 2009)

<<http://gestiontecnologica.udea.edu.co/sextoencuentrouee/ponenciapaulabotero.pdf>>

WISSEMA, Hans y VERLOOP, Jan. Towards the Third Generation University. [En línea]. (Citado: 15 de Noviembre de 2008).

<<http://www.wissema.com/index.php?language=UK&pid=64>>

ANEXOS

Anexo 1. Percepción del Coordinador de la línea de Diagnóstico Técnico del grupo de investigación GEMI sobre la investigación en EAFIT

Leonel Francisco Castañeda Heredia, Doctor en Ciencias Técnicas. University of Technology and Life Sciences, UTP Maestría en Ciencias, AGH University of Science and Technology Ingeniero Mecánico en área de la Minería y Geología, AGH University of Science and Technology actualmente es profesor asociado e investigador de la universidad EAFIT.

Para Leonel la investigación es la herramienta que da las posibilidades de generar conocimiento en la academia y por ende de nutrir los programas educativos para que se vaya dando una evolución en el conocimiento y que además se pueda tener un verdadero desarrollo científico en la universidad.

Por el lado de los resultados que se dan en la investigación el cuenta que la escuela solo debe llegar hasta crear un producto concreto bien puede ser un producto físico, un software o un modelo de utilidad, y en ese momento entraría el CICE a recoger esto y volverlo verdaderamente un negocio que tenga un impacto en la sociedad, pues estos son los que dominan el tema y tienen una gran experiencia para saber el potencial que tiene cada idea. Además el CICE a través del Gruplab de Colciencias o de Investiga de EAFIT puede ir monitoreando las oportunidades de negocio para ir trabajando en ellas para su posterior comercialización.

De parte de los investigadores es importante que estos vean la posibilidad que ellos pueden crear empresa a partir de esos resultados o que en caso tal recibirán una utilidad de su investigación para que estos estén más motivados a ir más allá

en búsqueda no solo de concretar el proyecto sino de una remuneración económica a su conocimiento y esfuerzo.

Como parte fundamental la universidad tiene que las maestrías y el doctorado, son los verdaderos caminos para lograr un desarrollo y que están sustentados en el sistema de investigación que es el que nutre estos programas y que además sus buenos resultados son los que motivan a que un mayor número de personas o empresas los busquen para tener un gran impacto en la sociedad.

(Castañeda Heredia, 2009)

Anexo 2. Percepción del Rector sobre la investigación en EAFIT

Para comprender un poco más la percepción que tiene la universidad con respecto a la investigación, el emprendimiento y al cambio en su misión recurrimos al rector como máxima cabeza visible de EAFIT para que nos contara en sus palabras que quiere decir todo esto.

Uno de los pilares fundamentales de la universidad es su componente práctico por eso el semestre de práctica profesional es un principio fundamental e inmodificable, pues desde sus inicios se pensó como un centro de formación para sus directivos y empleados de sus empresas fundadoras.

Después de su nacimiento como EAF, se ve la necesidad de crear la escuela de ingeniería y es esta la que le empieza a dar un perfil de universidad, que luego es complementada con la humanístico y lo cultural teniendo una verdadera oferta universitaria que contribuyera a darle una mayor cultura, educación y desarrollo a la sociedad, formando líderes para la empresa privada.

La universidad comienza a tener una gran transformación, pues ya no sólo se concibe en transformar personas, sino que va tener una mayor responsabilidad social y va a generar conocimiento, de donde migramos de la universidad de primer ciclo a las universidades de segundo y tercer ciclo (maestrías y doctorados).

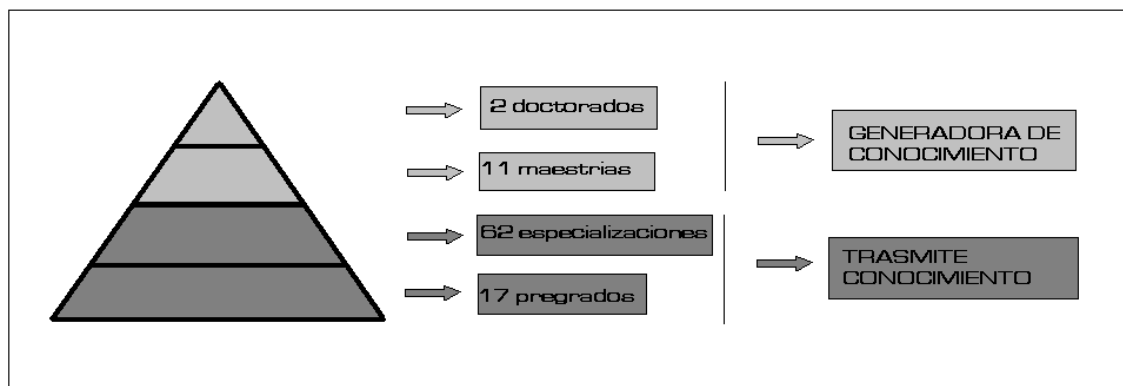


Grafico esquemático de la Generación y la Trasmisión del conocimiento en EAFIT (Mejia Arango, 2009)

