

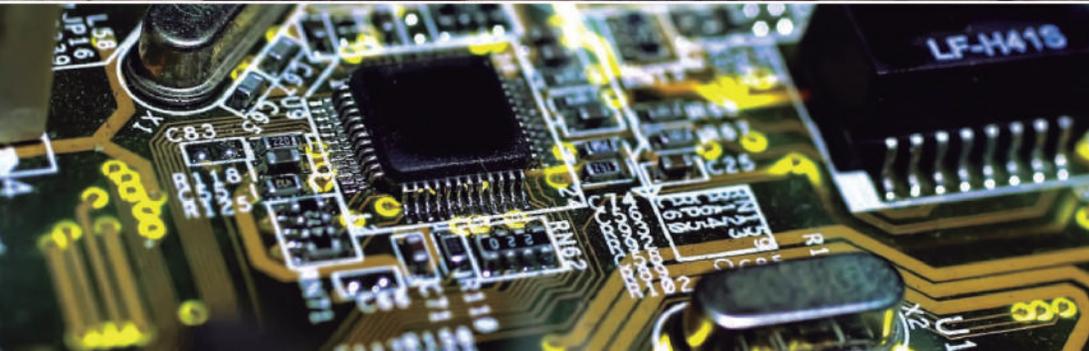
# PEP

## Proyecto Educativo de Programa

Autoevaluación y seguimiento de la calidad de los programas de pregrado



## ING. MECATRÓNICA - Facultad de Ingeniería Sede Bogotá



# **PEP/**

## **Proyecto Educativo de Programa**

Autoevaluación y seguimiento de la  
calidad de los programas de pregrado



**INGENIERÍA MECATRÓNICA / Facultad de Ingeniería**  
**Sede Bogotá**



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**IGNACIO MANTILLA PRADA**  
Rector

**JUAN MANUEL TEJEIRO**  
Vicerrector Académico

**LUIS EDUARDO GALLEGO VEGA**  
Director Nacional de Programas de Pregrado

**JAIME FRANKY RODRIGUEZ**  
Vicerrector de Sede Bogotá

**CARLOS EDUARDO CUBILLOS**  
Director Académica Sede Bogotá

---

## **CUERPO DIRECTIVO FACULTAD DE INGENIERÍA Y EL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**JOSÉ ISMAEL PEÑA REYES**  
Decano Facultad de Ingeniería

**OSCAR GERMÁN DUARTE VELASCO**  
Vicedecano Académico

**LUIS EDUARDO BENÍTEZ HERNÁNDEZ**  
Director Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica

**JORGE SOFRONY ESMERAL**  
Director de Área Curricular Mecánica y Mecatrónica

**RICARDO EMIRO RAMÍREZ HEREDIA**  
Coordinador Curricular Programa de Ingeniería Mecatrónica

---

**\*Diseño y diagramación:**  
**JUAN CARLOS ÁLVAREZ SOTTO**

## **CONTENIDO**

pg.

<b>6</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>6</b>	<b>A. IDENTIDAD DEL PROGRAMA</b>	
<b>7</b>	A.1. Información General del Programa de Ingeniería Mecatrónica	<b>8</b>
<b>7</b>	A.2. Misión y Visión	
<b>7</b>	Misión	
<b>7</b>	Visión	
<b>7</b>	A.3. Reseña Histórica del programa de Ingeniería Mecatrónica	
<b>8</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica	
<b>9</b>	Ingeniería Mecatrónica: una propuesta interdisciplinaria	
<b>10</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica	
<b>11</b>	<b>B. PERTINENCIA Y PROPÓSITO DEL PROGRAMA</b>	
<b>11</b>	B.1. Propósito del Programa	
<b>12</b>	B.2. Objetivos del Programa	
<b>12</b>	Objetivo General	
<b>12</b>	Objetivos específicos	
<b>12</b>	Capacidades del Ingeniero Mecatrónico	
<b>14</b>	B.3. Perfil del aspirante y del egresado	
<b>14</b>	Perfil del aspirante	
<b>14</b>	Perfil del egresado	
<b>14</b>	B.4. Prospectiva del Programa	
<b>16</b>	<b>C. ORGANIZACIÓN Y ESTRATEGIA CURRICULAR</b>	
<b>16</b>	C.1. Lineamientos básicos para la formación de estudiantes de pregrado	
<b>16</b>	C.2. Organización de la estructura – Plan de estudios	
<b>17</b>	Componente de fundamentación	
<b>17</b>	Componente de Formación Disciplinar o Profesional	
<b>18</b>	Componente de libre elección	
<b>20</b>	C.3. Plan de estudios	
<b>20</b>	C.4. Desarrollo curricular	
<b>21</b>	Componente de Fundamentación	
<b>22</b>	Componente Disciplinar o Profesional	
<b>22</b>	Componente de Libre Elección	
<b>22</b>	C.5. Actualización del currículo	
<b>24</b>	C.6. Estrategias pedagógicas	
<b>24</b>	Aprendizaje basado en problemas	
<b>24</b>	Aprendizaje basado en proyectos	
<b>24</b>	Enseñanza tradicional	
<b>25</b>	Enseñanza expositiva	
<b>25</b>	<b>D. ARTICULACIÓN CON EL MEDIO</b>	
<b>25</b>	D.1. Movilidad Académica	
<b>26</b>	D.2. Prácticas Y Pasantías	
<b>26</b>	D.3. Articulación Con La Investigación	

## **CONTENIDO**

**pg.**

<b>29</b>	D.4. Articulación Con Los Egresados
<b>30</b>	E.APOYO A LA GESTIÓN DEL CURRÍCULO
<b>30</b>	E.1. Organización Administrativa
<b>31</b>	Estructura organizacional nivel nacional
<b>31</b>	Estructura organizacional, sede Bogotá
<b>32</b>	Estructura de la Facultad de Ingeniería, sede Bogotá.
<b>34</b>	E.2. Docentes
<b>35</b>	Docentes del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica
<b>35</b>	Secciones
<b>37</b>	E.3. Recursos físicos y apoyo a la docencia
<b>37</b>	Sistemas de Información
<b>38</b>	Laboratorios

## INTRODUCCIÓN

El Proyecto Educativo del Programa –PEP– es un documento que contiene los lineamientos, las políticas y los principios que orientan y dirigen el desarrollo del programa. El PEP guarda la coherencia con el Proyecto Institucional y la dinámica de las profesiones, convirtiendo este documento en un instrumento de referencia y navegación, dentro de un ejercicio académico y argumentativo del querer ser.

En este sentido, este documento debe explicitar los objetivos de aprendizaje del programa curricular y su articulación con las asignaturas previstas en el plan de estudios, de tal forma que se haga evidente tanto el desarrollo de estos objetivos como la evaluación de los mismos.<sup>1</sup>

El Proyecto Educativo del Programa (PEP) de Ingeniería Mecatrónica sigue los parámetros del Proyecto Educativo de la Universidad Nacional de Colombia, definido en múltiples documentos<sup>2</sup>, además de estar alineado con la misión y visión de la Institución. El PEP pretende consignar los ideales, objetivos de formación y estrategias pedagógicas que identifican al Programa de Ingeniería Mecatrónica.

Este documento presenta:

**1.** Aspectos generales del Programa y la Institución, al igual que una reseña histórica del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, y del proceso de creación del programa.

**2.** Muestra el PEP de Ingeniería Mecatrónica, donde se incluyen definiciones que caracterizan aspectos particulares del Programa de Ingeniería Mecatrónica, en el que se sientan las bases para postular correctamente los objetivos de formación del Programa.

**3.** Por último, mostramos el plan de estudios vigente, un listado de los recursos físico-

administrativos, y el capital humano que soportan al Programa y el Departamento. Se incluye un resumen del organigrama de la Universidad Nacional de Colombia y las herramientas de apoyo con las que cuenta la Institución y que permiten una gestión eficiente del Programa.

### A. IDENTIDAD DEL PROGRAMA

El término Mecatrónica fue introducido en 1971 en Japón y en la década de los ochenta se estableció como una especialidad de ingeniería, extendiéndose por el mundo, y hoy por hoy la Mecatrónica cuenta con una identidad propia en el área de ingeniería.

Hay varias definiciones sobre la Mecatrónica y sus campos de acción. En la Universidad Nacional de Colombia consideramos a la Ingeniería Mecatrónica como:

Una ingeniería basada en conocimientos de movimiento, informática, control y manipulación de señales eléctricas para actividades de diseño, instalación y operación de sistemas mecatrónicos que integran, desde su concepción, capacidades de computación, almacenamiento y comunicación junto con capacidades de seguimiento y/o control de objetos en el mundo físico.

#### *Campos de acción*

–El diseño de productos y máquinas que poseen un alto grado de autonomía, complejidad y nuevas funcionalidades.

–Desarrollo de aplicaciones de software enfocadas a la implementación en sistemas mecatrónicos.

–Administración y gestión de información industrial y redes de comunicación industrial para la automatización de procesos y productos.

### A.1. Información General del Programa de Ingeniería Mecatrónica

**Nombre del programa curricular:** Ingeniería Mecatrónica  
**Nivel de formación:** Profesional - Pregrado  
**Código SNIES:** 16939  
**Año de iniciación:** 2002-I  
**Título que otorga:** Ingeniero(a) Mecatrónico(a)  
**Sede donde se realiza el programa:** Bogotá, D.C.  
**Duración en semestres:** Diez (10)  
**Créditos totales:** Ciento setenta y nueve (179)  
**Jornada:** Diurna  
**Periodicidad de la admisión:** Semestral  
**Modalidad:** Presencial  
**Número de matriculados:** 488 (Periodo 2015-3)  
**Número de graduados:** 280 (Agosto de 2015)  
**Fecha y número de la primera promoción:** Tres graduados el 30 de marzo de 2007

En la Figura 1., se puede observar la cantidad de estudiantes matriculados en el Programa durante los últimos diez años de acuerdo a los datos suministrados por la División de Registro de la Sede.

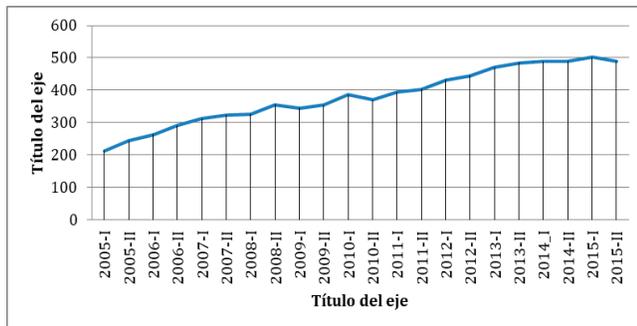


Figura 1. Evolución del número de estudiantes matriculados

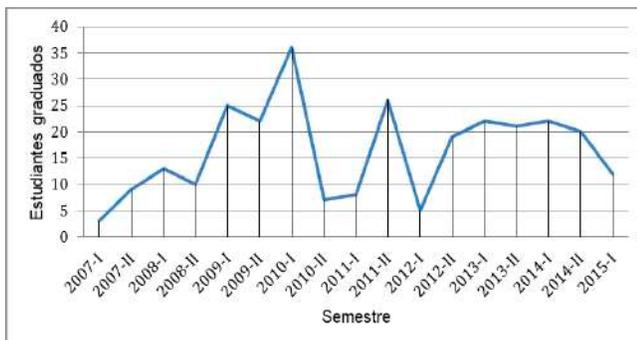


Figura 2. Estudiantes graduados por semestre

Los primeros egresados del Programa recibieron su grado en 2007. La Figura 2 muestra la evolución del número de estudiantes graduados por semestre a partir de la primera promoción según datos suministrados por la Secretaría de la Facultad de Ingeniería.

### A.2. Misión y Visión

**Misión:**

Brindar a bachilleres la formación como profesionales en Ingeniería Mecatrónica. El programa busca ser líder en la aplicación de tecnologías de punta y ser un canal de difusión de las mismas para la sociedad.

Trabajamos dentro de un entorno ético y humano con un programa dinámico con calidad e innovación, con una formación orientada a liderar proyectos, concebir, diseñar, implementar y operar sistemas, máquinas y procesos de naturaleza mecatrónica.

Así, buscamos contribuir al desarrollo científico y tecnológico en Colombia para proveer a la sociedad, ingenieros altamente cualificados y comprometidos con la construcción de un proyecto de nación.

**Visión:**

Hacer del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia y sus egresados líderes reconocidos a nivel nacional e internacional por su excelencia académica, competencia profesional y sus aportes para dar solución a los retos actuales de la sociedad.

### A.3. Reseña Histórica del programa de Ingeniería Mecatrónica

La historia del Programa de Ingeniería Mecatrónica está ligada en parte a la historia del Programa de Ingeniería Mecánica, por ser uno de los dos programas de pregrado adscritos al Departamento de Ingeniería Mecánica y

Mecatrónica. A continuación, se describe parte de la historia del Programa de Ingeniería Mecánica, tomada del libro "Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica 50 años construyendo el desarrollo industrial del país (1961-2011)".<sup>3</sup>

Una de las preocupaciones de la sociedad colombiana durante la década de 1960 (alejada de un contexto internacional de constantes cambios económicos y culturales, particularmente en el desarrollo industrial y educativo), fue la de insertar al Estado colombiano en esa dinámica mundial. Varios ingenieros colombianos, motivados por este contexto histórico, iniciaron una serie de discusiones acerca de la importancia que debía dársele a la creación de nuevas especialidades en Ingeniería (fortaleciendo así sus estudios profesionales) o mejor, la necesidad imperiosa de darle su merecido lugar a la educación técnica que hasta ese momento se había mantenido al margen.

En el primer Congreso Panamericano sobre la enseñanza de la Ingeniería, la discusión sobre la necesidad de crear facultades, escuelas y especializaciones en Ingeniería había llegado a un grado de madurez tal, que en 1961 la Universidad Nacional de Colombia creó las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica, impulsando así la apertura de nuevos programas en Ingeniería y acelerando el proceso de industrialización nacional.

#### *Departamento de Ingeniería Mecánica:*

El proceso de modernización de la Universidad, emprendido por los ingenieros Hernando Correal, Decano de la entonces Facultad de Matemáticas e Ingeniería, y del profesor Martín Lutz, fue el fundamento de este proyecto reformista. En 1961, tras un proceso de varios años durante los cuales algunos ingenieros civiles se especializaron en el exterior en áreas como la Física, la Mecánica y la Eléctrica, se comprendió que dar paso a la creación de nuevas carreras era viable. Surgió entonces la propuesta para la creación de las carreras de Ingeniería Eléctrica y Mecánica, pues éstas habían sido las áreas de profundización de los docentes en

el extranjero. La diversificación de las ramas de la Ingeniería dentro de la Universidad empezaba a ser una realidad.

La propuesta fue aceptada y la consolidación de las carreras se llevó a cabo. Mediante el Acta de Creación número 23, del 22 de mayo de 1961, la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá, se conformó con cuatro considerandos fundamentales<sup>4</sup>:

a) El desarrollo industrial de la nación exige un número creciente de ingenieros mecánicos.

b) Es un deber de la Universidad Nacional de Colombia facilitar los medios que permitan en lo posible la demanda de ingenieros de esta especialidad.

c) Con las actuales dotaciones y los equipos disponibles en la facultad de Ingeniería de Bogotá se puede prestar el servicio necesario para esta especialidad, con la ayuda de un programa normal de ampliaciones.

d) Son comunes gran parte de las asignaturas de la misma especialidad con las que se dictan en Ingeniería Civil.

Para mediados de la década de 1960, las ingenierías civil, mecánica y eléctrica, se enseñaban en trece facultades a nivel nacional, con un total de 4.482 estudiantes, de los cuales, 1.085 pertenecían a Ingeniería Mecánica. De éstos, tan sólo 224 pertenecían a la recién creada carrera de Ingeniería Mecánica en la sede de Bogotá.

La conformación de la Carrera y el Departamento fue un camino de autogeneración y de retroalimentación: las ideas de todos se sumaron para conseguir contactos, financiación, investigadores y docentes. Este esfuerzo, que durante varios años venían realizando los recién formados ingenieros mecánicos, se vio impulsado por la Reforma Patiño, que creó departamentos para la Universidad. En 1965, mediante el Acuerdo 63 del Consejo Superior Universitario, se crearon

los Departamentos de Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química.

La Universidad Nacional abrió en 1975 una convocatoria que permitiría la vinculación de nuevos docentes al Departamento de Ingeniería Mecánica. Como se verá más adelante, ingresaron diecisiete docentes que impulsaron el desarrollo de la Ingeniería Mecánica, ampliando y diversificando las posibilidades para la investigación. Con el fin de agrupar los intereses profesionales de los docentes, se empezaron a formar grupos de investigación que fueron acogidos de inmediato en las Secciones del Departamento.

El Departamento se ha estructurado siempre en unidades que agrupan a los profesores según su área de interés en las denominadas Secciones. En la creación del Departamento se organizaron tres Secciones: Dibujo; Termodinámica y Diseño. La estructura de secciones pasó por varias modificaciones hasta 1986 en que el Departamento se reestructuró en cuatro áreas, denominadas oficialmente: Unidades de Apoyo Académico. Estas áreas se definieron como: Diseño, Ciencias térmicas, Procesos de manufactura, Materiales y Metalurgia.

A mediados de los ochenta, con la creación del posgrado en Materiales y Procesos de manufactura, fue notable el fortalecimiento de la investigación en el Departamento. De la mano de ésta, emergieron campos fuertes en áreas de la Biomecánica, Automatización, Diseño y Construcción de Herramientas. Además, se dieron lineamientos más claros sobre las cualidades que deberían tener las investigaciones en el Departamento.

En los años posteriores se agregaron o suprimieron investigaciones, según surgieran proyectos de grado o intereses por parte de los docentes, pero éstas no tuvieron una durabilidad que les permitiera consolidarse como líneas o programas de investigación propiamente dichos. Sin embargo, durante esta década, el Departamento fue madurando su nivel investigativo, y en 1986, después de varios debates dados entre los docentes del Departamento, se propuso la consolidación de

tres programas de investigación que condensaran lo que hasta el momento se venía adelantando:

1. Programa de investigación en Biomecánica.
2. Automatización industrial.
3. Materiales y equipos para el transporte automotor.

#### *Ingeniería Mecatrónica: una propuesta interdisciplinaria*

El proyecto de creación del Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia fue concebido inicialmente en 1997 por un grupo interdisciplinario de profesores de la Universidad y liderado por el Departamento de Ingeniería Mecánica. El grupo gestor incluía, junto con la participación activa de los profesores del Departamento, a profesores de la Facultad de Ingeniería pertenecientes a los Departamentos de Ingeniería de Sistemas e Industrial y la Facultad de Ciencias. El Proyecto se presentó ante el Consejo de la Facultad de Ingeniería en abril 30 de 1997, con el título de: Proyecto de Creación de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica. El Consejo de la Facultad realizó el debido análisis y consideró este proyecto como: “una oferta académica sensible y acorde a las necesidades de desarrollo del país”. En especial, se detectó una necesidad de formar profesionales capaces de incorporar los conceptos de innovación tecnológica e integración de nuevas tecnologías dentro del sector productivo de nuestro país. Como reto se propuso la conformación de un programa multidisciplinario que replanteara los mecanismos y estrategias pedagógicas utilizadas por la Facultad hasta el momento. Requería de herramientas para fomentar el trabajo en equipo, la formación basada en proyectos y problemas, además de la innovación tecnológica.

Entre los años de 1997 a 2000, se realizaron acciones de análisis, debate, modificaciones y mejoramientos del proyecto de creación al interior de la Facultad de Ingeniería, y posteriormente, debido al carácter interdisciplinario del Proyecto, éste fue presentado al Consejo de la Facultad de Ciencias,

buscando viabilizar la implementación de esta ambiciosa iniciativa. Contando con la aprobación de la Facultad de Ingeniería y la de Ciencias, la solicitud se trasladó a instancias superiores: la División de Programas Curriculares, el Consejo de Sede, y finalmente el Consejo Académico, el cual emitió su aval para los Acuerdos 14 y 15 del 22 de agosto de 2001.

En el segundo semestre de 2001, se realizó la primera convocatoria de estudiantes y se iniciaron actividades académicas en el primer semestre de 2002. El Programa de Ingeniería Mecatrónica recibe el apoyo de diferentes Departamentos de la Facultad, entre ellos los Departamentos de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, el Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial y el Departamento de Ingeniería Química, lo cual permite que el carácter interdisciplinario del Programa se mantenga en el tiempo y pueda generar nuevas sinergias al interior de la Facultad.

En 2007, se realizó la primera autoevaluación del programa, y mediante el Acuerdo 033 de 2007 del CSU, se dio aval a la reforma del Plan de estudios, puesta en efecto mediante la Resolución No.185 del Consejo de Facultad del 23 de abril de 2009. La reforma buscaba principalmente formar ingenieros mecatrónicos con un alto grado de autonomía, capaces de trabajar en grupos multidisciplinarios y con un alto interés por la innovación tecnológica y su incidencia en la sociedad. El Consejo de la Facultad de Ingeniería, en sesión del 13 de mayo de 2010, (Resolución No. 145 de 2010, Acta 009 de Consejo de Facultad), aprobó la iniciativa relacionada con la modificación de la Resolución del Consejo de Facultad No.185 del 23 de abril de 2009, con el fin de incluir nuevas propuestas para dar correcta aplicación al Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario, en lo relacionado con el Plan de Estudios del Programa de Ingeniería Mecatrónica, siendo que este último acuerdo propende por programas curriculares flexibles y busca una formación integral basada en el constructivismo.

Durante el proceso de reforma del Plan de estudios de 2009, teniendo en cuenta las fortalezas

del nuevo Programa, se establecieron las siguientes líneas de acción que se acercaban más a la realidad local y nacional en materia de desarrollo tecnológico.

- Robótica y Sistemas inteligentes.
- Microelectrónica y Sistemas embebidos.
- Ingeniería computacional.
- Automatización de procesos.

Dentro del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, los profesores adscritos al Programa y quienes se desempeñan dentro de los campos anteriormente mencionados, se agrupan en la: Sección de Automatización, Control y Robótica (ACR). Dicha sección participa activamente en la creación de políticas educativas al interior del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica y apoya la interdisciplinariedad en la Facultad y en la Universidad.

El Programa de Ingeniería Mecatrónica ha evolucionado y afirmado su compromiso con el desarrollo y la innovación tecnológica del país, mediante la creación de intereses específicos de trabajo, los cuales están a cargo de profesores con un alto nivel de formación y especialización. Dentro de los intereses específicos de la carrera y docentes adscritos al Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, podemos resaltar:

- Sistemas robóticos inteligentes.
- Manufactura flexible.
- Control inteligente y Automatización de procesos.
- Inteligencia artificial y Visión de máquina.
- Transformación y Eficiencia energética.

El compromiso institucional con el fortalecimiento del Programa y sus líneas de acción se reflejan en el alto nivel de formación de su planta docente y la constante modernización de sus equipos y espacios.

*Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica*

En el año 2002 se realizó una reestructuración académica y administrativa de las Facultades de la

Universidad Nacional de Colombia, en la Facultad de Ingeniería se establecieron cinco Departamentos. De esta forma el anterior Departamento de Ingeniería Mecánica pasó a ser el Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica quedando bajo su administración dos programas de pregrado: Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica y el programa de postgrado, Maestría en Ingeniería – Materiales y Procesos.

En los años siguientes fueron creados y pasaron a formar parte del Departamento los programas de postgrado: Maestría en Ingeniería – Ingeniería Mecánica, Doctorado en Ingeniería – Ciencia y Tecnología de Materiales y Doctorado de Ingeniería – Ingeniería Mecánica y Mecatrónica.

Como respuesta al creciente interés por la investigación aplicada de la Ingeniería Mecánica, el programa de Maestría en Ingeniería – Materiales y Procesos, se creó en el primer período de 1984 e inició sus labores en enero de 1989. A través del proceso de Reforma Académica adelantado durante el año 2008, se modificó el programa curricular de esta maestría para adaptarlo al Acuerdo 033 del 2007, escrito por el Consejo Superior Universitario. Por otro lado, la Maestría en Ingeniería – Ingeniería Mecánica, se autorizó en el primer semestre de 2006 e inició sus labores académicas en el primer semestre de 2007.

La apertura del programa de Doctorado en Ingeniería – Ciencia y Tecnología de Materiales, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, fue aprobada por el Consejo Académico de la Universidad en julio de 2007 e inició labores en el primer semestre de 2008. En dicho programa participaron investigadores y grupos de investigación pertenecientes a las Facultades de Ingeniería y Ciencias, donde colaboran las áreas curriculares de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, Ingeniería Civil y Agrícola, Ingeniería Química, Física y Química. Este programa cuenta también con el apoyo de la Facultad de Odontología y el Instituto de Extensión e Investigación de la Facultad de Ingeniería.

La apertura del programa de Doctorado de

Ingeniería – Ingeniería Mecánica y Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, fue aprobada en febrero del año 2010 por el Consejo Académico de la universidad e inicia sus labores el segundo semestre de 2010<sup>5</sup>.

Este programa es coordinado por el Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, y es apoyado por investigadores y docentes pertenecientes a la Facultad de Ingeniería del área curricular del departamento. Recibe el respaldo de siete grupos de investigación registrados y clasificados por Colciencias y cuenta con la participación de catorce profesores con formación doctoral del Departamento además de los docentes de otros departamentos.

El Doctorado en Ingeniería Mecánica y Mecatrónica contribuye el desarrollo de un enfoque multidisciplinario orientado a la generación y transferencia del conocimiento, así como la aplicación de las tecnologías existentes en el contexto nacional en áreas como la robótica, la biomecánica, las energías renovables, los procesos de manufactura y su automatización y la ingeniería de materiales.

## **B. PERTINENCIA Y PROPÓSITO DEL PROGRAMA**

### **B.1. Propósito del Programa**

El propósito del Programa expresado en sus objetivos, perfiles de aspirante y de egresado se encuentran expresados en el Acuerdo No. 040 de 2009 del Consejo Académico que define la estructura del plan de estudios del programa curricular de Ingeniería Mecatrónica, acoplado al Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario.

## B.2. Objetivos del Programa

### Objetivo General

•Formar profesionales cimentados en una sólida formación científica, tecnológica y humanística, que propenda por el desarrollo integral del país.

### Objetivos específicos

•Participar en el diseño, selección, evaluación, especificación, instalación, montaje, mantenimiento, operación, ensayo y comercialización de equipos y sistemas automáticos, que se fundamentan en la integración de la mecánica y la electrónica.

•Participar en la proyección, dirección, organización y administración de empresas, dependencias y sistemas técnicos.

•Participar en actividades de asesoría, consultoría e interventoría de proyectos técnicos de automatización o integración.

•Participar en actividades de investigación, docencia y capacitación en el área de la Ingeniería Mecatrónica.

•Participar en negociaciones sobre tecnología.

### Capacidades del Ingeniero Mecatrónico

A través del proceso de formación el Ingeniero Mecatrónico va adquiriendo y mejorando ciertas capacidades que le van a permitir cumplir los objetivos específicos al resolver las necesidades de la sociedad. El Programa se propone lograr que el Ingeniero Mecatrónico adquiera las siguientes capacidades en su formación:

a.Capacidad de aplicar los conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería.

b.Capacidad de diseñar y llevar a cabo experimentos, analizar e interpretar datos.

c.Capacidad de diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas dentro del sistema de restricciones reales, tales como la economía, el medio ambiente, los factores sociales, políticos, éticos, de salud y seguridad, al igual que de manufacturabilidad y sostenibilidad.

d.Capacidad de trabajar con equipos multidisciplinarios.

e.Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

f.Entendimiento de la responsabilidad y ética profesional.

g.Capacidad de comunicarse de manera efectiva.

h.Amplio conocimiento para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.

i.Conocimiento de la necesidad de emprender un sistema de autoaprendizaje de por vida y el desarrollo de una capacidad de respuesta para esta necesidad.

j.Conocimiento de los temas y problemas de actualidad.

k.Capacidad de utilizar las técnicas, habilidades y herramientas modernas, para la práctica de la Ingeniería.

l.Capacidad para entender la importancia del emprendimiento y la innovación.

### Relación entre las capacidades del Ingeniero Mecatrónico con los objetivos del programa

Las capacidades del Ingeniero Mecatrónico mencionadas anteriormente se pueden relacionar con los objetivos del programa, para ello se escogió una escala de 0.0 a 5.0 (donde 0.0 indica que no hay relación y 5.0 que la relación es total). Dicha relación se muestra en la siguiente tabla que muestra el promedio de los valores definidos por el grupo de Profesores del programa:

	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5
a. Capacidad de aplicar los conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería.	4.7	3.0	4.2	5.0	3.2
b. Capacidad de diseñar y llevar a cabo experimentos, analizar e interpretar datos.	4.5	3.4	3.3	4.5	2.9
c. Capacidad de diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas dentro del sistema de restricciones reales, tales como la economía, el medio ambiente, los factores sociales, políticos, éticos, de salud y seguridad, al igual que de <u>manufacturabilidad</u> y sostenibilidad.	4.9	3.0	4.5	4.9	4.0
d. Capacidad de trabajar con equipos multidisciplinarios.	4.2	4.7	4.3	4.3	4.6
e. Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	4.8	4.4	4.8	4.9	4.1
f. Entendimiento de la responsabilidad profesional y ética de su profesión.	4.3	4.9	4.2	4.4	4.8
g. Capacidad de comunicarse de manera efectiva.	4.6	5.0	4.7	4.6	4.8
h. Amplio conocimiento para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.	4.7	4.8	4.5	4.2	4.9
i. Conocimiento de la necesidad de emprender un sistema de autoaprendizaje de por vida y el desarrollo de una capacidad de respuesta para esta necesidad.	3.7	4.0	4.6	4.1	3.8
j. Conocimiento de los temas y problemas de actualidad.	3.8	4.2	4.4	4.1	4.2
k. Capacidad de utilizar las técnicas, habilidades y herramientas modernas, para la práctica de la Ingeniería.	4.4	4.5	4.9	3.8	4.0
l. Capacidad para entender la importancia del emprendimiento y la innovación.	3.7	4.4	4.3	4.1	4.4

Tabla 1. Relación de las capacidades del egresado con los objetivos del programa.

### **B.3. Perfil del aspirante y del egresado**

#### *Perfil del aspirante*

El programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, está dirigido a bachilleres que tengan afinidad e interés por la Ciencia, la Matemática, la Física, la representación espacial de objetos y la Cultura general, con capacidad para el análisis, la abstracción, la comprensión y la solución de problemas aplicando nuevas tecnologías. Debe poseer dominio del lenguaje y habilidades de comunicación oral y escrita. El aspirante debe igualmente poseer motivación y destreza hacia el trabajo experimental, actitud para el trabajo en equipo y una visión de futuro acompañada de valores éticos, espíritu crítico, sentido práctico, capacidad de auto-aprendizaje y autogestión de su tiempo.

#### *Perfil del egresado*

El egresado de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia es un profesional con capacidad para encontrar soluciones efectivas a problemas de Ingeniería, mediante el uso de herramientas fundamentadas en las ciencias básicas, las matemáticas y la tecnología. Es un profesional competente, creativo y con espíritu innovador. Concibe el diseño de productos y procesos en situaciones en las que disciplinas como la Mecánica, la Electrónica, la Informática y el Control Automático, se traslapan. El Ingeniero Mecatrónico cuenta con las habilidades necesarias para liderar proyectos de Ingeniería que se basen en la integración y desarrollo de tecnología, para contribuir de manera activa al desarrollo tecnológico del país.

El Ingeniero Mecatrónico de esta Universidad tiene la capacidad de seguir aprendiendo de manera permanente y autónoma, adaptándose rápida y eficazmente a los cambios y a las nuevas demandas de un mercado cada vez más globalizado. Es un profesional idóneo para el ejercicio ético de la

Ingeniería, que valora el patrimonio de la humanidad y es consciente del impacto de sus acciones en la sociedad y el medio ambiente. Los Ingenieros Mecatrónicos de la Universidad son capaces de dar respuestas innovadoras a las necesidades de la sociedad y sus cambios.