Para poder ser una universidad generadora de conocimiento hay que fortalecer el cuerpo docente en investigadores y doctores que realicen investigación aplicada es por esto que EAFIT se ha trazado como meta al 2010 (300 – 100) tener trescientos profesores de tiempo completo y cien de estos con doctorado para así fortalecer todo el sistema investigativo de la universidad y ser realmente generadores de conocimiento.

Esta investigación va a estar soportada por un verdadero sistema de investigación que tiene 46 grupos de investigación, 45 semilleros de investigación y una inversión anual del 10% del presupuesto dedicado exclusivamente a la investigación.

Dadas estas nuevas realidades la investigación no aparecía concretamente en la misión es ahí donde la universidad decide incorporarla y ponerla además como adjetivo, dándole así la verdadera importancia que esta tiene en las universidades de tercera generación, aunque debido a las limitaciones económicas se enfatizara en la investigación aplicada que contribuya al desarrollo del país y además respaldada por el CICE para un mejor desempeño.

Otra de los pilares de la universidad es el emprendimiento y esta es una característica fundamental de sus egresados y por esto son tan apetecidos pues este emprendimiento no se basa solo en ser creadores de empresas sino en ser empleados emprendedores que de manera proactiva mejoren el desempeño de las empresas.

Ahora a lo que se le está apuntando es a fusionar esta capacidad investigativa, los resultados de investigación y el emprendimiento para empezar a construir nuevas empresas de alto valor agregado que apropien tecnología propia y que permitan contribuir a un mayor desarrollo de la sociedad, es por esto la gran importancia de este proyecto, pues no solo va a ser replicado en la universidad sino en toda la ciudad a través de la manzana del emprendimiento. (Mejia Arango, 2009)

Anexo 3. Percepción del Decano de la Escuela de Ingenierías sobre la investigación en EAFIT

Los grupos de Investigación de la Universidad deben, en el mediano plazo, convertirse en verdaderos focos de generación de conocimiento, de ideas nuevas, formando así una masa crítica lo suficientemente fuerte para que soporte la investigación y la solución de problemas que se tienen a nivel de sociedad, entendiéndose sociedad como país, región, sectores industriales, etc. De tal manera que no es posible seguir concibiendo la actualidad de los laboratorios como tal, es decir, el término laboratorio, encierra en sí mismo la innovación, la actualización permanente y su constante cambio.

Por esta razón es importante que se empiece a trabajar con los laboratorios de la Universidad con el ánimo de que estos pasen a convertirse en lo que su denominación implica y no se caiga en el error de mantenerlos de manera indefinida como “aulas didácticas” donde se da simplemente la transferencia tecnológica, la aplicación de conceptos y tecnologías ya desarrolladas en la solución de problemas.

De igual forma otro elemento a destacar del nuevo enfoque de los grupos de investigación es el carácter multidisciplinario que debe fortalecerse en su redireccionamiento. Este elemento es considerado uno de los aspectos más destacados y relevantes por Universidades a nivel Norteamericano con la obtención de avances importantísimos a nivel de ciencia y tecnología.

Un grupo de investigación donde intervengan múltiples profesiones permite, a la industria que lo requiera o solicite, obtener un resultado con una solución integral, una solución en la cual fueron considerados entre otros aspectos técnicos, operativos, logísticos, financieros y administrativos.

También debe considerarse como elemento final un aspecto meramente visionario, consistente en la proyección del pensamiento del investigador en un periodo de tiempo no inferior a 10 años. Esto implica que el investigador debe proyectar su desarrollo, su innovación pero no para un periodo de tiempo cercano, debe hacerlo convencido que este será solución en un periodo cercano a los 10 años.