Con su formación fundamentada en las ciencias básicas y aplicadas de la ingeniería es capaz de identificar, formular, crear y optimizar procesos de manufactura, máquinas y mecanismos de mecánica de precisión, control automático, ingeniería de software y microelectrónica, logrando aplicaciones automáticas de tecnología confiable y ecológicamente segura, que garantiza el desarrollo de la sociedad respetando la convivencia humana y el medio ambiente. Es un individuo que comprende y aprecia la integralidad de las diferentes disciplinas del conocimiento, las artes y su aporte a su trabajo. Posee la capacidad para aprender durante toda su vida con autonomía, dinamismo y flexibilidad.

### **B.4. Prospectiva del Programa**

La perspectiva laboral para el profesional en Ingeniería Mecatrónica durante los próximos veinte años, al igual que otras profesiones técnicas, seguirá la tendencia mundial de enfocarse en la solución de problemas sociales y medioambientales relacionados con el acceso de la población a la energía, el agua potable, la alimentación, la vivienda, el transporte, la seguridad y la salud, entre otros. La visión de la profesión, en consonancia con lo planteado a nivel mundial propuesta por ASME<sup>6</sup>, busca desarrollar soluciones fundamentadas en la Ingeniería Mecatrónica que promuevan un mundo ecológicamente responsable, seguro, saludable y sustentable. La VDI (Asociación Alemana de Ingenieros)<sup>7</sup> establece la visión de las profesiones de Ingeniería, como una herramienta que promueve el acceso a la tecnología, enfocada hacia el mejoramiento de la calidad de vida para la población mundial, la conservación de nuestro medio ambiente y el uso eficiente de los recursos y la energía.

De otra parte, dado el enfoque multidisciplinario

inherente en la Ingeniería Mecatrónica, sus posibilidades de aportes en la solución de problemas complejos y la importancia de los retos identificados para el progreso presente y futuro de la sociedad, se espera una consolidación y desarrollo creciente del área en donde cada vez más se conciben e implementen las soluciones de ingeniería bajo este enfoque integrador e interdisciplinario. Un reto clave a nivel de formación y perspectiva es el de lograr un equilibrio eficaz entre la necesidad de un conocimiento detallado y generar la capacidad de actuar en un papel integrador en una amplia gama de entornos de ingeniería<sup>8</sup>. El logro de este equilibrio está sujeto a múltiples factores, entre los que se encuentran el rápido avance de la tecnología, el mejoramiento de la educación en ingeniería con la integración academia-industria y las necesidades crecientes del medio laboral y profesional orientadas a procesos y productos con participación de diversas disciplinas, perspectiva basada en sistema, de complejidad creciente y mayor inteligencia y desempeño<sup>9</sup>. Estos diferentes aspectos marcarán en buena medida el desarrollo propio del área, así como sus implicaciones en las metodologías para el diseño, desarrollo e implementación de los futuros sistemas mecatrónicos, privilegiando el trabajo en equipo, así como la perspectiva de integración interdisciplinar.

La Universidad Nacional de Colombia y el Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica comparten la visión de procurar un mundo sostenible, con mejores estándares de vida para la población, y por tal motivo, el Currículo del Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional – Sede Bogotá promueve que los estudiantes adquieran disciplinas de trabajo que estén guiadas por los siguientes propósitos:

- Evaluar el costo medioambiental de los proyectos y diseños de ingeniería, ejecutando en cada proyecto acciones que minimicen este costo y a la vez permitan un desarrollo sostenible.
- Tener actitud constante de auto-aprendizaje y de trabajo en equipo que expanda las fronteras del conocimiento recibido de la Universidad.
- Mantener interés por aprender y usar nuevas

tecnologías de automatización y de información, nuevos materiales y nuevos campos de aplicación de la Mecatrónica.

Basados en estos propósitos y soportados en análisis de tendencias globales, el Programa identifica las áreas estratégicas de desarrollo de la Ingeniería Mecatrónica, concordantes con la llamada Cuarta Revolución Industrial<sup>10</sup>, que buscan formar profesionales que se anticipen a los nuevos retos de nuestra sociedad.

Las áreas de desarrollo identificadas como estratégicas son:

- Diseño y aplicación de sistemas robotizados y de control de movimiento autónomos o que compartan espacios de trabajo con humanos.
- Aplicaciones de simulación y realidad aumentada en el desarrollo de competencias de control y automatización.
- Aplicación de tecnologías modernas de manufactura mediante integración horizontal y vertical de sistemas.
- Aplicaciones industriales y de servicio del Internet de las cosas (Internet of Things), atendiendo a la creación de soluciones de bajo costo medioambiental.
- Nuevas tecnologías de manufactura que integren manufactura aditiva, materiales compuestos y materiales sensibles.

Las líneas de acción del Programa están en sincronía con las líneas estratégicas de desarrollo del país, y fomentan la formación de individuos social y medioambientalmente conscientes. Buscamos ser un motor de innovación social e impactar a nuestra sociedad a través de la formación de profesionales de excelencia, con un amplio dominio de la tecnología y la capacidad de anticiparse a los retos de nuestra sociedad.

## C. ORGANIZACIÓN Y ESTRATEGIA CURRICULAR

### C.1. Lineamientos básicos para la formación de estudiantes de pregrado.

El Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario (CSU)<sup>11</sup>, que establece los lineamientos para la formación de estudiantes en la Universidad Nacional de Colombia, se fundamenta en los principios de excelencia académica, formación integral, contextualización, internacionalización, formación investigativa, interdisciplinariedad y flexibilidad. Adopta el régimen de Créditos Académicos<sup>12</sup> para medir el tiempo que requiere el estudiante para cumplir con los objetivos de las asignaturas y facilitar la homologación de asignaturas y la movilidad de estudiantes entre programas nacionales e internacionales.

El plan de estudios se organiza en Componentes de formación, entendidos como conjuntos de Asignaturas con un objetivo de formación particular. Así, los planes curriculares deben tener: un Componente de fundamentación, que se ocupa principalmente de la contextualización de los saberes; un Componente disciplinar o profesional, propio y característico de la esencia de la carrera, incluyendo el Trabajo de Grado; un Componente de libre elección que, a manera de herramienta para la formación integral, incluye escenarios de contexto, de emprendimiento, de responsabilidad social, de investigación, de profundización y de extensión.

Uno de los principios de mayor relevancia es el de la flexibilidad: el Acuerdo 033 de 2007 del CSU propende porque este principio esté presente en todos los componentes del Plan, a través de las asignaturas optativas, y obliga a que el Componente de libre elección tenga un mínimo del 20% del total de créditos del Programa curricular. De igual manera apunta hacia la disminución de requisitos y prerrequisitos, dando así al estudiante un nivel de autonomía suficiente y la responsabilidad para elegir los temas y trayectorias académicas que más se acerquen a sus intereses particulares de formación e investigación.

Dentro de las nuevas políticas de formación se crea un componente de nivelación para los recién ingresados que presenten deficiencias en el manejo de lenguas extranjeras, lectura, escritura y matemáticas. También introduce la posibilidad de doble titulación<sup>13</sup> en la misma Universidad o en convenio con otras, nacionales o extranjeras, para los estudiantes con un desempeño académico destacado. Además, con el objeto de articular pregrados y posgrados, se ofrece la oportunidad de tránsito de uno a otro disminuyendo los tiempos estipulados para cada uno de esos programas. Es el caso específico del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, el cual ofrece diferentes programas de posgrado que pueden potenciar las posibilidades de desarrollo académico y profesional de los estudiantes del Programa, en especial en el nivel de Maestría. El Departamento ofrece los programas de Maestría en Ingeniería – Materiales y Procesos, y Maestría en Ingeniería – Ingeniería Mecánica. Igualmente, el Departamento ofrece los programas de Doctorado en Ingeniería – Ciencia y tecnología de materiales, con participación conjunta de la Facultad de Ciencias, y el Doctorado en Ingeniería – Mecánica y Mecatrónica.

### C.2. Organización de la estructura – Plan de estudios

El Programa curricular de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá, fue creado mediante los Acuerdos 14<sup>14</sup> y 15<sup>15</sup> de agosto de 2001 del Consejo Académico. Dicho Consejo, mediante el Acuerdo 249 del Consejo Académico, del 28 de noviembre de 2008, aprobó la modificación de la estructura del Plan de estudios del Programa Curricular de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, para adaptarse al Acuerdo 033 de 2007 del CSU. Mediante la Resolución de Consejo de Facultad 681 del 16 de diciembre de 2008, se especificaron los créditos, las agrupaciones y las asignaturas del Plan de estudios del Programa Curricular de Ingeniería Mecánica, la

cual fue derogada por la Resolución de Consejo de Facultad 185 del 23 de abril de 2009.

El Consejo de la Facultad de Ingeniería en sesión del 13 de mayo de 2010, Acta 009, aprobó la iniciativa relacionada con la modificación de la Resolución de Consejo de Facultad No. 184 del 23 de abril de 2009 con el fin de incluir nuevas propuestas. De acuerdo con la Resolución 145 de 2010, Acta 009 del 13 de mayo, el Consejo de Facultad de Ingeniería especificó que los ciento setenta y nueve (179) créditos exigidos por el Plan de estudios del Programa curricular de Ingeniería Mecatrónica, por la modificación de la oferta de asignaturas de la Facultad se hizo una reforma menor, así actualmente el programa se rige por el Acuerdo 018 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería.

El acuerdo estable que la estructura en créditos del programa está distribuida así:<sup>16</sup>

#### *Componente de fundamentación*

Este componente está integrado por cincuenta y seis (56) créditos exigidos que corresponden al 31% del total de créditos del plan de estudios, de los cuales el estudiante deberá aprobar cuarenta y siete (47) créditos correspondientes a asignaturas obligatorias y nueve (9) créditos correspondientes a asignaturas optativas.

La finalidad del Componente de Fundamentación es darle al estudiante las bases teóricas que le permitan posteriormente adquirir una más sólida formación en temas relacionados con: Matemática, Física, Química, Modelación matemática, Análisis de sistemas complejos, Administración, Gestión de proyectos, Análisis financieros; además de fomentar y estimular las capacidades de comunicación oral, escrita y expresión gráfica.

El componente de fundamentación se distribuye en las siguientes agrupaciones:

- Matemáticas, Probabilidad y Estadística.
- Física.
- Ciencias Económicas y Administrativas.

- Informática y Herramientas para Ingeniería.
- Expresión Gráfica.
- Química.

#### *Componente de Formación Disciplinar o Profesional*

El Componente Disciplinar o Profesional está constituido por ochenta y siete (87) créditos exigidos que corresponden al 48% del total de créditos del plan de estudios, de los cuales el estudiante deberá aprobar ochenta y uno (81) créditos correspondientes a asignaturas obligatorias y seis (6) créditos correspondientes a asignaturas optativas.

El componente disciplinar o profesional se distribuye en las siguientes agrupaciones que comprenden un conjunto de asignaturas específicas del área, y las cuales son descritas a continuación:

•**Ingeniería de Diseño:** El propósito de la agrupación es apoyar la formación del estudiante en los diferentes tópicos que constituyen el campo del diseño de componentes mecánicos y máquinas. El estudiante aprende metodología y criterios de ingeniería para el diseño de elementos de máquinas y sistemas mecatrónicos. Este componente da las bases disciplinares para las asignaturas nucleares y las aplicaciones de la Ingeniería Mecatrónica como el diseño de proyectos, el control de movimiento y la automatización de manufactura.

•**Ingeniería Electrónica:** Esta agrupación, desde una perspectiva integradora, se constituye como parte esencial del conocimiento disciplinar de la ingeniería mecatrónica, y resulta de vital importancia en el ejercicio profesional de nuestros ingenieros. El estudiante aprende técnicas de diseño y ensamble de circuitos, las cuales combinadas con conceptos de la electrónica análoga, la electrónica digital y los micro-controladores, permite el desarrollo de sistemas digitales y sistemas embebidos de uso específico.

•**Ingeniería de Materiales y Procesos de Manufactura:** Su objetivo es ofrecer a los

estudiantes los conceptos necesarios para diseñar, planear, seleccionar, automatizar y optimizar, procesos y sistemas de manufactura orientados a la producción de bienes de consumo y de producción en la industria. El objetivo principal de esta agrupación es formar en el estudiante una conciencia sobre la relación que existe entre los procesos productivos y la sostenibilidad ambiental, y cómo se puede aplicar la gestión y la automatización para lograr un balance óptimo entre costos, productividad y flexibilidad, respetando las necesidades de su entorno.

•**Automatización, Control y Robótica:** Esta agrupación se constituye como parte esencial del conocimiento disciplinar y del carácter integrador del Ingeniero Mecatrónico, de quien se espera su continua aplicación en aspectos de concepción, diseño, implementación y mejoramiento de máquinas, procesos y sistemas que funcionan con autonomía, sin intervención directa del ser humano. Es por ello que el plan de estudios incluye asignaturas como: Señales y Sistemas, Sensores y Actuadores, Control y Robótica. Igualmente se ofrecen cursos optativos en tópicos avanzados de automatización, control y robótica, que capacitan al estudiante en estos temas y le ayudan a prepararse para su desempeño a nivel profesional.

•**Ingeniería Informática:** En esta agrupación el estudiante aprende los fundamentos de la programación de computadores y la programación orientada a objetos, la manipulación y procesamiento de datos desde el enfoque de los algoritmos y la integración con sistemas físicos mediante hardware involucrado. Esta agrupación ofrece las herramientas necesarias para seleccionar, ensamblar, programar y establecer medidas de seguridad en redes de computadores, sistemas embebidos e interfaces humano-máquina, permitiendo al Ingeniero Mecatrónico capturar y traducir información de procesos, transmitirla usando redes industriales de comunicación, y realizar acciones de control.

•**Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico:** Con el objetivo de fomentar el pensamiento estructurado y la formación enfocada a dar soluciones tecnológicas a las necesidades de

la sociedad, esta agrupación incluye un conjunto de cuatro asignaturas que ofrecen un primer acercamiento a la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico como se describe a continuación: (i) Ingeniería y Desarrollo sostenible, donde se brinda al estudiante un panorama amplio de lo que es la Ingeniería Mecatrónica; (ii) Taller de proyectos interdisciplinarios, donde el estudiante tiene la oportunidad de enfrentar una necesidad o propuesta con la visión de Ingeniería, proponer un solución mediante un proyecto y confrontar su conocimiento y experiencia frente a la visión y las formas de solución de otras especialidades de la Ingeniería; (iii) Proyecto aplicado de Ingeniería el estudiante aprende una metodología de diseño para diseñar y construir una máquina en equipo, confrontando las relaciones entre diseño, manufactura y desempeño; (iv) Trabajo de grado, donde el estudiante puede desempeñarse en los objetivos educativos de aplicación, síntesis y evaluación del conocimiento adquirido en su carrera, y completar el ciclo de aprendizaje mediante un proyecto, desempeñando labores de apoyo en empresas o preparándose para avanzar a un ciclo de postgrado.

#### *Componente de Libre Elección*

El Componente Complementario o de Libre Elección está constituido por treinta y seis (36) créditos exigidos, que corresponden al 20% del total de créditos del plan de estudios. Este componente permite al estudiante aproximarse, contextualizar y/o profundizar temas de su profesión o disciplina y apropiarse herramientas y conocimientos de distintos saberes, tendientes a la diversificación, flexibilidad e interdisciplinariedad, orientados a la formación integral.

El objetivo de este componente es acercar a los estudiantes a las tareas de investigación, profundización, extensión, emprendimiento y toma de conciencia de las implicaciones sociales de la generación de conocimiento. Las asignaturas que lo integran podrán ser contextos, cátedras de facultad o sede, líneas de profundización o asignaturas de

**Autoevaluación y seguimiento de la calidad de los programas de pregrado – PROYECTO EDUCATIVO DE PROGRAMA**

Semestre	Asignatura	Componente	Horas Semanales	Créditos	Semestre	Asignatura	Componente	Horas Semanales	Créditos	
1	Cálculo diferencial	B	6	4	6	Ingeniería económica	B	4	3	
	Programación de computadores	B	4	3		Diseño Mecatrónico	C	4	3	
	Dibujo básico	B	6	3		Optativa – Procesos de manufactura	C	5	3	
	Tecnología mecánica básica	C	4	3		Electrónica digital I	C	4	4	
	Ingeniería y Desarrollo sostenible	C	4	3		Señales y Sistemas II	C	4	3	
	Inglés I	P	4	3		Taller de proyectos interdisciplinarios (*)	C	6	3	
2	Cálculo integral	B	6	4	7	Optativa – Herramientas para Ingeniería	B	4	3	
	Álgebra lineal	B	4	4		Optativa – Ciencias económicas y administrativas	B	4	3	
	Fundamentos de mecánica – Física	B	6	4		Redes de Computadores	C	4	3	
	Taller de Ingeniería electrónica	C	2	2		Microcontroladores	C	4	3	
	Inglés II	P	4	3		Control	C	6	4	
3	Cálculo en varias variables	B	4	4	8	Sensores y Actuadores	C	4	3	
	Probabilidad y Estadística fundamental	B	4	3		Servomecanismos	C	4	3	
	Fundamentos de electricidad y Magnetismo	B	6	4		Robótica	C	4	3	
	Principios de Química	B	4	3		Optativa – Herramientas para automatización de procesos	C	4	3	
	Principios de Estática	C	4	3		Libre elección	L	4	3	
	Circuitos eléctricos I	C	4	3		Libre elección	L	4	3	
4	Inglés III	P	4	3	9	Libre elección	L	4	3	
	Ecuaciones diferenciales	B	4	4		Automatización de procesos de manufactura	C	4	3	
	Principios de Dinámica	C	4	3		Proyecto aplicado de Ingeniería (**)	C	6	4	
	Programación orientada a objetos	C	4	3		Libre elección	L	6	3	
	Electrónica análoga I	C	4	4		Libre elección	L	6	3	
	Inglés IV	P	4	3		Libre elección	L	6	3	
5	Variable compleja	B	4	4	10	Trabajo de Grado (***)	C	12	6	
	Optativa – Física	B	6	3		Libre elección	L	6	3	
	Resistencia de materiales	C	4	3		Libre elección	L	5	6	
	Ciencia e Ingeniería de materiales	C	5	3		Libre elección	L	9	9	
	Estructura de datos	C	4	3						
	Señales y Sistemas I	C	4	3						

Notas:  
 (\*) : El estudiante debe haber cursado el 50% del componente disciplinar.  
 (\*\*) : El estudiante debe haber cursado el 75% del componente disciplinar.  
 (\*\*\*) : El estudiante debe haber cursado el 80% del componente disciplinar.

Tabla 2. Plan de estudios vigente y distribución semestral según Acuerdo 018 de 2014

posgrado o de otros programas curriculares de pregrado de la Universidad Nacional de Colombia u otras universidades con las cuales existan los convenios pertinentes.

El programa de Ingeniería Mecatrónica ofrece dentro del componente de libre elección una agrupación denominada de Profundización. El objetivo de esta componente es brindar al estudiante la oportunidad de profundizar en aspectos teóricos relacionados con el programa o en aspectos relacionados con el ejercicio profesional o con actividades investigativas. En ese sentido la gama de ofertas es amplia y comprende, por un lado, múltiples asignaturas que, ordinariamente se ofrecen en otras especialidades de pregrado y las Maestrías de Ingeniería: Automatización Industrial, Mecánica, Electrónica, y Sistemas y Computación; posgrados cuyas áreas de desarrollo están estrechamente relacionadas con la mecatrónica. De otra parte, en el marco de las Prácticas estudiantiles, los estudiantes pueden desarrollar actividades de investigación, dentro de los grupos de investigación del programa, o tener experiencias en el mundo laboral.

### **C.3. Plan de estudios**

En la Tabla 3 se presenta el Plan de estudios vigente y la distribución semestral sugerida según Acuerdo 18 de 2014 del Consejo de Facultad mediante la cual se especifican los créditos, las agrupaciones y las asignaturas del Plan de estudios del Programa curricular de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá.

### **C.4. Desarrollo curricular**

El desarrollo curricular del Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá, se enmarca dentro del contexto para el avance en innovación de la educación en Ingeniería. Con el fin de posicionar la perspectiva curricular actual del Programa, conviene realizar un breve recuento del desarrollo histórico y los

antecedentes de la educación en Ingeniería<sup>17</sup>, en los que se identifican tres grandes fases de desarrollo: un enfoque práctico sobre la década de los años 50, uno de ciencia y práctica en la década de los años 60, y a partir de los años 80 un enfoque de Ciencia e Ingeniería (Universidad de Investigación).

Antes de 1950, la Ingeniería fue enseñada en gran parte por personas con experiencia industrial. La pedagogía de la Ingeniería, o el arte de enseñar a los estudiantes a ser ingenieros, fue basada en gran medida en la práctica e incluyó las habilidades personales e interpersonales, entrelazadas con las habilidades necesarias de Ingeniería para la construcción de sistemas. Posteriormente, en la llamada Edad de Oro de los años 50 y 60 del siglo pasado, la Ingeniería fue enseñada por un profesorado con amplia experiencia en la industria y un nuevo profesorado más joven, orientado a la investigación. Así, la nueva ciencia disciplinar se entrelazaba con la práctica. Sin embargo, a través de las décadas siguientes (los años 80 y 90), los profesores con experiencia en la industria se empezaron a retirar y fueron reemplazados por los investigadores: así nació la Universidad de Investigación, con un enfoque de Ingeniería basado en la Ciencia. La consecuencia involuntaria (y menos deseada) fue un cambio cultural en la pedagogía de la Ingeniería que disminuyó sustancialmente el valor percibido de aquellas habilidades y destrezas de orden personal, interpersonal y de construcción de sistemas de ingeniería, que previamente habían sido el sello distintivo para una enseñanza de la Ingeniería.

La reflexión interna de la Universidad en el llamado Proceso de Reforma Académica que concluyó en 2008, flexibilizó los planes de estudios, abriendo espacios académicos de formación complementaria para los estudiantes, con el fin de buscar una formación de tipo integral. Adicionalmente, el Programa de Ingeniería Mecatrónica busca un balance adecuado entre la práctica de la Ingeniería y el conocimiento disciplinar de Ciencia y Matemática, de forma tal que los nuevos egresados puedan responder a las necesidades de creación, implementación y operación de sistemas, procesos

y productos requeridos para resolver los problemas de la sociedad moderna, con un diálogo constructivo entre los actores académicos, industriales y gubernamentales.

El Programa de Ingeniería Mecatrónica propende por el desarrollo de un currículo orientado a la formación de ingenieros que comprendan cómo conceptualizar, diseñar, aplicar y operar productos, procesos y sistemas complejos de Ingeniería utilizando modernas tecnologías, a lo largo de su ciclo de vida, en un ambiente fundamentado en equipos de trabajo, con una visión moderna. El propósito general del Programa es formar estudiantes que estén en capacidad de lograr un dominio profundo del conocimiento práctico de los fundamentos técnicos; liderar procesos de creación de nuevos productos, procesos y sistemas; comprender la importancia de la investigación y el impacto del desarrollo tecnológico en la sociedad.

La Facultad de Ingeniería ha identificado las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y ha creado una secuencia de experiencias de aprendizaje para satisfacer estas necesidades. Por tal motivo, el currículo del Programa apoya las disciplinas técnicas, fuertemente entrelazadas con las habilidades personales e interpersonales. El Programa es rico en experiencias de diseño e implementación para los estudiantes, llevadas a cabo en espacios de trabajo modernos. Las experiencias cuentan con el aprendizaje activo y experimental, y se mejoran continuamente a través de un proceso sólido de evaluación de calidad.

Las estrategias curriculares expuestas anteriormente buscan formar estudiantes capaces de aprender autónomamente y con una conciencia social que les permita entender el impacto del desarrollo de su profesión sobre los demás individuos. El Plan de estudios de la carrera busca la obtención de sus objetivos de formación de manera progresiva y estructurada, permitiendo al estudiante encontrar su vocación y aprovechar la flexibilidad del currículo una vez haya cumplido los requisitos necesarios para asumir su componente flexible.

Cada componente de formación tiene una meta

clara: se encadena con los demás componentes, de tal manera que al final de su plan de estudios, el ingeniero mecatrónico de la Universidad Nacional de Colombia cumplirá con las expectativas y necesidades de nuestra sociedad. A continuación, hacemos una breve descripción de las metas propuestas para cada uno de estos componentes, las estrategias que se utilizan para obtener estos resultados y su encadenamiento con el Plan de estudios:

#### *Componente de Fundamentación*

El Componente de Fundamentación busca afianzar en el estudiante los conocimientos básicos necesarios para poder entender temas específicos de su profesión. Este componente introduce y contextualiza el campo de conocimiento por el que optó el estudiante desde una perspectiva ciudadana, humanística, ambiental y cultural. Identifica las relaciones generales que caracterizan los saberes de las distintas disciplinas y profesiones del área, el contexto nacional e internacional de su desarrollo, el contexto institucional, y los requisitos indispensables para su formación integral. En este componente los objetivos se concentran en formar estudiantes con capacidad para ser autónomos en su aprendizaje, con un interés por la investigación y el descubrimiento de nuevos conocimientos, motivo por el cual las estrategias de enseñanza tradicional y expositiva son las más utilizadas.

En el Componente de Fundamentación se establece un apoyo continuo y se promueve la difusión de los programas de la Facultad y de Sede, como una forma de soporte para los estudiantes de primeros semestres en su nivel de inserción a la Universidad y en su manejo de las asignaturas con alto índice de reprobación. Estos programas son: Sistema de Acompañamiento Estudiantil – SAE, Matemáticas básicas, Acompañamiento de monitores, y el programa ALEX.

*Componente Disciplinar o Profesional*

El Componente Disciplinar o Profesional se encarga de darle a los estudiantes los fundamentos de su profesión al fomentar el pensamiento estructurado y el constructivismo. Este componente suministra al estudiante la gramática básica de su profesión o disciplina, las teorías, métodos y prácticas fundamentales, cuyo ejercicio formativo, investigativo y de extensión, le permitirá integrarse a una comunidad profesional o disciplinar determinada. El Trabajo de Grado, para cualquier modalidad, hace parte de este componente. Busca que el estudiante sea capaz de plantear una hipótesis y de buscar una solución en torno a la problemática planteada, mediante la utilización de herramientas propias de la Ingeniería. En esta etapa se utilizan las estrategias tradicionales y expositivas, al tiempo que se introduce de manera explícita la formación basada en la solución de problemas. Se busca que el estudiante sea autónomo en su aprendizaje, capaz de trabajar en equipo, y que pueda ser crítico ante problemas presentados desde la perspectiva de la Ingeniería y pueda buscar soluciones.

El Componente Disciplinar tiene un soporte constante y un mejoramiento de las asignaturas desde los grupos mismos de investigación, gracias a la participación de los docentes y estudiantes en proyectos y semilleros de investigación. Se brinda apoyo a los estudiantes en la participación de los programas de Intercambio académico internacional, prácticas estudiantiles y pasantías.

*Componente de Libre Elección*

Este componente permite al estudiante aproximarse, contextualizar y/o profundizar temas de su profesión o disciplina, que le permitan apropiarse de las herramientas y conocimientos de distintos saberes, con el objetivo de mirar hacia la diversificación, flexibilidad e interdisciplinariedad. El objetivo de este componente es acercar a los estudiantes a las tareas de investigación, extensión, emprendimiento y toma de conciencia de las implicaciones sociales de la generación de

conocimiento. El Componente de Libre Elección busca fomentar el trabajo interdisciplinario y una formación integral, generando conciencia del impacto que la Ingeniería tiene sobre otras disciplinas y la sociedad en general. Dentro de este componente se resaltan las prácticas que llevan al estudiante a enfrentarse a un problema al que debe buscar una solución dentro de un grupo de trabajo multidisciplinario. Las prácticas estudiantiles están concebidas como estrategias de aprendizaje basadas en proyectos.

En el componente de libre elección se hace una revisión periódica de las asignaturas disponibles para los estudiantes del programa, con el fin de seleccionar y aconsejar a los estudiantes sobre las asignaturas que contribuyen de mejor forma a su perfil.

**C.5. Actualización del currículo**

En sincronía con el enfoque del Programa, sumado a grupos de profesores reunidos por áreas temáticas de conocimiento, liderados desde la Dirección de Área Curricular y acompañados por un grupo de profesores interesados en los aspectos de mejoramiento curricular, varias personas trabajan constantemente en la conceptualización y redefinición de los objetivos esperados para el aprendizaje del Programa, de manera que éstos puedan posteriormente ser evaluados y actualizados. Se espera que como resultado del proceso (y contando con la participación de estudiantes, de la industria, la planta docente y la sociedad) se tenga un mejor conocimiento y comprensión de las necesidades de formación de los estudiantes y se incorporen acciones de mejora tanto a nivel curricular, del quehacer docente de los procesos de enseñanza-aprendizaje, como en los estándares educativos de la Ingeniería para el siglo XXI.

Existen, en general, tres perspectivas desde las cuales se debe evaluar permanentemente el Plan de estudios del Programa curricular de Ingeniería Mecatrónica: la normativa, la interna y la externa (egresados y entorno).

La normatividad por la cual se rige el Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica está comprendida por el conjunto de Decretos, Resoluciones y Directivas que emite el Gobierno Nacional con el fin de fomentar la calidad en la educación superior ofrecida en el país, así como las propias de la Universidad.

Como referentes de normas a nivel nacional se encuentran los siguientes documentos:

- Resolución No. 2773 del 13 de noviembre de 2003, del Ministerio de Educación Nacional: “Por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en Ingeniería”.

- Decreto 1295 del 20 de abril de 2010, del Ministerio de Educación Nacional: “Por el cual se reglamenta el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior”.

- Directiva Ministerial No. 20 del 27 de septiembre de 2004, de la Ministra de Educación Nacional: “Modificaciones sustanciales de programas académicos”.

- Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado. Consejo Nacional de Acreditación, enero de 2012.

*Al interior de la Universidad están:*

- Acuerdo 033 del 26 de noviembre de 2007, del Consejo Superior Universitario: "Por el cual se establecen los lineamientos básicos para el proceso de formación de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia a través de sus programas curriculares".

- Acuerdo 018 de febrero de 2014, del Consejo de la Facultad de Ingeniería: "Por el cual se modifica el plan de estudios del programa curricular de Ingeniería Mecatrónica y se deroga la Resolución del Consejo de la Facultad de Ingeniería No. 145 del 13 de mayo de 2010".

- Programa Curricular Ingeniería Mecatrónica. Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá – Facultad de Ingeniería.

La perspectiva interna se refiere principalmente a los documentos que surgen desde la Universidad Nacional y que tienen como objetivo la evaluación, acreditación y seguimiento permanente de los programas de pregrado. El documento que recopila esto, se desarrolló en el año 2009 y lleva como título: Sistema de evaluación y seguimiento de los resultados obtenidos en los procesos académicos de la Universidad Nacional de Colombia para el mejoramiento continuo de sus funciones. En este sistema se establecen unas responsabilidades para cada uno de los niveles de dirección de la Universidad, dejando a las Facultades las responsabilidades de autoevaluación, seguimiento, realimentación y propuestas para mejoramiento. Específicamente, para el desarrollo de estas tareas, se compromete a la Dirección del Departamento y a la Dirección de Área Curricular, en armonía con lo que requiere el Consejo Nacional de Acreditación.

El último aspecto de evaluación consiste en identificar desde el punto de vista de los egresados y del entorno económico local y nacional lo que se espera y cuál es la demanda del profesional en Ingeniería Mecatrónica. Para esto se cuenta con referentes consultivos como la Asociación de Egresados en Ingeniería Mecánica y Mecatrónica (AIMUN) de la Universidad Nacional de Colombia, y la Asociación Colombiana de Ingenieros (ACIEM). Igualmente, se realiza un espacio de construcción y reflexión entre los programas de Ingeniería Mecatrónica ofrecidos por otras universidades con la colaboración de entidades como la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) y la Red de Ingenierías Mecatrónica y de Automatización (RIMA). Considerando el sector productivo se tiene en cuenta la información suministrada por el Observatorio Laboral y Ocupacional Colombiano.