Bajo estas consideraciones la universidad viene adelantando una serie de visitas a otras universidades en distintos países del mundo y de igual forma se encuentra realizando una buena serie de esfuerzos presupuestales con el ánimo de cerrar esta brecha tecnológica a nivel de conocimiento y desarrollo de nuevos conocimientos. (Rodriguez Garcia, 2009)

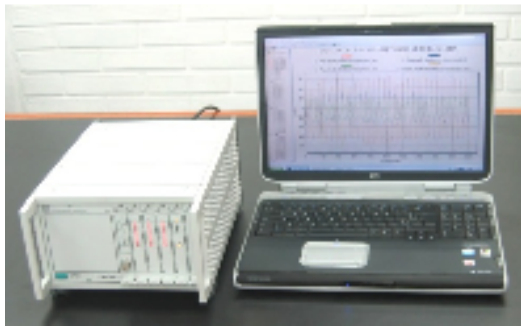
Anexo 4. Talleres y Laboratorios de la Escuela de Ingeniería con los que cuenta la Universidad EAFIT

TALLERES	LABORATORIOS	LABORATORIOS	LABORATORIOS
Máquinas herramientas	Mecánica Experimental	Fenómenos Químicos	Investigación en Geología
Mecatrónica y Diseño de Máquinas	Investigación en Mecánica Experimental	Operaciones Unitarias	Investigación en Paleomagnetismo
Proyectos en Física y Electrónica	Física de la Luz, Oscilaciones y Ondas	Diseño de Procesos	Investigación en Fotoluminiscencia
Mantenimiento Eléctrico Electrónico	Física del Movimiento	Procesos Orgánicos	Metrología
Proyectos Metalmecánicos	Electricidad y Magnetismo	Biotecnología	Materiales
Soldadura	Física Aplicada	Paleontología, Petróleos y Rocas Sedimentarias	Hidráulica
Modelos	Análisis Instrumental	Mineralogía y Petrología	Suelos, Concretos y Pavimentos
Acabados	Investigación en Procesos Avanzados de Oxidación	Geología Física y Fotointerpretación	Construcción
Moldes	Fotónica	Manejo de Sólidos	Investigación en Ingeniería Sísmica
Procesamiento de Materiales Compuestos	Investigación en Óptica	Investigación en Trazas de Fisión	Control Digital
	Fisicoquímica	Electrotecnia	Centro de Información en Geología

Anexo 5. Listado de los equipos del laboratorio de mecánica experimental

Equipo de Adquisición de Datos MGC Plus – HBM

El MGCplus es un sistema modular de procesamiento de señal de múltiples canales, que permite la adquisición simultánea de diferentes tipos de parámetros como presión, desplazamiento, temperatura, torque, aceleración, deformación y frecuencia. Realiza diferentes actividades de acondicionamiento de señal de manera digital como la tara, el filtrado y el ajuste de rangos de medida.



Equipo de Adquisición de Datos National Instruments PXI 4472 (*1)

El PXI es un equipo de adquisición configurable de datos de la compañía National Instruments. La serie de este equipo es la 4472 y es un equipo cuya función es la adquisición de señales dinámicas con un número posible de 8 canales según el módulo a implementar y según la variable a medir, se implementa el módulo correspondiente



Martillo de Impacto Kistler 9726A20000

Es un equipo para excitar estructuras con una carga impulsiva puntual. Es similar a un martillo normal, pero contiene una celda de carga.



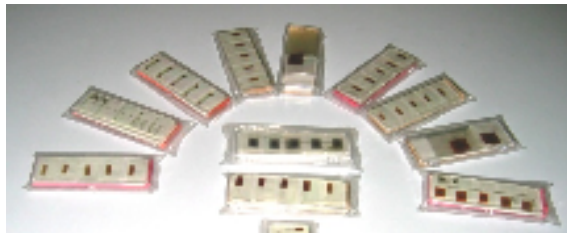
Los Acelerómetros Triaxiales Kistler

son sensores de alta sensibilidad que miden simultáneamente la aceleración estática o el bajo nivel o la baja frecuencia de vibración en 3 ejes perpendiculares simultáneamente (x, y, z).



Galgas Extensométricas Vishay

Son sensores de deformación basados en la variación de la resistencia eléctrica con la deformación, en un hilo conductor calibrado.



Sensores de Ultrasonido UE Ultra-Trak 750

Es un transductor ultrasónico que detecta señales de alta frecuencia producidas por un sistema en operación.



Calibrador de Acelerómetros Kistler 8921Y26

Es un equipo que proporciona un nivel controlado exacto de vibración para verificar la sensibilidad de los sensores de vibración.



Unidad de soldadura portátil modelo 700 de Vishay

Esta es una unidad de soldadura portátil ideal para el uso en campo o en laboratorio el cual incorpora una serie de accesorios para el pegado de strain gages de diferentes clases



Antenas de alta ganancia

Estas son antenas que aumentan el rango de la red inalámbrica; ambas aumentan la fuerza eficaz de las señales salientes, y la sensibilidad de la recepción para las señales entrantes.



Inversor de corriente directa a corriente alterna Intelligent DC-AC

Convierte la corriente continua de 12 o 24 V a corriente alterna de 120 V/60 Hz. La tensión de salida está controlada por el sistema AVR (inteligente), con una estabilidad de $\pm 5\%$ y una frecuencia de 60 Hz controlada mediante cristal de cuarzo.