Así mismo, se incluye en este punto la revisión de los criterios de evaluación de programas, de acuerdo con diferentes organismos internacionales como ABET - Accreditation Board for Engineering

and Technology de los Estados Unidos, y ASIBEI - Asociación Iberoamericana de Facultades de Ingeniería.

Teniendo en cuenta lo anterior, la Dirección del Departamento y la Dirección de Área Curricular asignan al Comité Asesor del Programa la función de evaluar los contenidos programáticos de las asignaturas pertenecientes al componente disciplinar y el de libre elección a su cargo, teniendo en cuenta criterios tecnológicos, ambientales, ocupacionales, institucionales y económicos. El Comité Asesor se apoya en cada una de las Secciones (Diseño, Ciencias Térmicas y Fluidos, Automatización y Control, Materiales y Manufactura). A partir de esta revisión se proponen los cambios a la Dirección de Área Curricular, la cual es la encargada de clasificarlos como actualizaciones o cambios estructurales. La diferencia entre ellos se encuentra descrita en la Directiva Ministerial No. 20, mencionada anteriormente, y radica en la identificación de cambios en los cuales ni el número de créditos ni la estructura del programa se modifican o actualizan, o por el contrario, donde sí va a existir una reestructuración del programa.

La Dirección de Área Curricular es la encargada de socializar los cambios propuestos ante la Dirección de Departamento y los profesores, para obtener una realimentación al respecto y generar las mejoras respectivas. Esta información debe además presentarse a los estudiantes y posteriormente al Consejo de la Facultad de Ingeniería, la cual se encargará de su revisión para radicar ante el Consejo de Sede.

### C.6. Estrategias pedagógicas

Las estrategias pedagógicas pueden definirse como el conjunto de procedimientos planeados y usados de forma consciente por el profesor, con la intención de alcanzar los objetivos de aprendizaje que definen a nuestro estudiante y egresado<sup>18</sup>. Las estrategias pedagógicas se pueden clasificar, según el énfasis establecido al interior del proceso educativo<sup>19</sup>, como estrategias centradas en los

sujetos (docente y estudiante), en la mediación didáctica o en los objetos de conocimiento. El programa de Ingeniería Mecatrónica emplea las siguientes estrategias didácticas como mecanismo para poder cumplir los objetivos de formación:

#### *Aprendizaje basado en problemas*

Esta estrategia de aprendizaje consiste en que el profesor formule y proponga a los estudiantes un problema real de Ingeniería que carece de solución conocida o de información suficiente para solucionarlo<sup>20</sup>. Los estudiantes se organizan en pequeños equipos de trabajo colaborativo para analizar el escenario del problema, realizar un listado de hipótesis o ideas para solucionarlo, identificar qué se sabe y qué se desconoce, definir las actividades a realizar, proponer y ejecutar un esquema de trabajo que permita aprender y aplicar el saber para la solución del problema, y finalmente socializar los resultados.

#### *Aprendizaje basado en proyectos*

En esta estrategia de aprendizaje el profesor propone a los estudiantes la formulación, planeación, ejecución y evaluación de un proyecto. Los proyectos deben tener aplicación en el mundo real, estar claramente definidos, obtener productos tangibles y brindar oportunidades de reflexión, autoevaluación y retroalimentación por parte de expertos. La estrategia requiere que los estudiantes se organicen en pequeños equipos de trabajo, lo cual les permite desarrollar habilidades específicas de planeación, organización y ejecución de actividades.

#### *Enseñanza tradicional*

Es una estrategia de enseñanza empleada por el profesor para transmitir a los estudiantes conocimientos, siguiendo la lógica marcada por los propios saberes disciplinares. Esta estrategia es válida cuando:

- a. El profesor es un experto en el área.
- b. El conocimiento a transmitir es informativo.
- c. El ambiente de trabajo académico es limitado

y por lo tanto es necesario recurrir a elementos comprobados y procedimientos estandarizados.

#### *Enseñanza expositiva*

Esta estrategia de enseñanza, al igual que la tradicional, es empleada por el profesor para transmitir conocimiento a los estudiantes, pero se diferencia en que incorpora la lógica de pensamiento del estudiante al organizar los contenidos en una estructura jerárquica que permite ir de lo general a lo específico. De esta forma se pretende que los estudiantes asuman como propios los conceptos científicos.

Las anteriores estrategias pedagógicas, gracias a su carácter flexible, pueden ser adaptadas o modificadas por el profesor, dependiendo de los objetivos de aprendizaje de su asignatura y del avance de sus estudiantes durante el semestre académico.

### **D. ARTICULACIÓN CON EL MEDIO**

El Programa de Ingeniería Mecatrónica ha impulsado una serie de acciones estratégicas que permite su interacción sinérgica con el medio académico, el sector productivo y la sociedad en general. Las acciones establecidas para fomentar la articulación del Programa con el medio, están alineadas con la misión y visión de la Institución y el mismo Programa, y están pensadas como motor para la promoción del mejoramiento continuo. Esto permite que nuestro Plan de estudios, junto con la visión y misión del Programa, se mantenga vigente y actualizado a nivel internacional, aterrizado según las necesidades del país y con una amplia proyección social. El Programa cuenta con estrategias y mecanismos que articulan los procesos de docencia, investigación y extensión, que favorecen la interdisciplinariedad y buscan el mejoramiento continuo de nuestro proceso formativo. En general buscamos generar alianzas estratégicas y crear redes sociales que favorezcan la transformación positiva del país.

El Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica contempla en su plan de formación un componente flexible del 20% sobre el total de créditos y brinda la posibilidad de cursar una de las siguientes modalidades como opción de grado:

- a) Trabajos Investigativos.
- b) Prácticas de Extensión.
- c) Asignaturas de Posgrado.

Estos componentes han dinamizado la participación de nuestros estudiantes en programas de intercambio académico, proyectos de investigación, cursos de posgrado y semilleros de investigación. Buscando consolidar la formación social e integral de los estudiantes mediante procesos participativos, el Programa, el Departamento y la Facultad, han fortalecido los siguientes aspectos:

1. Movilidad académica.
2. Prácticas y pasantías.
3. Articulación con la investigación.
4. Articulación con los egresados.

#### **D.1. MOVILIDAD ACADÉMICA**

La Universidad cuenta con programas que promueven la internacionalización del conocimiento, cubriendo un amplio sector de la comunidad académica. La movilidad de estudiantes y docentes busca socializar, tanto local como globalmente, los avances más relevantes de nuestro programa mediante presentaciones en congresos, misiones académicas, residencias investigativas e intercambio de profesores.

El Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica cuenta con un programa de movilidad que abarca a estudiantes y docentes, y se complementa con programas de la Facultad y de la administración central de la Universidad.

El Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica cuenta con una serie de convenios con universidades y centros de investigación de alta calidad académica a nivel mundial que se administran



Figura 3. Estudiantes de Ingeniería Mecatrónica en Misión Académica en Alemania, visita a 6 Universidades, 3 empresas y un centro de investigación (Enero 2013)

en el sector minero-petrolero, sectores energéticos, manufactureros, ensambladores, y el sector de las TIC's. Adicionalmente, gracias al papel protagónico que juega la Universidad dentro de la formulación de políticas de impacto nacional y regional, los estudiantes y profesores acceden frecuentemente a intercambios con entidades de carácter público del orden nacional y local. Estos intercambios, tanto del sector público como privado, han brindado una visión más integral de las necesidades del país a los miembros de la comunidad académica del Departamento que se ven reflejados en las múltiples alianzas con las que se cuenta en la actualidad.

a través de la Oficina de Relaciones Internacionales e Interinstitucionales - ORI. El principal objetivo de estos convenios, es proporcionar a la comunidad académica (estudiantes y docentes) herramientas para promover la transferencia de conocimiento, fortalecer alianzas y la creación de redes, además de generar espacios de discusión como coloquios, seminarios, cátedras internacionales y conferencias.

La movilidad y la internacionalización del conocimiento son de suma importancia ya que nos permiten formar ingenieros con una mayor capacidad de proyectarse ante problemáticas locales con una visión global.

## D.2. PRÁCTICAS Y PASANTÍAS

La interacción con el sector productivo nacional permite enfocar las áreas de formación que se deben fortalecer para suplir las necesidades de nuestra sociedad. La implementación del Programa de prácticas y pasantías de la Facultad, y la herramienta SPOPA<sup>21</sup>, han permitido que nuestros estudiantes interactúen con diversas empresas antes de terminar su plan de estudios.

El Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica ha establecido una estrecha relación con el sector productivo privado y organismos estatales, lo cual facilita a nuestros estudiantes realizar pasantías en instituciones privadas y públicas. Nuestros socios estratégicos se encuentran principalmente

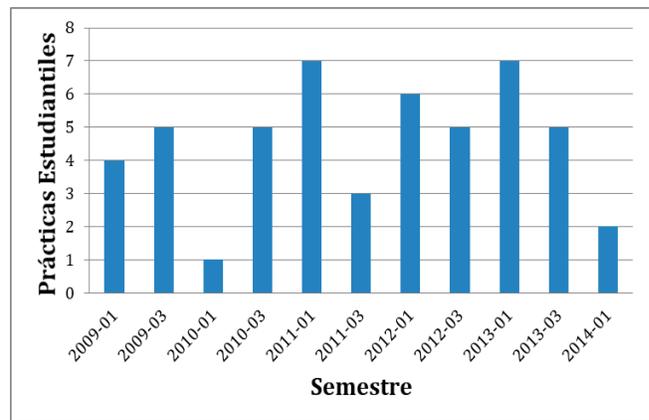


Figura 4. Prácticas estudiantiles por Semestre

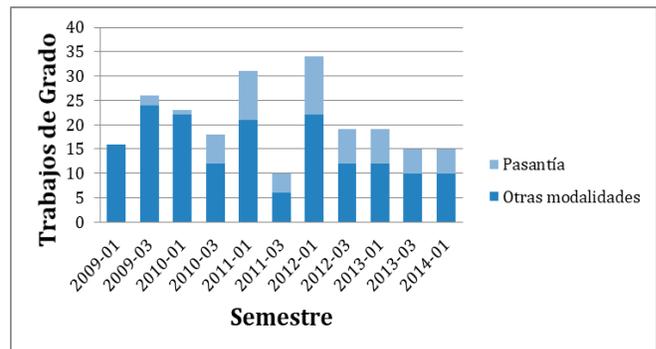


Figura 5. Tipo de trabajo de grado por semestre

## D.3. ARTICULACIÓN CON LA INVESTIGACIÓN

La investigación se concibe como un proceso que comienza desde el pregrado. Busca generar en nuestros estudiantes un pensamiento estructurado y constructivista desde el inicio de su formación, y pretende incentivar el encadenamiento con programas de posgrado. La investigación fortalece

los procesos de aprendizaje: permite que el estudiante aplique y desarrolle su creatividad mediante el tratamiento de un problema específico. La investigación fomenta la aplicación de las herramientas técnicas y sociales adquiridas por el estudiante durante el desarrollo de su Plan de estudios.

El Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica está orientado a desarrollar actividades de docencia (en sus seis programas académicos, dos de pregrado, dos de maestría y dos de doctorado), extensión e investigación. La formación investigativa del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica se fundamenta en la búsqueda de soluciones, a través de la aplicación de la tecnología, a problemas locales, regionales e internacionales, resaltando contribuciones científicas en las áreas de:

- Materiales y procesos de manufactura.
- Diseño de máquinas.
- Ciencias térmicas y fluidos.
- Ingeniería biomédica.
- Automatización.
- Robótica.

Gracias a la orientación y la vocación de investigadores de los profesores del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, se han conformado grupos de investigación que giran en torno a problemas concretos y a preguntas científicas comunes al desarrollo de la profesión de la Ingeniería Mecánica y sus áreas relacionadas. Además, se han creado redes de investigación al interior de la Universidad, a nivel nacional e internacional, que permiten la colaboración de estos grupos con sus pares. La Universidad ha fomentado la creación de estos grupos desde los años 30, como se observa en la Figura 6. Grupos de investigación en la Universidad Nacional desde el año 1930. En la década de los 90 se incrementa dramáticamente el número de grupos, crecimiento que continúa en las décadas siguientes hasta alcanzar un número total de 907 grupos en el año 2011. Este número de grupos ha incrementado sustancialmente con el ingreso de profesores doctores a la nómina de

la Universidad (ver gráfica 4) lo que ha permitido diversificar aún más el conocimiento e incluir a estudiantes de pregrado y posgrado en las investigaciones desarrolladas por cada facultad.

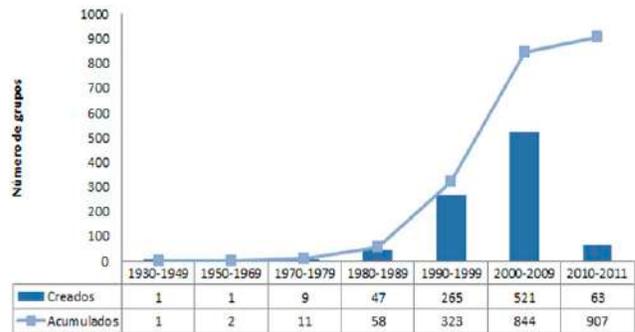


Figura 6. Grupos de investigación en la Universidad Nacional desde el año 1930

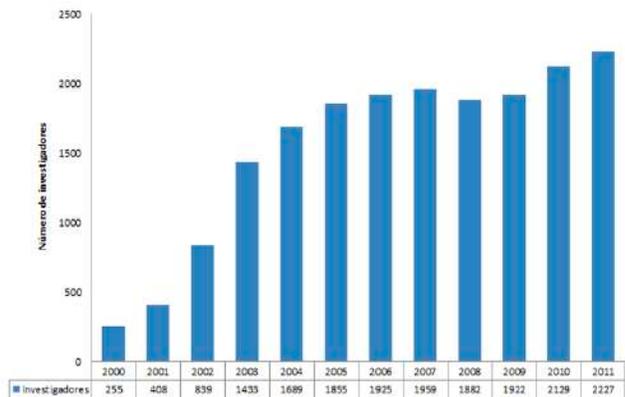


Figura 7. Número de investigaciones en la UN.

En el Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, el número de grupos ha presentado un aumento constante durante los últimos veinte años. La actividad investigativa se inició en el año 1991 con la creación del primer grupo, liderado por los profesores del área de Diseño de máquinas, siendo el grupo Gidmaq el primer núcleo de formación de investigadores del Departamento. Para el año 2013, el Departamento cuenta con 14 grupos de investigación. Los grupos se relacionan en la Tabla 2. Grupos de investigación del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica (2015), donde se observa la diversidad de temas de trabajo que están incluidos en el Sistema nacional de ciencia y tecnología, y que responden a la clasificación de: Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad, Investigaciones en Energía y Minería, Ciencias

Sociales y Humanas, Ciencia y Tecnología de la Salud, y Ciencias Básicas. Como se observa, la diversidad de temas y la inclusión de otras disciplinas muestra un departamento inter y transdisciplinario que promueve la generación de nuevo conocimiento en áreas afines a las Ingenierías Mecánica y Mecatrónica.

En la sede Bogotá, los recursos para la promoción de la investigación son administrados por la División de Investigación de Bogotá – DIB<sup>22</sup>. A nivel de Facultad, esta tarea es realizada por la Vice-Decanatura de Investigación y Extensión<sup>23</sup>, cuya labor es promover y apoyar lo relacionado con la

SIGLA	Grupo de Investigación	Total Investigadores	Total Estudiantes	Pregrado DIMM	Posgrado DIMM
AGROSPECTIVA	Agrospectiva	8	0	0	0
BIOT	Biomasa y Optimización Térmica de Procesos	5	10	2	6
GIDMAQ	GIDMAQ	10	9	5	2
GNUM	Grupo de Modelado y Métodos Numéricos en Ingeniería	13	14		
GAUNAL	Grupo de Automática de la Universidad Nacional	12	52	7	6
AFIS	Grupo de investigación en análisis de fallas, integridad y superficies	2	46	19	16
GIBM-UNCB	Grupo de Investigación en Biomecánica / Universidad Nacional de Colombia	19	21	6	9
COMBUSTIBLES	Grupo de Investigación en Combustibles Alternativos, Energía y Protección del Medio Ambiente	4	29	11	16
CORROSIÓN	Grupo de investigación en corrosión, 39ribología y energía	6	10	5	4
OptimUN	Grupo de Investigación en Diseño Óptimo Multidisciplinario	2	6	0	6
NUEVAS TECNOLOGÍAS	Grupo de Trabajo en NuevasTecnologías de Diseño y Manufactura-Automatización	17	12	0	4
IPMIM	Innovación en Procesos de Manufactura e Ingeniería de Materiales	4	19	1	10
GESTIÓN ENERGÉTICA	Mecanismos de Desarrollo Limpio y Gestión Energética	21	17	7	2
UNROBOT	Grupo de Plataformas Robóticas	14	2	0	1
	<b>TOTAL DIMM</b>	<b>137</b>	<b>247</b>	<b>63</b>	<b>82</b>

Tabla 3. Grupos de investigación del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica (2015)

gestión de la investigación y la extensión.

Las estrategias para promover la investigación en el Programa tienen sus fundamentos en los lineamientos generales de la Universidad y hacen parte del proceso de formación integral de los estudiantes, según se manifiesta en los planes de desarrollo de la Institución y de la Facultad<sup>24</sup>, como lo es el Plan Global<sup>25</sup>. La investigación se fomenta mediante:

• **Semilleros de investigación:** los semilleros están constituidos por miembros de una o varias disciplinas, asociados para desarrollar una idea o una propuesta de investigación que surge a partir de un problema específico. Los semilleros están conformados por estudiantes vinculados a proyectos de investigación bajo la asesoría de un docente.

• **Asignaturas de profundización:** las asignaturas de profundización forman parte del componente flexible del programa, y son un espacio para la difusión de los procesos de investigación desarrollados por los docentes. Le permite al estudiante profundizar en las distintas ramas.

• **Pasantías de investigación:** tanto los estudiantes como los profesores realizan una estadía investigativa en centros reconocidos a nivel nacional e internacional, en donde se realizan proyectos específicos en áreas relacionadas con la misión y visión del programa.

• **Trabajo de Grado – Modalidad asignaturas en posgrado y Seminario de investigación:** el Trabajo de Grado, en su modalidad de asignaturas durante el posgrado y seminarios de investigación, busca promocionar las labores de investigación de la Facultad y facilitar la transición de nuestros estudiantes a programas de posgrado, dándoles la oportunidad de interactuar con grupos de investigación y conocer los retos de un programa de posgrado.

• **Participación en grupos de investigación:** el grado de formación de los profesores del Departamento y su capacitación continua, han

mostrado un avance significativo en la participación de la comunidad académica en programas y proyectos de investigación financiados por entidades como Colciencias, el sector privado, Ecopetrol, o entidades públicas (ministerios o secretarías gubernamentales). Estos proyectos y programas son alternativas para que los estudiantes del programa afiancen sus conocimientos en investigación y promuevan prácticas de desarrollo de conocimiento mediante procesos de investigación y/o desarrollo tecnológico. Los diferentes grupos, formalmente inscritos y reconocidos por Colciencias, vienen desarrollando avances con el apoyo económico de algunas entidades, particularmente por la Dirección de Investigación de la Sede de Bogotá y por la Facultad de Ingeniería a nivel de la Universidad.

#### D.4. ARTICULACIÓN CON LOS EGRESADOS

La vinculación de egresados en los procesos de autoevaluación permite tener un panorama actual de la vida laboral de nuestro ingeniero, y promueve el mejoramiento continuo de nuestro Programa académico. El Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, con el apoyo de AIMUN<sup>26</sup>, ha implementado acciones de seguimiento y retroalimentación de profesionales y egresados del Programa. AIMUN es una sociedad gremial, integrada por egresados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia. La junta directiva está integrada por ocho ingenieros mecánicos y/o mecatrónicos, el Director del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, sede Bogotá. En la actualidad, la Junta Directiva está integrada por seis ingenieros mecánicos y dos ingenieros mecatrónicos.

Estas acciones han buscado fomentar la generación de redes y espacios que permitan el desarrollo profesional y continuo de nuestros egresados. Unidas al Sistema de Información del Egresado (SIE)<sup>27</sup>, permiten una permanente y efectiva comunicación con nuestros egresados. El Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica mantiene un contacto constante con ellos mediante acciones que se dividen en:

a) La oferta de servicios técnicos y académicos que fomentan el contacto continuo de nuestros egresados de la Universidad, en busca de apoyo para la solución de un problema en particular.

b) El programa de prácticas y pasantías, los proyectos de investigación y extensión que fomentan el contacto de la Universidad con sus egresados, la cual busca en ellos apoyo de tipo económico, logístico y para la construcción de políticas educativas del programa.

c) Las asociaciones de egresados, en particular la Asociación de Ingenieros Mecánicos y Mecatrónicos AIMUN, son un puente entre nuestros egresados, nuestro Programa y el sector productivos del país. Generan espacios de trabajo y discusión que nutren la Ingeniería en el país.

Algunos de los servicios que ofrece la AIMUN que ayudan a fortalecer el diálogo entre el programa y sus egresados son:

- En el transcurso del año se dan a conocer a los egresados más de cien solicitudes de la industria para vincular ingenieros mecánicos o mecatrónicos con diferentes niveles de experiencia, en la mayoría de los casos, para ofrecer posibilidades de mejora en la escala laboral.

- La Asociación ofrece periódicamente diferentes modalidades de cursos y diplomados para mejorar o renovar las capacidades de los egresados. Dentro de estos cursos se pueden destacar los siguientes:

- Diplomado de soldadura.
- Diplomado de automatización industrial.
- Diplomado de moldes para plásticos.
- Diplomado de troqueles.
- Curso de producción y distribución de aire comprimido.
- Curso de Excel avanzado.
- Curso teórico-práctico de válvulas y actuadores.
- Curso de evaluación económica de proyectos.
- Curso evaluación de proyectos.
- Taller de negociación.

Todas las actividades de capacitación que ofrece la Asociación son abiertas al público y ofrecen precios especiales para los egresados.

- La Asociación trabaja en conjunto con la Facultad de Ingeniería o con el Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica en actividades dentro de las cuales se pueden destacar:

- Congresos internacionales de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica.

- Encuentro de egresados.

- Interventorías a entidades del Estado y privadas.
- Dentro de otras actividades que organiza la Asociación en busca de la integración y reencuentro de los egresados se encuentran:

- Asado anual de integración.

- Celebración del día del Ingeniero Mecánico y del Ingeniero Mecatrónico.

- En términos de apoyo a la innovación, la AIMUN ofrece su soporte de infraestructura administrativa, facturación y asesoría técnica o administrativa, durante los primeros pasos del proyecto, hasta cuando éste se convierte en una línea de negocio independiente.

## **E. APOYO A LA GESTIÓN DEL CURRÍCULO**

En este apartado se presentan tres aspectos fundamentales de apoyo para el adecuado desarrollo del currículo. Están relacionados con la organización administrativa para la ejecución de procesos, así como con los recursos de profesores y de infraestructura (laboratorios) que se tienen a disposición. Todo esto buscando cumplir con los objetivos de formación de los futuros profesionales.

### **E.1. Organización Administrativa**

La estructura orgánica de la Universidad Nacional de Colombia se presenta a continuación:

1. Estructura organizacional, nivel nacional.

2. Estructura organizacional, sede Bogotá.
3. Estructura organizacional, sede Medellín.
4. Estructura organizacional, sede Manizales.
5. Estructura organizacional, sede Palmira.
6. Estructura organizacional sedes de presencia nacional:
  - a. Amazonía.
  - b. Orinoquía.
  - c. Caribe.
  - d. Tumaco.

*Estructura organizacional nivel nacional<sup>28</sup>*

En la Figura 8 se muestra la estructura organizacional a nivel nacional de la Universidad Nacional de Colombia.

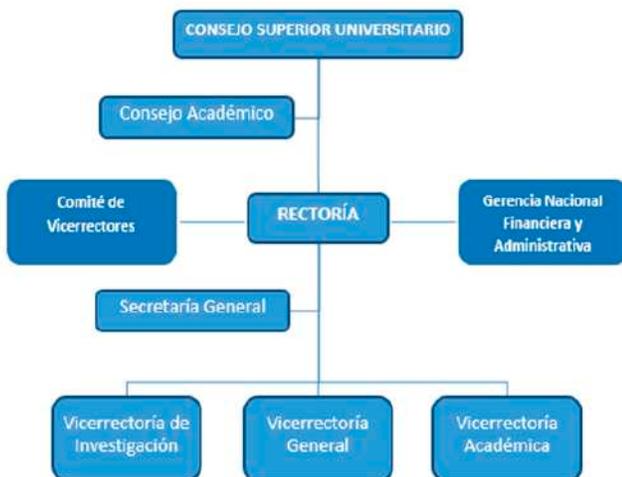


Figura 8<sup>29</sup>: Organigrama Simplificado de la Universidad Nacional de Colombia, nivel nacional

El ente rector de la Universidad Nacional de Colombia es el Consejo Superior Universitario, y su ejecutor principal es el Rector, quien está apoyado por el Secretario General, el Consejo Académico, los Vicerrectores General, Académico y de Investigación, además del Gerente Nacional Financiero y Administrativo. Cada una de las Sedes tiene una organización propia, que de todas maneras depende de la estructura a nivel nacional.

*Estructura organizacional, sede Bogotá:*

La sede Bogotá depende del Consejo Superior Universitario y del Rector de la Universidad. Tiene una estructura propia, su ente rector es el Consejo de Sede y su ejecutor principal es el Vicerrector de Sede. En la Figura 9. Estructura organizacional simplificada de la sede Bogotá, se muestra la estructura orgánica de la sede Bogotá y su relación con la estructura nacional.

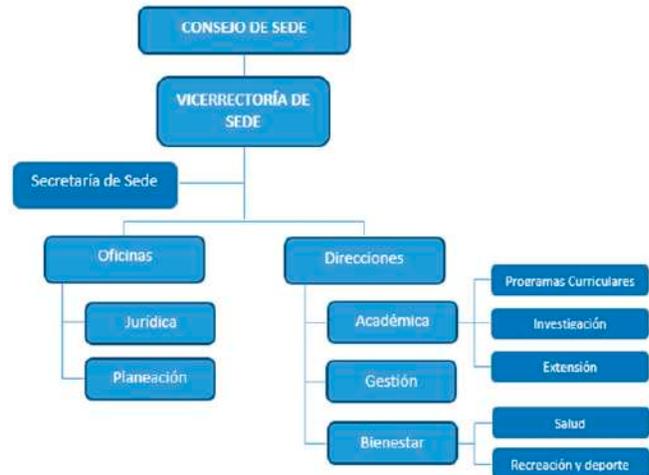


Figura 9. Estructura organizacional simplificada de la sede Bogotá

La sede Bogotá está compuesta por once facultades:

1. Agronomía.
2. Artes.
3. Ciencias.
4. Ciencias Económicas.
5. Ciencias Humanas.
6. Derecho.
7. Enfermería.
8. Ingeniería.
9. Medicina.
10. Medicina Veterinaria y Zootecnia.
11. Odontología.

Adicionalmente cuenta con ocho Institutos y Centros:

1. Biología.
2. Ciencia y Tecnología de Alimentos: ICTA.

3. Estudios Ambientales.
4. Estudios en Comunicación y Cultura.
5. Estudios Políticos.
6. Estudios Urbanos.
7. Genética.
8. Centro Agropecuario Marengo.

Estructura de la Facultad de Ingeniería, sede Bogotá.

La Facultad de Ingeniería está regida por el Consejo de Facultad y su ejecutor principal es el Decano de la Facultad de Ingeniería, apoyado en sus labores por el Secretario Académico, el Vicedecano Académico, el Vicedecano(a) de Investigación y Extensión, la Dirección de Bienestar, el Director del IEI, y por los Directores de Unidades Académicas Básicas o Departamentos (5) y Directores de Área Curricular (5). A continuación, se presenta el organigrama de la Facultad de Ingeniería de la sede

Bogotá. La Facultad cuenta con cinco Direcciones de Unidades Académicas Básicas o Departamentos. Sus nombres coinciden con las cinco Direcciones del Área Curricular:

- Ingeniería Civil y Agrícola.
- Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
- Ingeniería Mecánica y Mecatrónica.
- Ingeniería Química y Ambiental.
- Ingeniería de Sistemas e Industrial.

Cada una de estas Unidades tiene una organización interna propia que ha sido adoptada de acuerdo con las necesidades y el desarrollo de los respectivos programas. En la Figura 10. Estructura organizacional de la Facultad de Ingeniería, se muestra el organigrama general de la Facultad de Ingeniería de la sede Bogotá, tal como está en la actualidad. Existe además otra Unidad Básica de Gestión que hace parte de la Facultad y es el

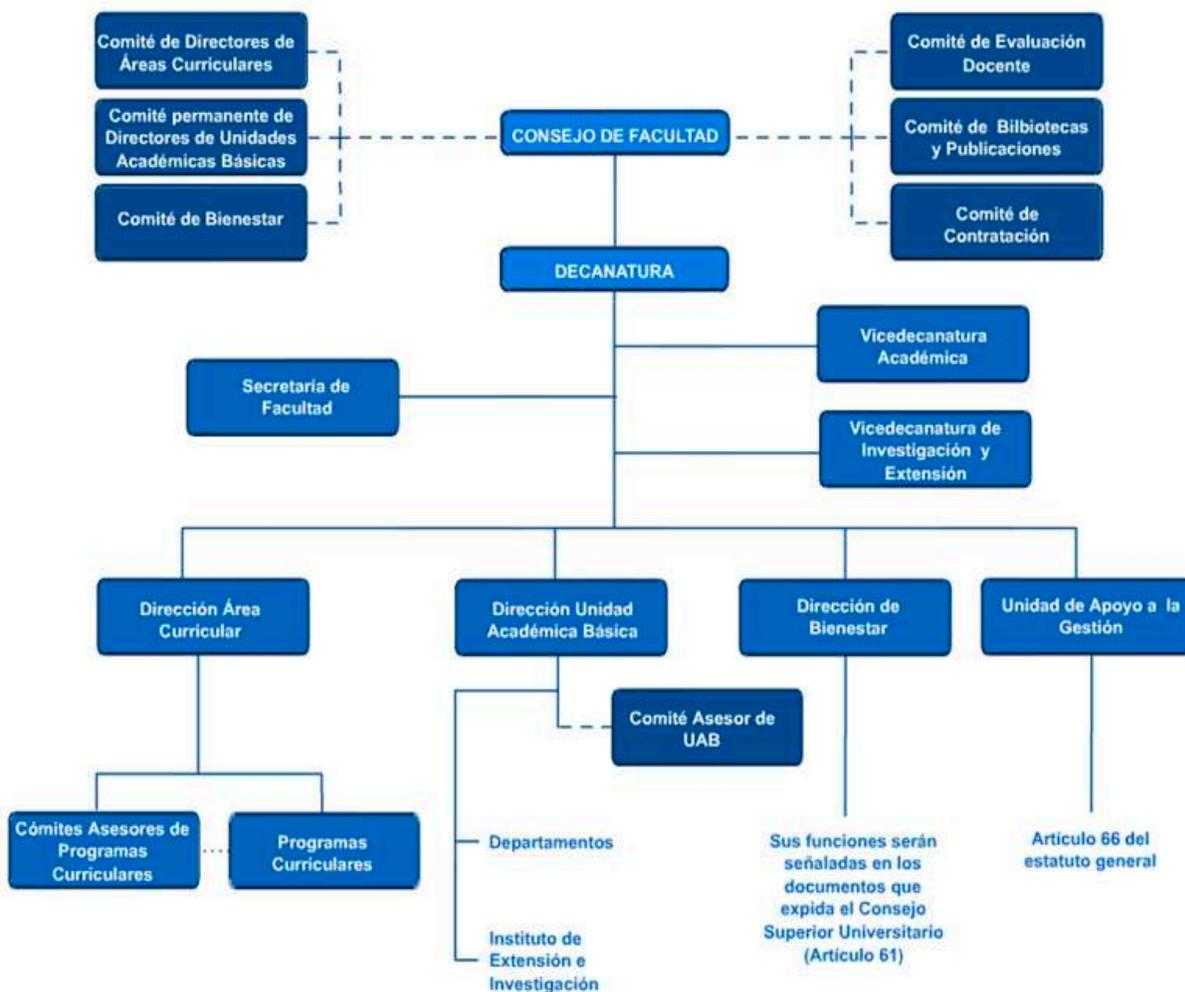


Figura 10. Estructura organizacional de la Facultad de Ingeniería<sup>30</sup>

Instituto de Extensión e Investigación – IEI, la cual no se encuentra en el gráfico.