Amplificador de medición SCOUT 55 HBM

Sirve para el registro y la elaboración de valores de medición transmitidos por transductores pasivos.



Sensor óptico Balluff

SK6 anillos-deslizantes transfiere las señales de medida de los transductores rotatorios electrónicos a un sistema de medición estacionario.



Sensor Desplazamiento Celesco (SP2-25)



Giroscopio Microstrain 3DM



Sensor Presión danfus



Sensor Presión Wika



Sensor Presión Siemens



Sensor Presión HBM 10 Bar



Sensor de Presión Dinámica 601^a



Acelerómetro de Alta Frecuencia Kistler 8702B



Acoplador / Suministro de potencia de 16 canales de voltaje para sensores piezoeléctricos



Osciloscopio 30 Mhz



Acondicionador de Acelerómetros



Sensor Inalámbrico para puentes extensiométricos SG Link 4 Canales



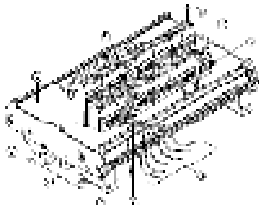
Sensor Inalámbrico para puentes extensiométricos SG Link 1 Canal



Shielded I/O Connector Block CB-68LP



High-Voltage DIN Rail Screw Terminal Block for Rack Mount Users CBF37F



NI DAQ Card 6062E



Anexo 6. Percepción del Director de investigación y Docencia sobre la investigación en EAFIT

Para el director de Investigación y docencia de la Universidad y para la institución en general, la investigación es considerada como “la mejor fuente de mejoramiento de sus programas, tanto de pregrado como de posgrado, y de su personal docente y docente”. Esto se hace con el propósito de consolidar una capacidad investigativa que contribuya a que EAFIT obtenga una mayor participación institucional en los círculos nacionales e internacionales de creación de nuevo conocimiento.

EAFIT tiene organizado su sistema de investigación bajo las figuras de semillero de investigación y grupos de investigación de esta forma se obtiene tanto el desarrollo de la denominada investigación formativa así como también el desarrollo de la investigación en sentido estricto.(Londoño González, 2009)

Anexo 7. Indicadores del Plan de Gobierno Departamental 2008-2011

Indicadores de Resultado

INDICADORES	LÍNEA BASE (2007)	META CUATRIENIO
Inversión pública y privada en ciencia y tecnología como % del PIB de Antioquia	0.27%	0.5%

Indicadores de Gestión

COORDINACIÓN INSTITUCIONAL PARA LA C+T+I	LÍNEA BASE	META CUATRIENIO
Avance de la política departamental de C+T+I.	0	100%
Proyectos cofinanciados por los actores de Ciencia y Tecnología.	10*	40
INSTITUCIONALIDAD		
Participación del presupuesto de recursos propios asignado a la instancia departamental de C+T+I.	ND	1%
RECURSOS APLICADOS A C+T+I		
Crecimiento en el número de Doctores en Antioquia (hombres y mujeres).	*282	10% de incremento de la base
	LÍNEA BASE	META CUATRIENIO
Crecimiento en el número de Magíster en Antioquia (hombres y mujeres).	*692	10% de incremento de la base
Crecimiento en el número de egresados técnicos y tecnólogos en las subregiones del Departamento.	***12.9% a 13.9% matrícula formación tecnológica, 6% técnico	10% de incremento de la base con acción en las subregiones
Participación de recursos de inversión dirigidos a la reconversión técnica y tecnológica como porcentaje de la inversión pública en C+T+I.	ND	20%
Porcentaje de incremento en la inversión pública en C+T+I como % del PIB de Antioquia.	0.12% (1)	0.25%
IMPULSO A LA APROPIACIÓN SOCIAL DE C+T+I		
Concursos o premios anuales direccionados para la apropiación y uso de la C+T+I.	0	3
Proyectos de C+T+I aportados por los grupos de investigadores de excelencia existentes en Antioquia.	0	9 (uno por subregión)
Proyectos enfocadas a la apropiación y uso de la C+T+I en la sociedad en general.	0	9 (uno por subregión)
IMPULSO AL CONOCIMIENTO DE ÁREAS ESTRATÉGICAS		
Áreas identificadas y con Agenda.	3*	4
Proyectos de I+D+I con aplicación en las subregiones del Departamento.	8	40

(GOBERNACIONDEANTIOQUIA@, 2009)

Indicadores de Resultado

INDICADORES	LÍNEA BASE	META CUATRIENIO
Formulación y adopción de una política departamental de productividad y competitividad, en el marco de la Comisión Regional de Competitividad -CRC.	N/A	1

Indicadores de Gestión

FORMACIÓN ACADÉMICA EN EMPRESARISMO Y EMPRENDIMIENTO	LÍNEA BASE	META CUATRIENIO
Programas de formación empresarial implementados (1 por subregión)	N/A	8
Hombres y mujeres capacitados en programas de formación empresarial por subregión	N/A	600
COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN		
Guía de compilación de estudios e investigaciones sobre vocaciones y potencialidades para las subregiones	N/A	1
Programas de educación media y superior pertinentes con las vocaciones y potencialidades de las subregiones (1 por subregión)	N/A	8
IMPLEMENTACIÓN DE REDES PARA LA P y C		
Promover una red departamental con la participación de entidades públicas, privadas y universidades para gestionar la productividad y competitividad departamental	N/A	1
Recursos para proyectos productivos gestionados y/o cofinanciados a partir de las redes subregionales y de la red regional*	N/A	1.000
FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN PARA LA P y C		
Programas de formación para el trabajo implementados por subregión (4 por subregión)	N/A	32
Hombres y mujeres capacitados en nuevas competencias para el trabajo por subregión	N/A	400
ACCESO A RECURSOS DE FINANCIACIÓN		
Recursos de crédito de fomento otorgados.*	24.600 (sólo 2007)	Incremento del 10% anual
Recursos entregados destinados para capital semilla y de riesgo.*	N/A	1.000
Recursos destinados a programas de cofinanciación para proyectos productivos.*	525 (2007)	Incremento del 10% anual
Recursos de cooperación gestionados (en millones de pesos).	N/A	1.000

Empleos generados por gestión de la Secretaría en las subregiones.	2.100 (2007)	Incremento del 10% anual
PROMOCIÓN DE INCENTIVOS LEGALES PARA LA P y C		
Municipios con acuerdos de incentivos tributarios para el establecimiento de nuevas empresas en sus territorios	N/A	30
Propuestas de establecimiento de Zonas Francas en las subregiones (1 por subregión)	N/A	8
INFRAESTRUCTURA PARA LA P y C		
Recursos destinados a infraestructura de apoyo a la producción y comercialización en las subregiones.* * En millones de pesos	N/A	200
	LÍNEA BASE	META CUATRIENIO
Recursos destinados a infraestructura para la conectividad en las subregiones** En millones de pesos	N/A	500
Estudios de mercado realizados para identificación de potencialidades en las subregiones	N/A	2
Centros virtuales de comercialización de productos por subregión (1 por subregión)	N/A	8
ASOCIATIVIDAD EMPRESARIAL		
Sistemas productivos locales desarrollados en las subregiones (1 por subregión)	N/A	8
Propuestas de vinculación del sector privado a programas de responsabilidad social por subregión (1 por subregión)	N/A	8
BANCO DE PROYECTOS PRODUCTIVOS		
Proyectos productivos con potencial registrados en los bancos de proyectos por subregión (5 por subregión)	N/A	40
Proyectos productivos puestos en marcha provenientes del banco de proyectos por subregión (2 por subregión)	N/A	16
ECONOMÍA SOLIDARIA		
Asesorías y capacitaciones impartidas a las diferentes formas asociativas existentes por subregión (4 por subregión **)	N/A	32

(GOBERNACIONDEANTIOQUIA@, 2009)

Anexo 8. Mercado objetivo de la línea 2

Centrales hidroeléctricas en Colombia

	NOMBRE	CAPACIDAD MW	UNID	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO
1	Guadalupe III	270	6	Gomez Plata	Antioquia
2	Guadalupe IV	202	3	Alejandro	Antioquia
3	Guatapé	560	8	Guatapé	Antioquia
4	La Tasajera	306	3	Bello	Antioquia
5	Playas	201	3	San Carlos	Antioquia
6	Porce II	405	3		Antioquia
7	Riogrande I	75	3	Don Matias	Antioquia
8	Troneras	40	2	Carolina	Antioquia
9	Jaguas	170	2	San Rafael	Antioquia
10	San Carlos	1240	8	San Carlos	Antioquia
11	Chivor	1000	8	Santa Maria	Boyaca
12	Miel I	396		Norcasia	Caldas
13	Esmeralda	30	2	Chinchina	Caldas
14	San Francisco	135	3	Chinchina	Caldas
15	Salvajina	285	3	Silvia	Cauca
16	Florida	26	2	Popayan	Cauca
17	Urra	329	4	Tierralta	Cordoba
18	Canoas	45	1	Soacha	Cundinamarca
19	Colegio	150	3	La Mesa	Cundinamarca
20	La Guaca	310	3	La Mesa	Cundinamarca
21	Guavio	1150	5	Ubala	Cundinamarca
22	Laguneta	72	4	San Antonio	Cundinamarca
23	Paraiso	270	3	La Mesa	Cundinamarca
24	Salto	125		San Antonio	Cundinamarca
25	Betania	540	3	Yaguara	Huila
26	Rio Mayo	44	3	San Pable	Nariño
27	Prado	44	3	Prado	Tolima
28	Alto Anchicaya	365	3	Buenaventura	Valle
29	Calima	120	4	Calima	Valle
30	Bajo Anchicaya	74	4	Buenaventura	Valle

(MINMINAS@, 2009)

Minicentrales hidroeléctricas en Colombia

	NOMBRE CENTRAL	LOCALIDAD	DEPTO	UNID	POT (KW)	ENTIDAD A CARGO
1	SANTA RITA	ANDES	ANTIOQUIA	2	1000	MPIO ANDES MPIO DE
2	ABEJORRAL	ABEJORRAL	ANTIOQUIA	2	600	ABEJORRAL
3	CALERA	PTO BERRIO	ANTIOQUIA	2	180	E.A.D.E
4	CARACOLI	CARACOLI	ANTIOQUIA	2	3000	E.A.D.E
5	EL LIMON	CISNEROS	ANTIOQUIA	2	800	E.A.D.E
6	LA REBUSCA	S. ROQUE	ANTIOQUIA	2	650	E.A.D.E
7	PIEDRAS	LA CEJA	ANTIOQUIA	2	500	E.A.D.E
8	RIO ABAJO	SAN VICENTE	ANTIOQUIA	2	900	E.A.D.E CEMENTERA EL
9	EL CAIRO	STA BARBARA	ANTIOQUIA	1	7500	CAIRO
10	SONSON	SONSON	ANTIOQUIA	1	8600	E.A.D.E
11	RIO FRIO	TAMESIS	ANTIOQUIA	3	1300	E.A.D.E
12	URRAO	URRAO	ANTIOQUIA	2	750	MPIO DE URRAO
13	MONTAÑITAS	DON MATIAS	ANTIOQUIA	2	20000	GUNION
14	RIO PIEDRAS	JERICO	ANTIOQUIA		22000	GUNION
15	LA HERRADURA	FRONTINO	ANTIOQUIA	2	20000	EPM
16	LA VUELTA	FRONTINO	ANTIOQUIA	1	7000	EPM
17	AGUAS DE LA CABAÑA	JERICO	ANTIOQUIA	1	7500	EPM
18	DOLORES	ANGOSTURA	ANTIOQUIA	1	8500	EPM
19	PAJARITO	ANGOSTURA	ANTIOQUIA	1	4900	EPM
20	NIQUIA		ANTIOQUIA	2	21000	EPM
21	LA AYURA	ENVIGADO	ANTIOQUIA	1	20000	EPM
22	PIEDRAS BLANCAS	MEDELLIN	ANTIOQUIA	1	10000	EPM
23	MICOAHUMADO	MORALES	BOLIVAR	1	120	CORELCA
24	PTE. GUILLERMO	SABOYA	BOYACA	2	1280	
25	LABRAZAGRANDE		BOYACA	1	500	
26	PAYA	PAYA	BOYACA	1	48	
27	GUACAICA	MANIZALES	CALDAS	1	950	CHEC
28	INTERMEDIA	MANIZALES	CALDAS	1	900	CHEC

29	MUNICIPAL	MANIZALES	CALDAS	2	1320	CHEC
30	SAN CANCIO	MANIZALES	CALDAS	2	2320	CHEC
31	GUACAMAYAS	SAN VICENTE	CAQUETA	1	60	ELEC/ CAQUETA
32	ISLA GORGONA	ISLA GORGONA	CAUCA	1	12,8	
33	SILVIA	SILVIA	CAUCA	2	360	
34	ASNAZU	BUENOS AIRES	CAUCA	1	450	
35	RIO PALO	CALOTO SDER.	CAUCA	2	1280	
36	MONDOMO	QUILICHA	CAUCA	2	600	
37	SAJANDI	EL BORDO	CAUCA	3	1640	
38	APULO	APULO	CUNDINA	5	3000	
39	NEUSA		CUNDINA	3	700	E.E.B
40	RIONEGRO	PTO SALGAR	CUNDINA	2	9500	EEC
41	LA VUELTA	LA VUELTA	CHOCO	2	500	
42	JURIBIDA	INSP NUQUI S. SAN JUAN	CHOCO	1	12	
43	CARACOLI	CESAR	GUAJIRA	1	70	PESENCA
44	IQUIRA I	IQUIRA I	HUILA	3	2000	ELECTROHUILA
45	IQUIRA II	IQUIRA I	HUILA	1	2400	ELECTROHUILA
46	LA PITA	GARZON	HUILA	2	1200	ELECTROHUILA
47	LAS DELICIAS	NEIVA	HUILA	1	800	INDERENA
48	GAIRA	GAIRA	MAGDALE.	1	1090	PESENCA
49	MACHOSOLO	LA TAGUA	MAGDALE.	1	14	CORELCA
50	MIGUEL MEDINA	PALMOR	MAGDALE.	1	3000	CORELCA
51	PALESTINA	PALESTINA	MAGDALE.	1	8	PESENCA
52	PALMOR	PALMOR	MAGDALE.	1	125	PESENCA
53	PAUCEDONIA	PAUCEDONIA	MAGDALE.	1	12	CORELCA
54	RIO PIEDRAS	BONDA	MAGDALE.	2	250	PESENCA
55	SACRAMENTO	SACRAMENTO	MAGDALE.	1	23	CORELCA
56	SIERVO ARIAS	PALMOR	MAGDALE.	1	13	CORELCA
57	EL CALVARIO	EL CALVARIO	META	1	16	
58	SAN JUANITO	SAN JUANITO	META	1	20	
59	JULIO BRAVO	PASTO	NARIÑO	3	300	CEDENAR
60	RIO BOBO	PASTO	NARIÑO	3	2300	CEDENAR
61	RIO SAPUYES	OSPINA	NARIÑO	3	1900	CEDENAR
62	EL BOSQUE	ARMENIA	QUINDIO	1	800	EDEQ

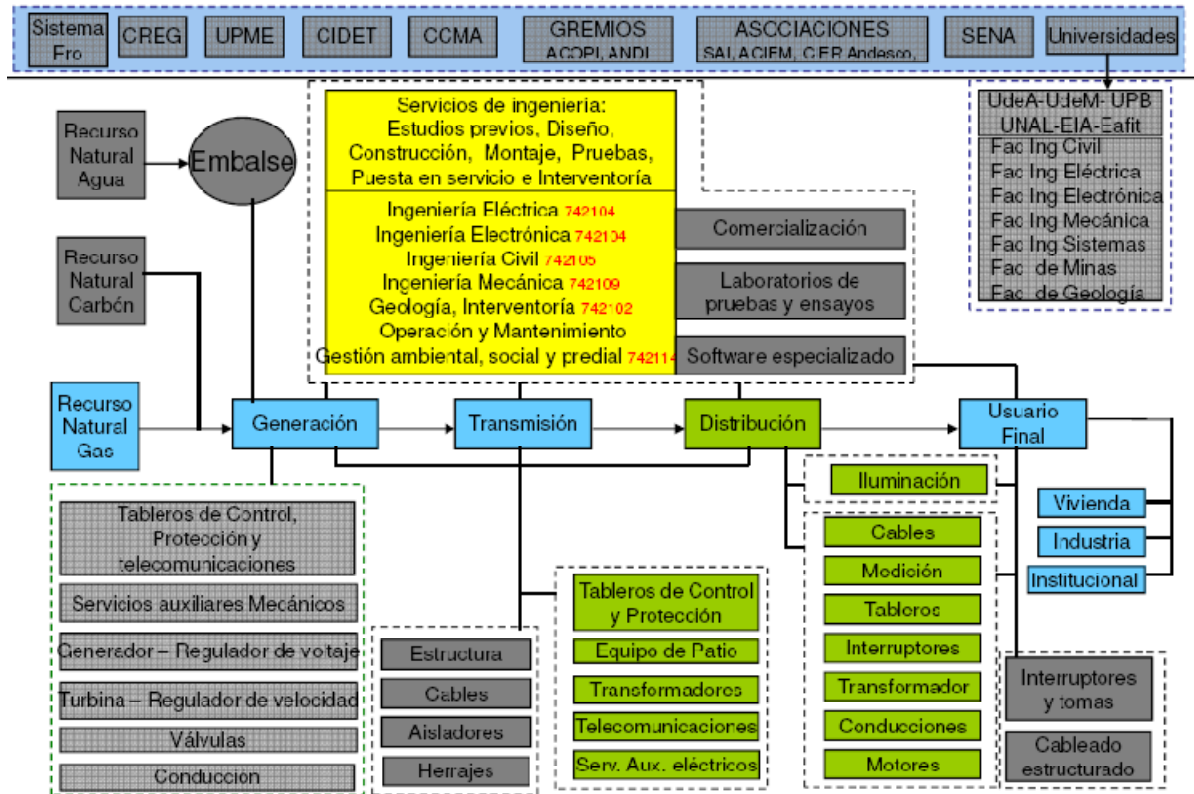
						EMP	MPLES
63	LA UNION	CALARCA	QUINDIO	1	800	CALARCA	
64	BAYONA	CALARCA	QUINDIO	2	800	EDEQ	
65	CAMPESTRE	CALARCA	QUINDIO	1	800	EDEQ	
66	EL CAIMO		QUINDIO	1	2300	EDEQ	
67	NUEVO LIBARE	PEREIRA	RISARLDA	2	3000	E.P.P	
		DOS					
68	BELMONTE	QUEBRADAS	RISARLDA	2	3300	E.P.P	
		DOS					
69	DOS QUEBRADAS	QUEBRADAS	RISARLDA	2	8500	E.P.P	
70	SANTA ROSA		SANTANDER	2	200	E.P.P	
71	CALICHAL	MALAGA	SANTANDER	2	240	ESSA	
72	ZARAGOZA	BUCARAMANGA	SANTANDER	3	1200	ESSA	
73	PALMAS	PALMAS	SANTANDER	4	13800	ESSA	
74	SERVITA	CERRITO	SANTANDER	2	720	ESSA	
75	CASCADA	SANGIL	SANTANDER	5	2400	ESSA	
76	LA COMODA	BARBOSA	SANTANDER	4	800	ESSA	
77	LA CASCADA	SAN GIL	SANTANDER	1	1150		
78	RIO RECIO I	LERIDA-SIERRA	TOLIMA	2	3200	ELECTROLIMA	
79	RIO RECIO II	LERIDA-SIERRA	TOLIMA	1	240	ELECTROLIMA	
80	VENTANAS	ESPINAL	TOLIMA	2	2400	ELECTROLIMA	
81	PASTALES	IBAGUE	TOLIMA	1	400	ELECTROLIMA	
82	PRADO IV	PRADO	TOLIMA	1	5000	ELECTROLIMA	
83	RIVERA	TULUA	VALLE	1	265	EPSA	
84	NIMA I	PALMIRA	VALLE	2	2000	EPSA	
85	NIMA II	PALMIRA	VALLE	2	4680	EPSA	
86	RUMOR	TULUA	VALLE	3	1870	EPSA	
87	CONSOTA I	CARTAGO	VALLE	1	168	EPSA	
88	CONSOTA II	CARTAGO	VALLE	1	636	EPSA	
89	GUADALAJARA	BUGA	VALLE	5	1700	EPSA	
90	CALI I	CALI	VALLE	2	1000	CHIDRAL	
91	RIO FRIO		VALLE	2	1630		
92	RIO FRIO II	TULUA	VALLE	2	9600		

(EAFIT@, 2009)

Por el lado de las pequeñas centrales tenemos más de 90 minicentrales actualmente operando en Colombia y con el aliciente que la Gobernación de Antioquia a través de su empresa EMGEA espera en cuatro años comenzar a construir la mitad de esa cantidad solo en el departamento. (GOBERNACIONDEANTIOQUIA@, 2009)

Anexo 9. Cluster de energía en Antioquia

CLUSTER ENERGÍA ELÉCTRICA – 2008



(CAMARAMED@, 2009)

Conformación del Cluster

El Cluster está conformado por empresas e instituciones especializadas y complementarias en las actividades de la generación, transformación, transmisión y comercialización de la energía eléctrica. Estas pueden agruparse en:

- Empresas de productos y servicios finales
- Proveedores de materias primas, maquinaria y equipo
- Instituciones financieras
- Instituciones educativas, de investigación y capacitación
- Empresas de sectores afines y complementarios

También pueden integrarse:

Canales de distribución o clientes, Fabricantes de productos complementarios, Proveedores de infraestructura, Proveedores de servicios especializados, Organismos privados de apoyo al cluster y Organismos gubernamentales.

Actualmente el *Cluster* tiene 151 empresas vinculadas y alrededor de 332 contactos.

Participación en la economía de Antioquia

El sector eléctrico genera aproximadamente el 4.5% del PIB del Departamento.

Además genera aproximadamente 30.000 empleos directos e indirectos en Antioquia.

	No. EMPRESAS	ACTIVOS (USD mill)	Participación en el total Activos (%)	EXPORTACIONES (USD mill)	Participación en el total de expo no tradicionales (%)	Participación en el PIB Antioquia
Energía	1.387	16.006	22%	87	2%	4,50%
Textil/Confección Diseño y moda	11.966	2.765	4%	966	24%	4,49%
Construcción	9.273	7.592	10%	339	9%	7,10%
Turismo de Negocios y Eventos	6.963	1.130	2%			1,59%
Servicios de Salud	3.277	2.064	3%	36	1%	3,40%
SUBTOTAL	32.866	29.557	40%	1.428	36%	21,08%
Sectores Transversales						
Banca e Inversión	1.954	31.707	43%			5,48%
Transporte y comunicaciones	2.796	1.627	2%			6,43%
TOTAL	37.616	62.891	85%			32,99%

Fuente: Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2008.

(CAMARAMED@, 2009)