El Departamento de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica depende directamente del Consejo de Facultad y de la Decanatura, y se divide en dos grandes bloques: la Dirección de Área Curricular de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica y la Dirección del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica. El Área Curricular depende además de la Vicedecanatura Académica y el Departamento depende de la Vicedecanatura de Investigación y Extensión. Para la toma de decisiones el Consejo de Facultad se apoya en las recomendaciones de los seis comités establecidos, en los que tienen representación todos los estamentos de la Facultad. En la Figura 10. Estructura organizacional de la Facultad de Ingeniería, se muestra la estructura del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica de la sede Bogotá.

La Dirección de Área Curricular se ocupa de los aspectos que tienen que ver con la calidad académica de los programas, de los asuntos estudiantiles y de todo lo que tiene que ver con el manejo de los asuntos académicos de los seis programas que se manejan: dos programas de pregrado (Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica) y los programas académicos de posgrado, dos maestrías (Maestría en Materiales y Procesos de Manufactura y Maestría en Ingeniería Mecánica) y dos doctorados (Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Materiales y Doctorado en Ingeniería Mecánica y Mecatrónica).

La Dirección del Departamento se ocupa de manejar los recursos que tiene la Facultad en estas áreas específicas de la Ingeniería. Es responsable de los profesores del Departamento, de los Laboratorios y por medio de ellos, presta servicios de docencia a los programas que lo soliciten, adelanta investigaciones con proyectos financiados por la Universidad, por Colciencias y otras entidades externas, además de participar en proyectos de extensión mediante contratos, asesorías, análisis de fallas, ensayos a la industria, cursos de educación continuada, entre otros.

Como apoyo para la labor del Director de Área Curricular, existen los Comités Asesores de programa curricular, uno por cada programa de pregrado y uno para los programas de posgrado. Además, cada programa académico tiene un Coordinador Curricular, quien directamente atiende las solicitudes estudiantiles, participa en el Comité Asesor y colabora con el Director en la preservación y mantenimiento de la calidad de los programas curriculares.

El Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica tiene una estructura interna compuesta por cuatro secciones académicas: Materiales y Procesos, Diseño de máquinas, Ciencias térmicas y fluidos, y Mecatrónica-Automatización y Control. Cada Sección tiene un Jefe o Coordinador, designado por el Director del Departamento. El Director del Departamento cuenta con un Comité Asesor compuesto por dos Directores (de Departamento y de Área Curricular) y los cuatro Jefes de Sección.

El Departamento cuenta además con los laboratorios que son manejados desde las respectivas Secciones. Las principales funciones de los laboratorios son las de dar apoyo a la docencia en los cursos que lo necesiten, soportar la investigación que se adelanta en el Departamento y prestar servicios de extensión por medio de ensayos a la industria y por medio de solicitudes de análisis de fallas.

Recientemente, la Facultad creó un proyecto llamado Plan Maestro De Laboratorios, el cual tiene un Director y cuenta con un Coordinador de Laboratorios para cada Departamento, quien se apoya a su vez en los Coordinadores de cada uno de los laboratorios que manejan los diferentes Departamentos. Por medio de este Plan Maestro, se ha levantado un diagnóstico de los laboratorios de la Facultad y desde allí se orientarán las labores tendientes a fortalecer la infraestructura, instalaciones, seguridad industrial, apropiada señalización, establecimiento de proyectos prioritarios, mejor aprovechamiento del suelo y otras labores que buscan mejorar el servicio que prestan todos los Laboratorios a las funciones misionales de la Universidad.

Respecto al trabajo desde las dos Direcciones, es necesario recalcar que el trabajo de los dos Directores ha sido coordinado de manera que sus actividades estén orientadas al mejoramiento continuo de los programas y servicios que desde allí se manejan. Cada Dirección maneja un presupuesto propio que es invertido en las necesidades de los programas, en apoyo a la docencia, en apoyo a la movilidad de profesores y estudiantes, en labores de mantenimiento de equipos y compra de equipos para los laboratorios.

En el siguiente diagrama se muestra la estructura del Departamento de ingeniería Mecánica y Mecatrónica, sede Bogotá:

**E.2. Docentes**

Los docentes de carrera, al vincularse a la Universidad Nacional de Colombia, se clasifican como docentes de dedicación exclusiva, tiempo completo y tiempo parcial (cátedra), y pueden tener una de las siguientes categorías: Profesor Auxiliar, Profesor Asistente, Profesor Asociado o Profesor Titular.

Acorde con las exigencias en la formación de los nuevos profesionales, el Programa cuenta con un grupo de profesores de las más altas calidades humanas, éticas y profesionales. Este

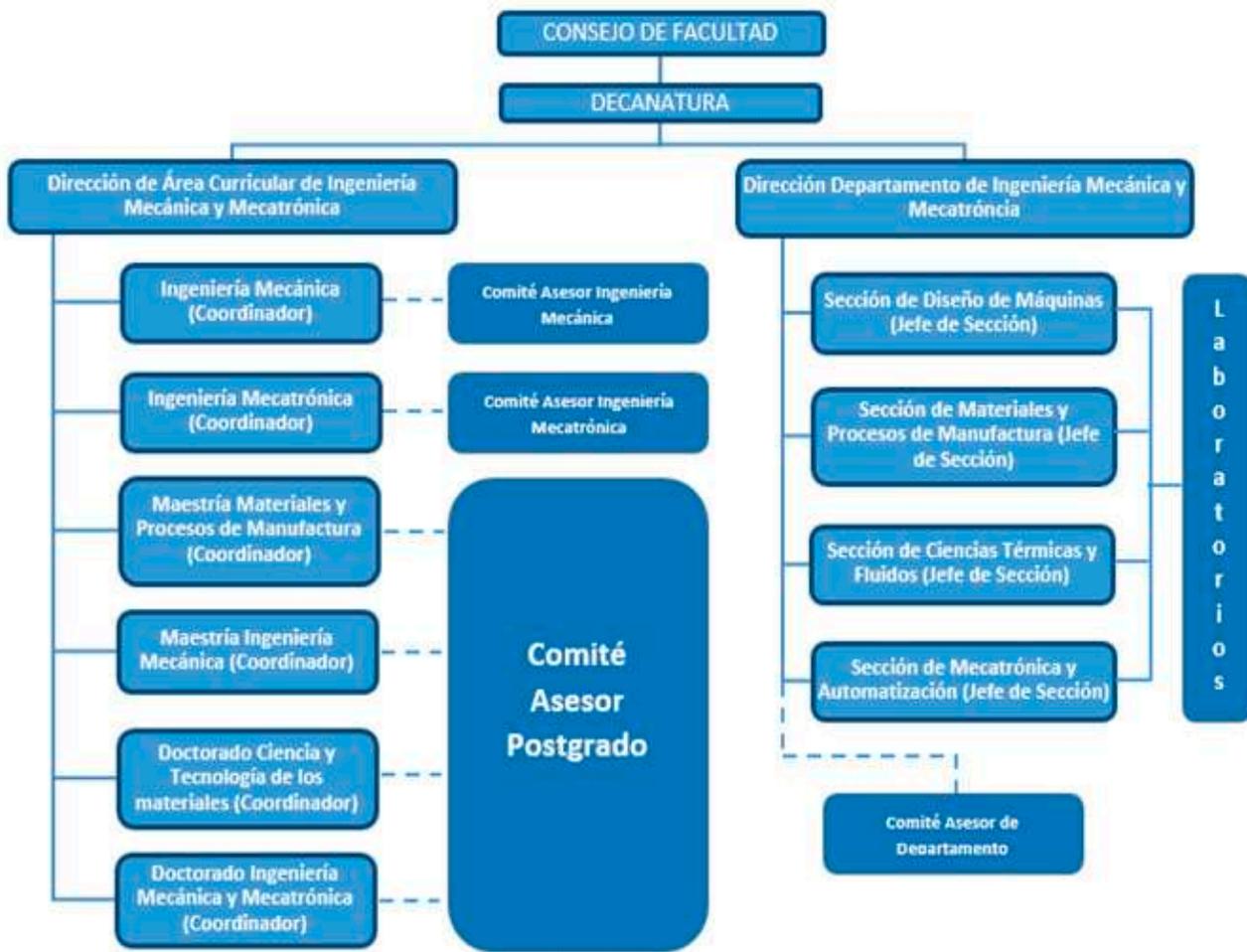


Figura 11. Estructura del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica

grupo proviene no sólo de profesores adscritos al Departamento, sino también de profesores adscritos a otros Departamentos o a otras Facultades de la Universidad. En particular, la procedencia general de los profesores responsables de los tres componentes curriculares del Programa:

•**Componente de Fundamentación:** Profesores adscritos a la Facultad de Ciencias y a otros Departamentos de la Facultad.

•**Componente de Formación Profesional:** Profesores adscritos al Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial.

•**Componente de Libre Elección:** Profesores adscritos al Departamento, a la Facultad de Ingeniería y a la Universidad en general.

Para cumplir con sus compromisos el Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica contó para el segundo semestre de 2013, con 44 profesores de carrera y dos plazas vacantes, para un total de 46 profesores, distribuidos en las siguientes dedicaciones: treinta y un (31) docentes de dedicación exclusiva, seis (6) docentes de tiempo completo, seis (6) docentes de cátedra 0,4 y tres docentes de cátedra 0,3.

Considerando la Equivalencia a Tiempos Completos (ETC) de los docentes, se realiza la siguiente clasificación:

- Docentes de dedicación exclusiva: 1.2 ETC.
- Docentes de tiempo completo: 1.0 ETC.
- Docentes de cátedra 0,4: 0.4 ETC.
- Docentes de cátedra 0,3: 0.3 ETC.

*Docentes del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica*

El número de docentes equivalentes en ETC del Departamento es de 42,5. La distribución de los profesores del Departamento, según su categoría

es de seis (6) profesores titulares, dieciocho (18) profesores asociados, diecisiete (17) profesores asistentes y tres (3) profesores auxiliares para un total de cuarenta y cuatro (44) docentes adscritos al Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica.

La Universidad utiliza como estrategia para elevar el nivel de formación académica de sus profesores, otorgando comisiones para estudios y promoviendo el curso de estudios superiores al grado en que se encuentran. Cuando un profesor se retira o se pensiona, el cargo sólo es reemplazado por profesionales que tengan el título de Doctor. La distribución de los profesores del departamento, según su nivel de formación corresponde a veintiún docentes (21) con nivel de formación de doctorado (correspondiente al 45,65% de los profesores), trece (13) docentes con nivel de formación de maestría (correspondiente al 28,26%), seis (6) docentes con nivel de formación de especialización (correspondiente al 13,04%) y seis docentes (6) con nivel de formación profesional universitario (correspondiente al 13,04%). En esta clasificación se toma un total de 46 docentes ya que los concursos para llenar las dos plazas vacantes están abiertos para profesores con formación de Doctorado.

#### *Secciones*

Dentro del componente de formación profesional se distinguen las siguientes sub-áreas que recogen los aspectos específicos del amplio campo de la Ingeniería Mecánica y Mecatrónica. Son las áreas que aglutinan el mayor número de profesores y, en consecuencia, permiten esbozar un perfil de los profesores del Departamento:

#### *Diseño de máquinas*

Los profesores de esta Sección apoyan la formación del estudiante en los diferentes tópicos que constituyen el campo del diseño mecánico. Se inicia con el estudio de las herramientas básicas necesarias para el dominio y ejercicio de la expresión

gráfica, y su posterior capacitación. Continúa con el estudio del comportamiento de sólidos, ya sea en reposo o en movimiento, considerados rígidos o deformables, bajo la acción de fuerzas. Finaliza con el Diseño de elementos de máquinas.

*Materiales y Procesos de manufactura*

El propósito de los profesores agrupados en esta sección consiste en apoyar a los estudiantes para que adquieran conocimientos, habilidades y destrezas en el diseño de procesos de manufactura y en el uso de máquinas, herramientas y procesos indispensables para la fabricación, montaje y puesta a punto de máquinas, equipos y dispositivos mecánicos, así como en los tópicos propios de los materiales que se emplean en el desarrollo de dichos aparatos. Se parte desde un estudio de sus propiedades y estructuras físico-químicas, para continuar con los procesos propios que ayuden a mejorar algunas de sus características.

*Ciencias térmicas y fluidos*

El objetivo del grupo de profesores de esta Sección radica en el estudio y transformación de la energía, cuando ésta se presenta en forma de calor. Para ello se parte del estudio detallado de los conceptos y las leyes de la Termodinámica, y de la Transmisión de Calor, hasta profundizar en el análisis de instalaciones y máquinas térmicas.

*Mecatrónica, Automatización y Control.*

Los profesores reunidos en esta sección buscan aportar conocimientos para desarrollar y optimizar instrumentos y máquinas que posean un alto grado de autonomía, funcionalidad y confiabilidad. Esto a través de la electrónica, los sistemas de control, la mecánica de precisión y los sistemas inteligentes.

La Tabla 3. Distribución por secciones de los docentes adscritos al Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica muestra la distribución de los profesores por secciones, de acuerdo con su

Sección	Nivel de Formación				Categoría				Dedicación					No. Profes
	D	M	E	PU	PT	Pas	PA	Pau	DE	TC	C4	C3	ETC	
<i>Diseño de Máquinas</i>	4*	5	4	3	3	7	5	0	10*	2	4	0	15,6	16
<i>Materiales y Procesos de Manufactura</i>	7*	4	1	0	1	6	4		10*	2	0	0	14	12
<i>Ciencias Térmicas y Fluidos</i>	6	2	1	2	1	3	5	2	7	1	1	2	10,4	11
<i>Mecatrónica, Automatización y Control</i>	6	2	0	1	1	5	1	1	4	1	1	1	6,5	7
<b>Total Profesores</b>	21	13	6	6	6	18	17	3	31	6	6	3	46,5	46

Tabla 4. Distribución por secciones de los docentes adscritos al Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica

nivel de formación, su categoría y su dedicación. En el cuadro los acrónimos significan:

- D: Doctorado.
- M: Maestría.
- E: Especialización.
- PU: Profesional Universitario.
- PT: Profesor Titular.
- Pas: Profesor Asociado.
- PA: Profesor Asistente.
- Pau: Profesor Auxiliar.
- DE: Dedicación Exclusiva.
- TC: Tiempo Completo.
- C4: Cátedra 0.4.
- C3: Cátedra 0.3.
- ETC: Equivalentes de Tiempo Completo.
- No. Prof: el Número de Profesores.

El Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica cuenta además con un grupo de estudiantes auxiliares de posgrado, vinculados como asistentes de docencia, quienes realizan actividades de docencia en el pregrado. Esta vinculación obedece a una política de la Universidad para dar oportunidad y apoyo económico a los estudiantes de posgrado, además de brindarles la oportunidad de practicar la docencia.

### **E.3. Recursos físicos y apoyo a la docencia**

La Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, ofrece a los estudiantes del programa el acceso a recursos físicos comunes a los demás miembros de la comunidad académica de todos los programas de pre y postgrado, como son: diez (10) bibliotecas, dentro de las cuales las más usadas por los estudiantes del Programa son la Biblioteca Central, la biblioteca de Ciencia y Tecnología y la Hemeroteca Nacional Universitaria; tres (3) edificios con aulas donde se adelantan la mayor parte de las clases presenciales y actividades de laboratorio: Edificio 453 (Aulas de Ingeniería), Edificio 454 (Ciencia y Tecnología), Edificio 407 (Postgrado de Materiales y Procesos) y Edificio 411 (laboratorios de Ingenierías Eléctrica y Mecánica); una red de cafeterías y zonas recreativas destinadas

al complemento de las actividades académicas de los estudiantes del programa.

#### *Sistemas de Información*

Así mismo, la Universidad cuenta con sistemas de información que le permiten, por una parte, desarrollar sus funciones y fines misionales, y por otra, apoyar la administración del currículo. Dentro de los sistemas de información se encuentran:

•**Sistema de Información Académica (SIA):** Administra la información relacionada con los procesos académicos y estudiantiles que se llevan a cabo en la Universidad, mediante cada uno de los subsistemas que hacen parte del mismo: hoja de vida, programas curriculares, programación académica, inscripciones, calificaciones, gestión económica, administración y soporte.

•**Sistema de Acompañamiento Estudiantil (SAE):** Son un conjunto de agentes (Estudiantes, Profesores Tutores, Administrativos) quienes a través de dos componentes (académico y bienestar), y sus respectivos programas, articulan los diferentes niveles estructurales de la Universidad (departamento, facultad, sede y nacional), con la finalidad de brindar a los estudiantes a lo largo de su proceso de formación integral, las condiciones necesarias para el buen desempeño académico y el éxito en la culminación de su plan de estudios.

•**Sistema de Información del Talento Humano (SARA):** Permite gestionar la información relativa al personal académico, administrativo y pensionado de la Universidad. A través de ella se consolidan estadísticas e informes relativos al talento humano que hace parte de la Universidad. Incluye funciones como: Comité de asignación de puntaje, Gestión del programa de trabajo académico, entre otras.

•**Sistema de Información de la Investigación (HERMES):** Permite administrar las convocatorias y los proyectos relativos a las investigaciones que se desarrollan en la Universidad, así como tener información actualizada de los grupos de investigación de la Universidad.

• **Sistema Nacional de Bibliotecas (SINAB):** Integra los recursos bibliográficos, el talento humano y la infraestructura física y tecnológica, necesarios para ofrecer información académica, artística, científica y los mejores servicios bibliotecarios que requiere la Universidad.

• **Sistema de Información para Egresados (SIE):** Facilita el registro, actualización y administración de las hojas de vida de los egresados de la Universidad y permite administrar las ofertas laborales reportadas por las organizaciones, convirtiéndose en un mecanismo para promover la interacción permanente entre el egresado, la institución de educación superior y las empresas.

• **Sistema Financiero Integrado (QUIPU):** Facilita la programación, administración y control de la información relacionada con las operaciones financieras y administrativas de la Universidad, con criterios enmarcados dentro de parámetros de eficiencia y eficacia para todos los niveles de la institución (Nacional, Sedes, Facultades y Fondos Especiales).

• **Sistema de evaluación docente (EDIFICANDO):** Es un conjunto de instrumentos, aplicaciones y procesos de la Universidad Nacional de Colombia que permite entregarle a los docentes y a las diferentes instancias institucionales información oportuna sobre su desempeño. Esta información es obtenida mediante la valiosa participación de diferentes entes de la comunidad académica.

*Laboratorios:*

Dentro de las labores académicas de los estudiantes del Programa se deben adelantar prácticas y ensayos de laboratorio, los cuales se realizan en laboratorios adscritos a la Facultad de Ciencias, como son los laboratorios de física y química básicas. Los componentes de formación profesional y de libre elección, usan recursos de laboratorios principalmente adscritos a la facultad de Ingeniería, dependientes de los cinco departamentos de la Facultad.

En el Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica se encuentran los diecisiete (17) laboratorios que son más frecuentemente usados por los estudiantes dentro de sus labores académicas:

*LabSIR Laboratorio de Sistemas Inteligentes Robotizados:*

Las prácticas de robótica industrial fortalecen los conocimientos técnicos de los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica, así como afianza el enfoque en la solución de problemas industriales y en la implementación de procesos reales con impacto en la industria colombiana. El laboratorio LabSIR permite a los estudiantes estar en contacto con los equipos, software y procesos industriales que requieren del



Figura 12. Laboratorio LabSIR

desarrollo de futuros ingenieros mecatrónicos para su implementación en la industria nacional.

*Laboratorio de Automatización de Máquinas:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, relacionados con electrónica básica, microcontroladores, sensores y actuadores, procesamiento de señales, sistemas dinámicos y control, servomecanismos y automatización industrial, principalmente. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Laboratorios de Ingeniería

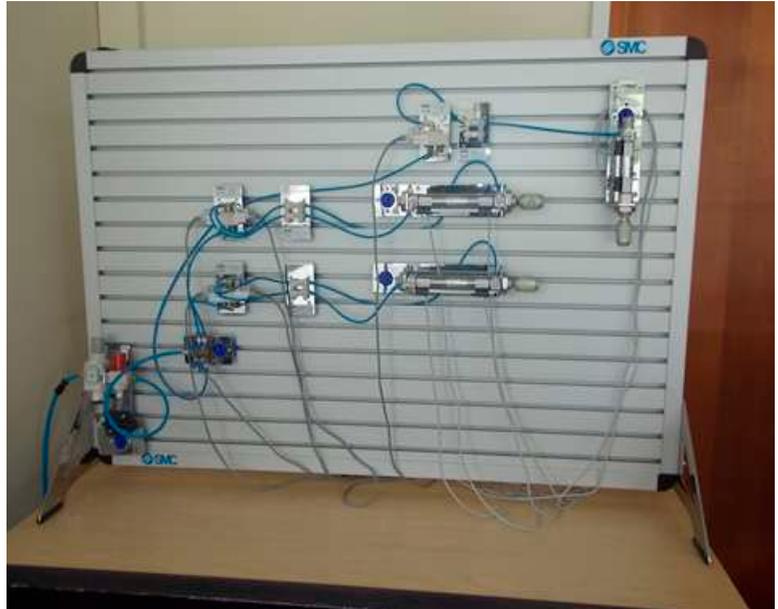


Figura 13. Laboratorio de Automatización de Máquinas.

(411) – 101. El Laboratorio de Automatización de Máquinas está dotado con equipos enfocados al desarrollo, identificación, formulación, creación, optimización e implementación de sistemas industriales de supervisión, control automático (básico y avanzado), manufactura y automatización con el propósito que el estudiante en formación desarrolle habilidades analíticas, ingenio y pensamiento crítico en el su proceso de aprendizaje.

El espacio, el personal y estructura del laboratorio permite además llevar a cabo trabajos en equipo o individualmente con el objetivo de promover o generar nuevos adelantos en investigación interdisciplinaria mediante el uso y la apropiación de novedosas tecnologías de la automatización logrando a la vez aplicaciones de tecnología confiable que responden a las necesidades de la ciencia y la ingeniería.

#### Laboratorio de Mecatrónica

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, relacionados con proyectos de automatización de procesos industriales. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Laboratorios de Ingeniería (411).



Figura 14. Laboratorio de Mecatrónica



Figura 15. Sala CAM y Laboratorio Fábrica Experimental

*Sala CAM y Laboratorio Fábrica Experimental*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se requiera diseñar y/o automatizar máquinas-herramientas, principalmente. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Materiales y Procesos (407).

*Laboratorio de Metrología:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se requiera tomar mediciones de longitud, ángulo, área, rugosidad, fuerza o masa, principalmente. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Ensayos y Materiales IEI - 126.

*Taller de Máquinas-Herramientas:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se requiera el uso de máquinas-herramientas para fabricar componentes mecánicos. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Laboratorios de Ingeniería (411).

*Laboratorio de Deformación Plástica:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se requiera realizar ensayos mecánicos hasta de 50 toneladas o una conformación plástica de materiales. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Materiales y Procesos (407).

*Laboratorio de Ensayos Mecánicos:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se necesiten realizar ensayos mecánicos hasta de 100 toneladas, ensayos de fatiga o de impacto Charpy, principalmente. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de ensayos y materiales IEI.

*Laboratorio de Fundición:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se requiera realizar colado de metales o polímeros, principalmente. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Materiales y Procesos (407).

*Laboratorio de Soldadura y Ensayos no destructivos:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se requiera realizar unión de materiales metálicos por soldadura. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Materiales y Procesos (407).

*Laboratorio de Tratamientos Térmicos:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se requiera realizar tratamientos térmicos, superficiales o termoquímicos de materiales. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Materiales y Procesos (407).

*Laboratorio de Metalografía:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se deban realizar procesos de corte, desbaste, pulido, observación metalográfica, microscopía, ensayos de dureza y composición química, principalmente. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Laboratorios de Ingeniería (411).

*Sala CAD:*

En esta sala los estudiantes tienen acceso a computadores y software de diseño, para adelantar modelos CAD o FEA, principalmente. Se encuentra ubicado en el segundo piso del Edificio de Materiales y Procesos (407).

*Laboratorio de Diseño de Máquinas y Prototipos:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se requiera fabricar, ensamblar y poner



Figura 16. Laboratorio de Diseño de Máquinas y Prototipos

a punto elementos de máquinas y equipos. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio del Instituto de Ensayos y Extensión (406).

*Laboratorio de Plantas Térmicas:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se requiera analizar combustibles o ciclos de potencia. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Laboratorios de Ingeniería (411) – 113.

*Laboratorio de Motores:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se requiera analizar combustibles o ciclos de potencia de motores de combustión interna, principalmente. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Laboratorios de Ingeniería (411) – 115.

*Laboratorio de Transferencia de Calor:*

En este laboratorio los estudiantes realizan prácticas, laboratorios o trabajos de investigación, en los que se requiera analizar fenómenos de transferencia de calor y refrigeración. Se encuentra ubicado en el primer piso del Edificio de Laboratorios de Ingeniería (411).

**CONTACTO:**

**Coordinación del Programa:**

Carrera 30 No. 45-03, Ciudad Universitaria, Edificio de Posgrado de Materiales (407), 2 piso

**Bogotá, Colombia, Sur América**

Tel: +571-3165000 ext 11201-11203

Correo electrónico: [coocurim\\_bog@unal.edu.co](mailto:coocurim_bog@unal.edu.co)

### CITAS:

- <sup>1</sup> Dirección Nacional de programas de Pregrado. Guía para consolidar el Proyecto Educativo de programa –PEP-. Universidad Nacional de Colombia. Septiembre 2012.
- <sup>2</sup> Estatuto General de la Universidad Nacional de Colombia, Consejo Superior Universitario, Acuerdo No. 011 de 2005. Estatuto Estudiantil de la Universidad Nacional de Colombia, Consejo Superior Universitario, Acuerdo No. 008 de 2008. Lineamientos básicos para el proceso de formación de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia, Consejo Superior Universitario, Acuerdo No. 033 de 2.007.
- <sup>3</sup> Luis Eduardo Benítez Hernández, Carolina Pinzón Estrada. Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica 50 años construyendo el desarrollo industrial del país (1961-2011). Unidad de Publicaciones. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. 2011. Bogotá.
- <sup>4</sup> Creación de la carrera de Ingeniería Mecánica Acta N° 23 del 22 de mayo de 1961, Consejo Académico, Universidad Nacional de Colombia-sede Bogotá.
- <sup>5</sup> Ver página WEB: <http://www.ingenieria.unal.edu.co/es/formacion/doctorados/dc-en-ingenieria-ing-mecanica-y-mecatronica>.
- <sup>6</sup> ASME Strategic Issues Committee of the Strategic Management Sector. 2028 Vision for Mechanical Engineering. 2008, ASME, Three Park Avenue, New York, NY 10016, USA.
- <sup>7</sup> VDI – Association of German Engineers. The European Engineering Report. Institut der deutschen Wirtschaft Köln, abril de 2010.
- <sup>8</sup> David Bradley, Mechatronics – More questions than answers, Mechatronics, vol. 20, 2010, pp. 827-841.
- <sup>9</sup> Masayoshi Tomizuka, Mechatronics: from the 20th to 21st century, Control Engineering Practice, vol 10, 2002, pp. 877–886.
- <sup>10</sup> Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.
- <sup>11</sup> Lineamientos básicos para el proceso de formación de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia, Consejo Superior Universitario, Acuerdo No. 033 de 2.007.
- <sup>12</sup> Un Crédito Académico corresponde a 48 horas de trabajo del estudiante, incluyendo la parte presencial y la no presencial.
- <sup>13</sup> El Acuerdo 27 de 2010 del Consejo Superior Universitario, que reglamenta el tema de doble titulación y titulación conjunta.
- <sup>14</sup> Consejo Académico. Acuerdo No. 014 de 2001. Acuerdo por el cual se crea el programa curricular de pregrado: Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Nacional de Colombia.
- <sup>15</sup> Consejo Académico. Acuerdo No. 015 de 2001. Acuerdo por el cual se autoriza la apertura del programa curricular de pregrado: Ingeniería Mecatrónica, en la Facultad de Ingeniería de la Sede de Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia.
- <sup>16</sup> Acuerdo No. 018 de 2014 del Consejo de la Facultad de ingeniería. Acuerdo por el cual se modifica el plan de estudios del programa curricular de Ingeniería Mecatrónica y se deroga la Resolución del Consejo de la Facultad de Ingeniería No. 145 del 13 de mayo de 2010.
- <sup>17</sup> Basado en la visión del Dr. Dave C. Wisler, investigador y consultor académico, vicepresidente Senior 2006-2010 de la Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME).
- <sup>18</sup> Díaz-Barriga, F. y Hernández G. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. 2. México: McGraw Hill, 2003. págs. 231-267.
- <sup>19</sup> Parra Pineda, Doris María. Manual de Estrategias de Enseñanza/Aprendizaje. Medellín: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, 2003.
- <sup>20</sup> Guerrero Ortíz, Luis y Terrones Alvarez, Dayanna. Repertorio de Estrategias Pedagógicas. Piura: PROMEB, 2003.
- <sup>21</sup> SPOPA – Sistema de Información de Prácticas o Pasantías. Página WEB: <http://www.spopa.unal.edu.co/SPOPA-web/faces/index.xhtml>
- <sup>22</sup> DIB – Dirección de Investigación de Bogotá. Página WEB: <http://www.dib.unal.edu.co/>
- <sup>23</sup> Vice-Decanatura de Investigación y Extensión. Página WEB: <http://www.ing.unal.edu.co/vcdinv/>
- <sup>24</sup> [http://www.ing.unal.edu.co/admfac/decanatura/docs/dir\\_estrategico.html](http://www.ing.unal.edu.co/admfac/decanatura/docs/dir_estrategico.html)
- <sup>25</sup> Dirección Nacional de Planeación y Estadística. Página WEB: <http://www.onp.unal.edu.co/#tabs-2>
- <sup>26</sup> AIMUN – Asociación de Ingenieros de Mecánica y Mecatrónica. Página WEB: <http://www.aimun.org.co/>
- <sup>27</sup> Programa de Egresados. Página WEB: <http://www.portalegresados.unal.edu.co/>
- <sup>28</sup> Estructura Organizativa de la Universidad Nacional de Colombia. Página WEB: [http://www.unal.edu.co/contenido/sobre\\_un/organi\\_3.jpg](http://www.unal.edu.co/contenido/sobre_un/organi_3.jpg)
- <sup>29</sup> [http://www.unal.edu.co/contenido/sobre\\_un/Organigrama\\_Nivel\\_Nacional.jpg](http://www.unal.edu.co/contenido/sobre_un/Organigrama_Nivel_Nacional.jpg)
- <sup>30</sup> <http://www.ing.unal.edu.co/site/htm/facultad/estructura.html>

<http://www.pregrado.unal.edu.co>  
Correo electrónico: [dirnalpreg\\_nal@unal.edu.co](mailto:dirnalpreg_nal@unal.edu.co)  
Telefax: (57-1) 3165119 - PBX: 3165000 Ext. 18047  
Carrera 45 N° 26 - 85, Ed. Uriel Gutiérrez, Oficina 511  
Bogotá, Colombia



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA