

Acreditación de  
**Programas**

**Curriculares**



Proceso de  
**Autoevaluación**

**Doctorado en  
Ingeniería -  
Sistemas  
Energéticos  
2014-2021**

**¡AVANCEMOS UNIDOS HACIA NUESTRA META!**

## INTRODUCCIÓN

El Área Curricular de Ingeniería Química e Ingeniería de Petróleos realiza procesos de autoevaluación con miras a incrementar la calidad de los programas y consecuentemente obtener acreditación en alta calidad. El presente informe de autoevaluación del programa de Doctorado en Ingeniería - Sistemas Energéticos está centrado en los componentes que describen las guías de acreditación emitidas por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) y aquellas definidas por la Institución; además, incluye información general actualizada del programa curricular, fortalezas, debilidades y el plan de mejoramiento.

## ¿QUÉ ES LA AUTOEVALUACIÓN?

Es un proceso permanente de verificación, diagnóstico, análisis y retroalimentación que realiza un programa, con el fin de identificar aspectos débiles y poder plantear las acciones pertinentes que permitan mejorarlos.

## ¿QUÉ ES LA ACREDITACIÓN?

Es un concepto que da el Ministerio de Educación Nacional (MEN), a través del Consejo Nacional de Acreditación (CNA), sobre la calidad de un programa o institución con base en un proceso previo de autoevaluación.



## ¿QUÉ SE EVALÚA?



### 12 FACTORES

Elementos que conectan a los fines misionales del programa curricular, dando cuenta de todo lo que debe ser evaluado.

- 1 Proyecto educativo del programa e identidad institucional
- 2 Estudiantes
- 3 Profesores
- 4 Egresados
- 5 Aspectos académicos y resultados de aprendizaje
- 6 Permanencia y graduación
- 7 Interacción con el entorno nacional e internacional
- 8 Aportes de la investigación, la innovación, el desarrollo tecnológico y la creación, asociados al programa
- 9 Bienestar de la comunidad académica del programa
- 10 Medios educativos y ambientes de aprendizaje
- 11 Organización, gestión y administración del programa
- 12 Recursos físicos y tecnológicos



### 42 CARACTERÍSTICAS

Son aspectos que describen el factor que se está evaluando y que permiten la diferenciación entre los factores.



### 152 INDICADORES

Son los instrumentos más adecuados para efectuar la medición que forma parte esencial de todo el proceso de autoevaluación.

Los tipos de aspecto a evaluar son:



## ¿CÓMO FUE EL PROCESO PARA EL PROGRAMA?

1. Conformación comité de autoevaluación: junio 2022
2. Recolección de información: mayo a julio 2022
3. Procesamiento de aspectos a evaluar: junio a agosto de 2022
4. Evaluación del programa: agosto de 2022
5. Plan de Mejoramiento: septiembre de 2022
6. Socialización: septiembre de 2022

## ¿CÓMO HA SIDO LA EVOLUCIÓN DEL PROGRAMA?



## INFORMACIÓN GENERAL DEL PROGRAMA

Aspecto	Descripción
Nombre del Programa	Doctorado en Ingeniería – Sistemas Energéticos
Nivel de formación	Posgrado
Título que otorga	Doctor (a) en Ingeniería
Acuerdo y año de creación	Acuerdo 009 de 2005 del Consejo Superior Universitario
Acuerdo y año de apertura	Acuerdo 008 de 2005 del Consejo Académico
Código SNIES	51671
Duración	8 periodos académicos
Unidad Académica a la que está adscrito el Programa	Área Curricular de Ingeniería Química e Ingeniería de Petróleos
Jornada/metodología	Diurna/Presencial
Créditos totales	135
Número de graduados	60
Número de Profesores	21
Resolución de Acreditación	Resolución 16232 de 2015 del MEN
Calificación del Programa Curricular Autoevaluación 2023	86% Cumple en Alto Grado

## RESUMEN DEL ANÁLISIS DEL PROCESO

A continuación, se presenta por factor, un resumen del análisis realizado por el Comité Asesor con el apoyo de la Vicedecanatura Académica sobre el proceso de autoevaluación.

### Factor 1

#### *Proyecto educativo del programa e identidad institucional*

El Proyecto Educativo del Programa está fundamentado en una formación de excelencia académica, aplicada a los diferentes campos de acción de los sistemas energéticos, que busca entregar a la sociedad, profesionales y ciudadanos íntegros, capaces de contribuir positiva y responsablemente al desarrollo de la industria nacional y de la sociedad colombiana, y a la aplicación y generación de conocimiento científico en concordancia con las necesidades del país y las tendencias de la disciplina.

El programa de Doctorado en Ingeniería - Sistemas Energéticos mediante sus objetivos y principios de formación, competencias y perfil de egreso se encuentra alineado y en coherencia con los fines y ejes misionales de la Institución (docencia, investigación y extensión).

La revisión constante del programa, las tendencias de la disciplina y de la profesión, los Objetivos de desarrollo sostenible -ODS, la demanda energética, la canasta energética del país, entre otros, permiten una mejora continua en pro de la formación de profesionales idóneos para la sociedad, lo cual se verá reflejado en el proyecto educativo del programa, por ser una carta de navegación para el desarrollo del proceso de formación de los estudiantes adscritos al programa.

### Factor 2

#### *Estudiantes*

Los mecanismos de evaluación, selección y admisión son procesos claros, transparentes y de mérito académico que están debidamente reglamentados y de acceso público. En el periodo de evaluación, se ha contado con 116 aspirantes y 105 admitidos (en promedio, 7 por semestre) a través de los diferentes mecanismos de admisión:

- **82%** Regular, **17%** Tránsito y **1%** Automática.
- **75%** de los admitidos se matriculan en el periodo de admisión.
- **25%** de los admitidos, cuentan con experiencia investigativa registrada en el CvLac.
- **37%** de los admitidos, ingresan con algún tipo de descuento o financiación al programa.

El Sistema de acompañamiento estudiantil, busca brindar a los estudiantes a lo largo de su proceso de formación, las condiciones necesarias para el buen desempeño académico y el éxito en la culminación de su plan de estudios. Este seguimiento y acompañamiento, se ha realizado a través de la Vicedecanatura Académica, Bienestar, la Oficina de Gestión de Asuntos Estudiantiles de la Facultad de Minas y de los docentes tutores asignados a cada uno de los estudiantes recién admitidos que posteriormente se convertirán en los directores de tesis.

En el marco del objetivo del doctorado, formar investigadores autónomos, se cuenta con el registro de 91 estudiantes vinculados a grupos de investigación. Adicionalmente y en línea con el principio de formación integral y de la autonomía de los estudiantes del programa, se ha registrado la participación de dichos estudiantes en algunas actividades como se lista a continuación:

- **54** Monitoria
- **35** Monitoria - Colombia Científica
- **26** Asistencia a Docencia
- **12** Otro
- **37** Pasantía/Cotutela
- **100** Congreso
- **52** Simposio
- **15** Encuentro
- **19** Seminarios
- **11** Talleres
- **320** Actividades de bienestar universitario

Entre las normas importantes para el paso de los estudiantes en la Universidad durante el desarrollo del programa, se encuentran:

- **Acuerdo 033 de 2007 del CSU.** Lineamientos del proceso de formación de los estudiantes a través de los programas curriculares.
- **Acuerdo 008 de 2008 del CSU.** Estatuto Estudiantil en sus Disposiciones Académicas.
- **Acuerdo 033 de 2008 y 056 de 2012 del CSU.** Reglamento sobre los trabajos finales, las tesis y el examen de calificación de los programas de posgrado de la Universidad Nacional de Colombia.
- **Acuerdo 044 de 2009 del CSU.** Estatuto Estudiantil en sus Disposiciones de Bienestar y Convivencia.
- **Acuerdo 07 de 2012 y 71 de 2020 del CFM.** Reglamentos sobre los trabajos finales, los seminarios de investigación, los proyectos de tesis, las tesis y los exámenes de calificación de los programas de posgrado de la Facultad de Minas.

## Factor 3

### Profesores

La Universidad Nacional de Colombia cuenta con estatutos vigentes, transparentes y equitativos para la selección, vinculación, desarrollo profesoral, estímulos y remuneración por méritos para los docentes que integran la planta profesoral con el fin de mejorar continuamente su desarrollo profesional y su quehacer académico e investigativo al interior del programa.

El programa cuenta con el apoyo de 21 profesores con título de doctorado los cuales pertenecen a las siguientes Unidades Académicas Básicas - UAB:

- *Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión.*
- *Departamento de Energía Eléctrica y Automática.*
- *Departamento de Materiales y Minerales.*
- *Departamento de Procesos y Energía.*

La Universidad cuenta con políticas y estrategias para facilitar e incentivar la formación y actualización académica, disciplinar y pedagógica de los profesores. Para ello, a nivel de la Sede, se cuenta con el Laboratorio de Innovación Académica y el Instituto de Educación en Ingeniería, los cuales buscan apoyar a los profesores a nivel pedagógico en términos de metodologías de enseñanza y aprendizaje y los medios para llevarlo a cabo.

Los profesores de apoyo al programa cuentan con suficiente experiencia y pertinencia lo cual se ve reflejado en la producción académica, técnica y participación en diferentes comités de evaluación, jurados y direcciones de tesis en diferentes programas de la Facultad.



Dicha pertinencia y experiencia se ve reflejada en la siguiente producción y participación:

- ┌ • **314** Participaciones en eventos científicos.
- | • **643** Artículos científicos.
- | • **58** Capítulos de libro.
- | • **8** Libros.
- | • **20** Softwares.
- | • **10** Patentes.
- | • **14** Prototipos.
- | • **4** Redes de conocimiento.
- | • **8** Consultorías.
- | • **331** Proyectos.
- | • **237** Participaciones en comités de evaluación como jurados o integrantes.
- | • **126** Participaciones como jurados evaluadores de tesis de programas de maestría y doctorado de la Facultad de Minas.
- | • **223** Direcciones de tesis de programas de maestría y doctorado de la Facultad de Minas.
- | • **60** Participaciones como directores de Proyectos de tesis de Doctorado en Ingeniería – Sistemas Energéticos.
- └ • **13** Participaciones como codirectores de Proyectos de tesis de Doctorado en Ingeniería – Sistemas Energéticos.

Adicionalmente, en el rol de directores o codirectores, el programa cuenta con el apoyo de profesores adscritos a las Facultades de Ciencias y Ciencias Agrarias en la Sede Medellín y la Facultad de Ingeniería de la Sede Manizales e Instituciones externas a la Universidad como el Pascual Bravo.

## Factor **4**

### Egresados

El programa de egresados de la Universidad y de la Facultad de Minas entre otros objetivos, busca establecer vínculos con los egresados, fomentar la participación de los egresados en el desarrollo y actualización de los programas académicos, promover la realización de estudios sobre impacto y condiciones de los egresados en el medio social y económico en el cual se desenvuelven. Por lo anterior y teniendo en cuenta la importancia de los egresados para la Universidad y el programa, periódicamente se realizan las siguientes actividades:

- ┌ • De Regreso
- | • Audioteca Egresado UNAL
- | • Historias Emprendedoras
- | • Boletín Notas del Egresado
- | • la Casa del Egresado
- | • R egresando
- | • Egresado docente por un día
- | • Egresados Tutores
- | • La Última Cátedra
- | • Ferias de empleo (Campus 3E)
- | • Vuelve a casa
- | • La UNAL en tu casa
- └ • Eventos de capacitación

Desde el primer graduado del programa de Doctorado en Ingenierías – Sistemas Energéticos en el año 2009, hasta el año 2021, el programa ha graduado 60 Doctores en Ingeniería, de los cuales, 47 corresponden al periodo de evaluación (2014-2021), en promedio, se gradúan 3 estudiantes por semestre.

Como resultado del ejercicio profesional y laboral de los egresados del programa, entre los años 2014 y 2021, se ha generado la siguiente productividad académica, técnica, distinciones y participaciones en eventos:

- **230** Artículos.
- **2** Libros.
- **10** Capítulos de libro.
- **14** Producción Técnica.
- **2** Prototipos.
- **8** Software.
- **38** Participaciones en eventos académicos.
- **4** Participaciones en redes de conocimiento.
- **2** Distinciones en el campo investigativo.
- **9** Egresados realizan estancias posdoctorales.
- **23** Egresados laboran en instituciones universitarias.
- **13** Egresados se les otorgó distinción en el trabajo de tesis (7 Laureada, 5 Meritoria y 1 Summa Cum Laude).

## Factor 5

### Aspectos académicos y resultados de aprendizaje.

El plan de estudios del programa Doctorado en Ingeniería – Sistemas Energéticos es integral y flexible, ofrece a su vez interdisciplinariedad con saberes específicos que complementan la formación de los estudiantes y busca crear un equilibrio entre los trabajos fuera del aula y dentro de la misma. El programa, combina metodologías de enseñanzas y aprendizajes coherentes con las necesidades de la disciplina y la profesión.

#### PLAN DE ESTUDIOS

Componente	Créditos Obligatorios
Asignaturas elegibles	16
Seminarios de investigación	8
Examen de calificación	6
Proyecto de tesis	18
Tesis	87
<b>TOTAL</b>	<b>135</b>

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Mercado y Planeamiento Energético.
- Energías Alternativas y Desarrollo de nuevos Procesos.
- Modelación, Optimización y Simulación de Procesos Físicoquímicos.
- Intensificación, Optimización y Escalado de Procesos Bioquímicos.
- Hidrocarburos.

**Resultados de Aprendizaje:** el egresado del Doctorado en Ingeniería – Sistemas Energéticos estará en capacidad de:

- Demostrar profundidad de conocimiento mediante la capacidad de evaluar de forma crítica los artículos, las metodologías y métodos a fin de determinar la viabilidad y aplicación de dichas metodologías y métodos relacionados al área de investigación.
- Elaborar mapa conceptual para el análisis crítico de alternativas que redunden en las soluciones energéticas del país.
- Construir matriz para la identificación y el análisis de alianzas y grupos de investigación en el contexto nacional e internacional.
- Diseñar, ejecutar y gestionar un proyecto de investigación para la creación e innovación de sistemas energéticos.
- Diseñar y gestionar un proyecto de investigación en forma interdisciplinaria para resolver problemas complejos de los sistemas energéticos.
- Elaborar y ejecutar un programa o proyecto para la solución de problemas complejos derivados de los sistemas energéticos, en forma interdisciplinaria y que satisfaga las necesidades de la sociedad.

- Desarrollar procesos investigativos en sistemas energéticos de forma interdisciplinaria, para enfrentar problemas del contexto y plantear soluciones creativas a corto y largo plazo.

**Competencias:** el egresado del Doctorado en Ingeniería – Sistemas Energéticos estará en capacidad de:

- Integrar conocimientos y formular juicios de valor con la información disponible de los sistemas energéticos.
- Dominar los fundamentos de la ingeniería de procesos teniendo en cuenta las metodologías y modelos de los sistemas energéticos.
- Formular problemas complejos de Ingeniería y de los sistemas energéticos, para la generación de nuevas ideas que faciliten la elaboración de propuestas de investigación.
- Desarrollar procesos teóricos, metodológicos, prácticos y elementos, equipos, sistemas experimentales para la generación de nuevos conocimientos.
- Generar y ejecutar proyectos de investigación interdisciplinarios mediante el trabajo conjunto y cooperativo, para resolver Problemas complejos de Ingeniería, de interés nacional e internacional, relacionado con los sistemas energéticos en grupos interdisciplinarios, con sensibilidad social y ética.

En el marco de la flexibilidad del programa, la interdisciplinariedad y el trabajo autónomo, los estudiantes del programa, matriculan las asignaturas elegibles administradas por diferentes UAB de la Universidad y de otras Universidades en el marco de las movilidades académicas. A continuación se listan las Facultades y UAB:

# Factor 6



## Permanencia y graduación

- **71%** Asignaturas elegibles administradas por Facultad de Minas (Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión, Departamento de Energía Eléctrica y Automática, Departamento de Geociencias y Medio Ambiente, Departamento de Ingeniería de la Organización, Departamento de Ingeniería Mecánica y Departamento de Materiales y Minerales).
- **17%** Asignaturas elegibles administradas por Dirección Académica de la sede Medellín.
- **7%** Asignaturas elegibles administradas por Facultad de Ciencias Agrarias (Departamento de Ciencias Forestales y Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos).
- **5%** Asignaturas elegibles administradas por Facultad de Ciencias (Escuela de Física y Escuela de Química).

De acuerdo a los resultados de percepción en cuanto a las estrategias pedagógicas implementadas por el programa, en promedio, el 96% de los egresados y el 75% de estudiantes otorgan una calificación entre buena y excelente para la correspondencia de los objetivos del programa con los objetivos del curso, enriquecen de la calidad del programa, favorecen la investigación, ayudan al aprendizaje e incluyen trabajos que favorecen el desarrollo de competencias.

Con el objetivo de contribuir al mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes, disminuir los riesgos de deserción y alta permanencia, la Universidad cuenta con los siguientes programas y estrategias:

- El seguimiento realizado por los tutores y directores de tesis.
- Acompañamiento por parte de la Vicedacaturía Académica, Bienestar y la Oficina de asuntos estudiantiles.
- Estrategias pedagógicas y recursos de apoyo de infraestructura, equipos de laboratorio, software y grupos de investigación.
- Participación en proyectos de investigación y extensión.
- Posibilidad de solicitar Cancelación de periodo académico, Reserva de cupo, Reingreso y demás solicitudes.
- Descuentos y Becas otorgados por el Área de Gestión y fomento socioeconómico y asesorías por parte del Área de Acompañamiento integral de Bienestar Universitario.
- Estímulos por el buen desempeño académico como las BEDA.
- Apoyo económico para el desarrollo de los trabajos investigativos de los estudiantes e incentivo a la producción académica.
- Los ajustes en los calendarios académicos por situaciones coyunturales.
- Ajustes realizados a los planes de estudio a nivel de prerrequisitos y correquisitos.

Entre los resultados del desempeño de los estudiantes se tiene que:

- El promedio del P.A.P.A obtenidos por los estudiantes de 4.6.
- En promedio, 9 periodos matriculados, 10 periodos para culminar el plan de estudios y 12 periodos para la obtención del grado.
- Por temas relacionados con la pandemia, para los estudiantes que ingresaron desde el periodo 2014-15, pasaron de aprobar la actividad académica Proyecto de tesis, en el 3<sup>er</sup> al 4<sup>to</sup> semestre.
- 131 estudiantes beneficiados con 392 becas o descuentos durante el periodo de evaluación.
- En promedio, 56% de los estudiantes por semestre cuenta con algún tipo de beca o descuento.



### Factor 7 Interacción con el entorno nacional e internacional

La Universidad cuenta con un vasto número de convenios para facilitar la movilidad de los estudiantes y profesores a nivel nacional e internacional, lo que permite un intercambio académico con otras comunidades o universidades internas y del exterior.

Los estudiantes y profesores del programa pueden hacer uso de los convenios firmados por la Universidad, de los cuales 126 son nacionales y 537 son internacionales. Estos convenios pueden ser utilizados para la realización conjunta de proyectos de investigación, oferta de programas curriculares en cooperación, movilidades académicas, cotutelas, pasantías de investigación e intercambio de estudiantes y profesores.

Como resultado de la inserción del programa en los contextos nacionales e internacionales, se cuenta con las siguientes participaciones:

- **34** pasantías de investigación de los estudiantes.
- **3** cotutelas
- **209** movilidades a eventos académicos de estudiantes (144 internacionales y 65 nacionales).
- **297** movilidades a eventos académicos de profesores (196 internacionales y 101 nacionales).
- **4** estudiantes visitantes al programa (1 internacional y 3 nacionales).
- **29** profesores y expertos visitantes al programa (27 internacional y 2 nacionales).
- **295** participaciones de profesores y expertos en calidad de directores, codirectores y jurados en las diferentes actividades académicas (pertenecientes a 83 instituciones internacionales y 36 instituciones nacionales).
- **12** eventos académicos organizados por la comunidad académica del programa.

En pro de articular la academia con las necesidades reales del entorno, la Facultad de Minas cuenta con el *Centro de Desarrollo e Innovación - CD+i*, el cual, a través de sus siete áreas de conocimiento y los *sistemas de gestión de oportunidades, de gestión de proyectos y la unidad de innovación y emprendimiento*, busca facilitar e integrar el trabajo de los profesores y estudiantes con el sector académico e industrial para generar desarrollo local, regional y nacional. La interacción con el entorno, ha generado la creación de 119 proyectos de extensión con una inversión de \$ 42.097.418.906 y la participación de 121 entidades externas.

Adicionalmente, la inserción del programa con el entorno, el programa participa en el proyecto de I+D+i financiado por MinCiencias, **Energética 2030**, donde trabajan conjuntamente 8 Universidades y 3 empresas del país en pro de la transformación del sector energético colombiano.

---

## Factor 8

*Aportes de la investigación, la innovación, el desarrollo tecnológico y la creación, asociados al programa*

La Universidad cuenta con políticas, estrategias, organización, recursos y capacidades para fomentar la investigación al servicio del país. Estas políticas y estrategias se materializan a través de la Vicerrectoría de Investigación en las dependencias de:

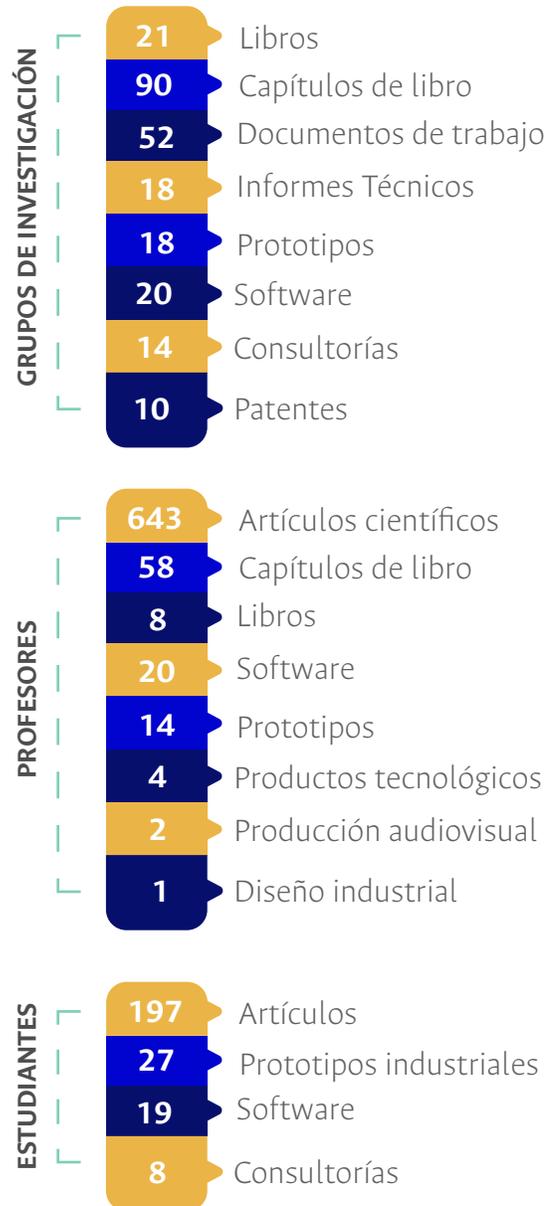
- Dirección Nacional de Investigación y Laboratorios.
- Dirección Nacional de Extensión, Innovación y Propiedad Intelectual.
- Dirección Nacional de Bibliotecas.
- Editorial Universidad Nacional de Colombia.

Una de las estrategias utilizadas por la Universidad y el programa para la formación de investigadores autónomos y la producción de nuevo conocimiento, es la participación de los estudiantes en los diferentes grupos de investigación, que para el caso del programa, 15 grupos de investigación son los que soportan las actividades investigativas de los estudiantes y profesores del programa:

Categoría	Grupo
<b>A1</b>	• Grupo de estudios en geología y geofísica
	• Bioprocesos y flujos reactivos
	• Grupo de Investigación Adquisición y Análisis de Señales PAAS - UN
	• Fenómenos de superficie Michael Polanyi
	• Termodinámica aplicada y energías alternativas - TAYEA
	• Grupo de investigación en Procesos Dinámicos - KALMAN
	• Grupo de automática de la Universidad Nacional - GAUNAL
	• Grupo de Investigación en Tecnologías Aplicadas - GITA
	• Yacimientos de hidrocarburos
	• Grupo de economía y medio ambiente
• CRS-TID Center for Research and Surveillance of Tropical and Infectious Diseases	
<b>A</b>	• Dinámica de flujo y transporte en medios porosos
<b>B</b>	• Grupo KIMERA
	• Grupo de Investigación en inteligencia computacional
<b>Reconocido</b>	• Grupo de Investigación Big data y data analytics

De acuerdo a las tendencias de la disciplina y la profesión y las necesidades del entorno, durante el periodo de evaluación, se han creado 248 proyectos de investigación con una inversión de \$ 104.294.250.150 y la participación e inyección de capital de 40 entidades del sector de educación, industrial gubernamental y gremial.

Como resultados de la generación y apropiación del conocimiento por parte de los grupos de investigación, los profesores, y los estudiantes, se tiene lo siguiente:



# Factor 9

## Bienestar de la comunidad académica del programa

El Sistema de Bienestar Universitario es un eje articulador y transversal a la docencia, la investigación y la extensión, el cual tiene definido los objetivos, lineamientos, cuerpos colegiados, áreas y programas, en un contexto de articulación y coherencia entre los niveles Nacional, Sede y Facultad.

El Sistema de Bienestar Universitario aporta al desarrollo institucional, a la formación integral, a la permanencia estudiantil y al mejoramiento de la calidad de vida de docentes, estudiantes, administrativos, egresados, pensionados y las familias de los miembros de la comunidad universitaria, mediante actividades formativas y procesos de monitoreo, evaluación y mejoramiento.

Las áreas y programas aplicables para el posgrado del sistema de bienestar universitario son:

### Cultura

- Actividad lúdico – cultural.
- Instrucción y promoción cultural.
- Promoción de la interculturalidad.
- Expresión de talentos.

### Salud

- Detección y disminución de factores de riesgo.
- Promoción de la salud y prevención de la enfermedad.
- Gestión en salud.
- Apoyo a la atención primaria y de la emergencia.

### Gestión y Fomento Socioeconómico

- Sapiencia
- ICETEX.

### Actividad física y deporte

- Cursos formativos.
- Cursos competitivos.

### Acompañamiento Integral

- Gestión de proyectos.
- Acompañamiento en la vida universitaria.
- Convivencia y cotidianidad.
- Inducción y preparación para el cambio.
- Desarrollo del potencial humano.

La participación de los estudiantes del programa en las áreas del sistema de Bienestar Universitario de sede es:

- └ • **77** Cultura.
- | • **16** Salud.
- | • **221** Actividad Física y Deporte.
- └ • **6** Acompañamiento Integral.

# Factor 10

## Medios educativos y ambientes de aprendizaje

Entre las estrategias y recursos de apoyo a los profesores para la integración de los procesos de formación, investigación y extensión, se cuenta con el **Laboratorio de Innovación Académica** como una estrategia con tres grandes propósitos: la transformación pedagógica, la creación de un ecosistema de innovación y el aprendizaje significativo y el **Instituto de Educación en Ingeniería** como un espacio de reflexión y acción sobre el aprendizaje de la ingeniería. Dichas dependencias apoyan a los profesores mediante el acompañamiento, actualización y formación en la diferentes aspectos pedagógicos y medios tecnológicos utilizados en los ambientes de aprendizaje.

Como recursos de apoyo a profesores y estudiantes, el programa cuenta con aulas TIC, laboratorios, aulas de clase dotadas con sistemas de video Beam y computadores, las bibliotecas con libros y bases de datos. A nivel tecnológico se cuenta con los siguientes recursos:

- Suite de Google
- Zoom
- Moodle
- Youtube
- Coursera
- Softwares
- Equipos e instrumentos de laboratorio
- Material bibliográfico

Adicional al material bibliográfico y bases de datos, la biblioteca dispone de espacios y desarrolla actividades y cursos de capacitación y actualización para los estudiantes, egresados y profesores como:

- Biblioteca 24 horas, Salas de innovación y Marker Space (realidad aumentada, robótica, impresión 3D).
- Presentaciones innovadoras; Competencias informacionales (Inducción a los servicios del Sinab; Estrategia de búsqueda; Búsqueda, recuperación y validación de la información; Normas de citación y gestión de referencias bibliográficas; Análisis y valoración de la información; Uso y comunicación de la información desde un entorno ético).

# Factor 11

## Organización, gestión y administración del programa

Para cumplir las funciones misionales, la Universidad cuenta con una estructura administrativa y organizacional definida que incluye mecanismos de gestión en los niveles nacional, sede y facultad con el fin de llevar a cabo de forma coordinada y sistemática los procesos académico – administrativos que permitan la gestión eficiente de los recursos financieros, físicos y humanos.

La gestión del programa en su capa más interna está liderada por el Director del Área Curricular de Ingeniería Química e Ingeniería de Petróleos, el Director del Departamento de Procesos y Energía, y el Comité Asesor de posgrado el cual, se encuentra integrado por profesores, representante estudiantil y representante de los egresados. Otras dependencias que hacen parte de la gestión del programa son:

- └ • *Oficina de Gestión de Asuntos Estudiantiles*
- | • *Secretaría de la Facultad*
- | • *Vicedecanatura Académica*
- | • *Unidad de Gestión de Áreas Curriculares*
- | • *Vicedecanatura de Investigación y Extensión*
- └ • *Oficina de Relaciones Interinstitucionales – ORI*

En cuanto a la gestión de los recursos financieros, la Universidad cuenta con una serie de normativas que regulan la apropiación, distribución, ejecución y transparencia de los recursos propios generados por la Universidad y los aportes de la Nación asignados por el Gobierno Nacional. La ejecución de los recursos se realiza a través de:

- **Unidad de Gestión General.** *El propósito garantizar el adecuado desarrollo de las funciones misionales de la Institución y su correspondiente soporte.*
- **Unidades Especiales.** *El propósito es el ejercicio de funciones no misionales asignadas por la ley a la Universidad Nacional de Colombia.*

Para alcanzar la excelencia académica, la Universidad cuenta con normativa para la evaluación integral y permanente de los programas curriculares. Estas estrategias en pro de asegurar la calidad académica de los procesos formativos, se realiza con base en la misión de la Universidad, los planes globales de desarrollo de la Universidad – PGD y los planes de acción de Sede y Facultad. Este proceso de evaluación es un proceso continuo y cíclico que incluye las etapas de Autoevaluación, Formulación de planes de mejoramiento, seguimiento a planes de mejoramiento y evaluación continua. Particularmente para el programa, este tercer proceso de autoevaluación, busca la reacreditación en alta calidad que ha sido otorgada en el año 2015 por los entes nacionales e internacionales.

En aras de facilitar a la comunidad académica el acceso a elementos de su interés como normativa, información de profesores, plan de estudios, objetivos del programa, costos, procesos de admisión, líneas y grupos de investigación, procesos académico-administrativos, procesos de acreditación o autoevaluación, entre otros, se utilizan mecanismos y medios de comunicación institucionales como redes sociales, Facebook, Instagram, Twitter, LinkedIn, YouTube, correo electrónico, periódico, radio, televisión y páginas web.

## Factor 12

### *Recursos físicos y tecnológicos*

La Universidad brinda a los estudiantes espacios físicos adecuados e idóneos para el desarrollo de las funciones misionales y realiza inversión en infraestructura de forma permanente, ya sea en adquisición o en el mantenimiento de la infraestructura existente. Los distintos programas académicos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín comparten la mayoría de los recursos, procurando el mejor aprovechamiento de los mismos, de ampliar la cobertura de los usuarios, mejorar la eficiencia en la aplicación de los recursos humanos y físicos y facilitar la administración académica.



Algunos de los recursos físicos que tienen disponible los estudiantes y profesores del programa son:

- ┌ • Aulas de clase
- | • Auditorios
- | • Centros de documentación
- | • Museos
- | • Salas de informática
- | • Salas de estudio
- | • Laboratorios
- | • Bibliotecas
- | • Aulas TIC
- | • Instalaciones deportivas
- | • Oficinas administrativas
- └ • Cafeterías

Los laboratorios que apoyan el programa en los proyectos de investigación y extensión son:

- ┌ • Laboratorio de Crudos y Derivados
- | • Laboratorio de Fenómenos de Superficie
- | • Laboratorio de Yacimientos y Fluidos de Perforación
- | • Laboratorio de Ciencias de la Energía
- | • Laboratorio de Bioprosesos y Flujos Reactivos
- | • Laboratorio Genómico One Health
- | • Laboratorio de Operaciones Unitarias
- | • Laboratorio de Termodinámica
- | • Laboratorio de Máquinas y Sistemas Térmicos
- | • Laboratorio del Alto Voltaje
- | • Laboratorio de Ciencia de los Alimentos
- └ • Laboratorio de Procesos Agrícolas

En el marco de la estrategia Campus Sostenible se vienen implementando proyectos de infraestructura en pro de la sostenibilidad y alrededor de siete líneas estratégicas:

- ┌ • Acción por la sostenibilidad
- | • Gestión integral energía y agua
- | • Gestión integral de residuos
- | • Transporte y calidad del aire
- | • Paisaje y recursos naturales
- | • Alimentación, salud y bienestar
- └ • Educación y cultura para la sostenibilidad

Para la consulta y registro de la información de los estudiantes y profesores, la Dirección Nacional de Informática y Comunicaciones – DNIC, es la dependencia encargada de planear, dirigir, ejecutar y controlar las actividades en el campo de las tecnologías de la información y las comunicaciones a través de la asesoría, el soporte y la prestación de servicios informáticos a la comunidad universitaria. Algunos de los sistemas de información disponible son:

- ┌ • Sistema de Información de la Investigación - HERMES
- | • Sistema de Información Académico - SIA
- | • Sistema de Atención de Solicitudes Estudiantiles - SIASE
- | • Evaluación Docente Integral con Fines de Mejoramiento – EDIFICANDO
- | • Sistema Integrado de Información del Talento Humano – SARA
- | • Sistema de Gestión Financiera – QUIPU
- | • Régimen legal – LEGAL
- | • Sistema de información de Bienestar Universitarios – SIBU
- └ • Sistema Nacional de Bibliotecas – SINA

## CALIFICACIÓN RESUMEN POR CARACTERÍSTICAS

#	Factor	Ponderación	Porcentaje de Cumplimiento
1	Proyecto educativo del programa e identidad institucional	7%	86%
2	Estudiantes	8%	88%
3	Profesores	10%	90%
4	Egresados	8%	75%
5	Aspectos académicos y resultados de aprendizaje	11%	73%
6	Permanencia y graduación	8%	88%
7	Interacción con el entorno nacional e internacional	8%	100%
8	Aportes de la investigación, la innovación, el desarrollo tecnológico y la creación, asociados al programa académico	10%	90%
9	Bienestar de la comunidad académica del programa	7%	86%
10	Medios educativos y ambientes de aprendizaje	8%	88%
11	Organización, gestión y administración del programa	7%	86%
12	Recursos físicos y tecnológicos	8%	88%
<b>Total Proceso de Autoevaluación</b>		<b>100%</b>	<b>86%</b>

## FORTALEZAS DEL PROGRAMA CURRICULAR

- La Universidad cuenta con un Plan Estratégico Institucional – PEI y un Plan Global de Desarrollo – PGD que orientan las estrategias y lineamientos institucionales en el largo y mediano plazo.
- El proceso de mejoramiento continuo asociado al programa ha permitido el establecimiento de las actividades y modificaciones necesarias que permitan que el doctorado se mantenga a la vanguardia de los procesos pedagógicos, académicos e investigativos requeridos por la normativa nacional y los estándares de calidad locales e internacionales.
- El peso, impacto y relevancia adquiridos por el programa a nivel institucional, empresarial y de la sociedad en general (nacional e internacional), han llevado a que éste establezca una dinámica constante de revisión y ampliación de sus líneas de investigación, buscando incidir oportunamente y de manera efectiva en los retos e innovaciones que el contexto actual plantea.
- La Universidad ha fortalecido políticas, estrategias, programas y actividades en pro de la formación integral de los estudiantes de la institución.

- Los estudiantes del programa cuentan con elementos suficientes para el desarrollo autónomo y guiado de su proceso de formación académica. Así mismo, disponen de los medios necesarios para formular solicitudes relacionadas con sus necesidades y requerimientos a nivel de formación, investigación, extensión e internacionalización ante la Facultad y la Universidad.
- La Universidad cuenta con políticas y reglamentos en lo referente al estatuto estudiantil y acuerdo adicionales que establece los lineamientos para el proceso de formación de los estudiantes a través del programa curricular.
- La Universidad cuenta con estatutos vigentes, transparentes y equitativos para la selección, vinculación, desarrollo profesoral, estímulos y remuneración por méritos para los docentes que integran la planta de la Institución, lo cual es reconocido satisfactoriamente por los docentes en las encuestas de percepción.
- La variedad de áreas del saber de los profesores tanto de apoyo directo y continuo como de apoyo variable interno y externo, le confiere una alta interdisciplinariedad al programa.
- La interacción de los profesores y los estudiantes del programa con pares académicos, científicos e incluso, con actores de la industria, a través de las actividades de evaluación de las tesis y los proyectos de tesis, se convierte en el medio para potenciar y retroalimentar los procesos de formación e investigación que se desarrollan al interior del programa. A su vez, contribuye a forjar sinergias para la transferencia y apropiación del conocimiento que se genera, y permite la visibilidad del programa, en contextos fuera de la Universidad.
- La Universidad cuenta con políticas institucionales relacionadas con los mecanismos y las estrategias para el seguimiento de los egresados, estas otorgan diversos beneficios que permiten un mayor acercamiento, brindando la posibilidad de interactuar con la Universidad en diferentes aspectos de interés mutuo.
- La universidad realiza constantemente actividades con los egresados desde el nivel nacional hasta nivel programa para fortalecer las relaciones.

- La Flexibilidad, la Interdisciplinariedad y la autonomía, permiten que los estudiantes del programa se formen como investigadores a través de algunas de las líneas de investigación declaradas por el programa y los grupos de investigación de apoyo al mismo. Adicionalmente, permite la formación académica en cualquier área del saber mediante la extensa oferta de asignaturas elegibles con las que cuenta la Universidad en cualquier Sede o Facultad, logrando así múltiples posibilidades para relacionarse con estudiantes de diferentes programas y profesores de diferentes áreas del saber.
- El programa cuenta con una estructura clara y definida para la evaluación estudiantil tradicional.
- En promedio el 56% de los estudiantes matriculados por semestre, reciben algún tipo de descuento o beca.
- Las capacidades docentes e investigativas, el desarrollo de procesos y productos tecnológicos, las estrategias de articulación y relacionamiento con el entorno, el desarrollo de los proyectos y la relevancia e impacto del Doctorado en Ingeniería – Sistemas Energéticos y la comunidad que la rodea, constituyen

espacios donde se articula el trabajo académico de las asignaturas y actividades académicas con los productos de investigación de las tesis, en conjunto con los proyectos de investigación y extensión que se están desarrollando en las áreas de conocimiento de Ingeniería Química, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Eléctrica y Automática, Ingeniería de Petróleos, Materiales, Ciencias Agrarias y Ciencias y el trabajo colaborativo en redes de la comunidad científica alrededor del mundo.

- El Centro de Desarrollo e Innovación - CD+i de la Facultad de Minas trabaja en la promoción, exploración, formulación, desarrollo y evaluación de planes, programas, proyectos y actividades de extensión e innovación orientado hacia el desarrollo local, regional y nacional mediante de la integración de las capacidades científicas y tecnológicas de los grupos de investigación de lo Facultad de Minas. Es de resaltar que el CD+i es reconocido por MinCiencias como Centro de Desarrollo Tecnológico - CDT.
- La Universidad ha llevado a cabo esfuerzos significativos permanentes que favorecen la movilidad de estudiantes a través de acuerdos, convenios y disponibilidad de los recursos necesarios que han permitido incrementar la visibilidad del programa.

- El programa cuenta con el apoyo de 15 grupos de investigación en categoría A1, A, B y Reconocido, los cuales están integrados tanto por estudiantes de pregrado como de posgrado lo cual alimenta una cadena de conocimiento fluida y eficiente. Los 11 grupos A1 corresponden al 20.4% del total de grupos de investigación categoría A1 del Departamento de Antioquia en el Área de conocimiento de la OCDE de Ingeniería y Tecnología.
- En promedio, anualmente se crean 15 proyectos de extensión y 35 proyectos de investigación liderados por los profesores que apoyan el programa y con la participación de estudiantes del programa.
- La actividad investigativa de los profesores, estudiantes y grupos de investigación de apoyo al programa es muy activa ya que se registra más de 251 productos académicos y técnicos para los grupos de investigación, 750 para los profesores y 243 para estudiantes.
- La estructura institucional del Sistema de Bienestar Universitario se enmarca en cinco áreas: Gestión y fomento socioeconómico, Acompañamiento integral, Salud, Actividad física y deporte y Cultura, las cuales responden a las diferentes dimensiones involucradas en el concepto de bienestar universitario.
- La Universidad brinda a los estudiantes y docentes, los recursos educativos y medios de aprendizaje requeridos para el desarrollo de las funciones misionales de la misma, y realiza planeación e inversión de forma permanente para garantizar el desarrollo de los procesos formativos, investigativos, de innovación y creación.
- Los recursos bibliográficos, la infraestructura tecnológica y física y el talento humano se integran e interrelacionan en el Sistema Nacional de Bibliotecas (SINAB) de la Universidad Nacional de Colombia para ofrecer la información académica y científica y los servicios bibliotecarios de calidad que requiere la comunidad universitaria.
- La Universidad Nacional de Colombia tiene claros lineamientos organizativos, en todos sus niveles (nacional, sede y facultad) lo que le permite realizar una gestión integrada de sus funciones orientadas a la docencia, investigación y extensión al servicio de la comunidad en general.
- La Universidad Nacional de Colombia cuenta con sistemas de comunicación e información que permiten una interacción efectiva y rápida entre los diferentes miembros de su comunidad. Estos sistemas se encuentran en un proceso de mejora continua, con el fin de fortalecer el manejo y administración de la información institucional.

- La Universidad brinda a los estudiantes, docentes y personal administrativo, suficientes y adecuados espacios físicos para el desarrollo de las funciones misionales. Adicionalmente, realiza inversión en infraestructura de forma permanente, en adquisición y mantenimiento de la infraestructura existente.

## ASPECTOS POR MEJORAR O MANTENER DEL PROGRAMA CURRICULAR

- Se deben mantener los esfuerzos para continuar con la difusión de la Misión y Visión de la Universidad y los objetivos del programa, fundamentalmente entre estudiantes y egresados.
- Se debe emprender acciones de mejora para incentivar la participación de los profesores en contextos de aprendizaje y actualización pedagógica y de enseñanza.
- Se identifica como una oportunidad de mejora y de visibilidad, la documentación y planteamiento de mecanismos y estrategias de seguimiento a los egresados del programa por parte del Área Curricular.
- Es importante elaborar una estrategia de registro de la información de la vinculación de los egresados a los proyectos de investigación y/o extensión que se realizan al interior del programa como parte del seguimiento a los egresados.
- En cumplimiento de los requerimientos emanados por el Ministerio de Educación Nacional y el Consejo Nacional de Acreditación, el avance parcial del proceso de armonización curricular del Doctorado ha permitido la consolidación de la revisión de las tendencias del contexto externo e interno, logro que ha permitido el establecimiento de las competencias generales y específicas y los resultados de aprendizaje a nivel del programa.
- El promedio de semestres desde la primera matrícula hasta la culminación del plan de estudios es de 10 semestres y hasta la obtención del grado es hasta 12 semestres.
- En el proceso de levantamiento, construcción y actualización de los indicadores soporte del proceso de autoevaluación, se encontró una oportunidad de mejoramiento en el registro, recolección y consolidación de la información, específicamente en lo relacionado con el acceso a los datos en los diferentes sistemas de información, interoperabilidad de los mismos y calidad del dato.

- Es necesario implementar métodos que permitan la recolección de información acerca de la utilización por parte de docentes y estudiantes de los espacios físicos (aulas, laboratorios, talleres, salas de estudio) con los que se cuentan, con el fin de utilizarlos como soporte para la toma de decisiones.
- Si bien los procesos de evaluación continua relacionados con el programa se llevan a cabo, estos no se enmarcan dentro de los tiempos establecidos por la Institución, debido a la falta de recurso humano que pueda enfocarse sólo en apoyar dicho proceso.
- Se debe pensar en una estrategia de “aliados estratégicos” para el fortalecimiento de la infraestructura y búsqueda de recursos para los espacios de docencia e investigación (laboratorios).
- Consolidar el Proyecto Educativo del Programa para el Doctorado en Ingeniería - Sistemas Energéticos.
- Generar y documentar las actividades y estrategias para el acercamiento y seguimiento a los egresados del programa.
- Promover las estrategias de participación docente en actividades relacionadas con aspectos pedagógicos y de la enseñanza para la evaluación de las asignaturas acorde con los resultados de aprendizaje.
- Implementar un modelo evaluativo que permita medir los resultados de aprendizaje y los niveles de dominio que alcanzan los estudiantes en las asignaturas y actividades académicas.
- Generar una estrategia para la definición de los resultados de aprendizaje - RA de las asignaturas y las actividades académicas.
- Consolidar los RA del programa Doctorado en Ingeniería - Sistemas Energéticos.

## PLAN DE MEJORAMIENTO DEL PROGRAMA

El plan de mejoramiento del programa tiene una vigencia de 4 años desde el año 2023 hasta el año 2027 y se concentra en los siguientes objetivos:

- Consolidar las competencias previstas del programa Doctorado en Ingeniería - Sistemas Energéticos.
- Elaborar la estrategia de articulación entre las competencias, los RA y las actividades académicas contempladas en el programa.
- Documentar los ajustes realizados al programa a partir de la definición de las competencias, los RA y la articulación entre estos con el perfil de egreso, los aspectos pedagógicos y sistema de evaluación.
- Articular de las líneas de investigación del programa con los grupos de investigación, sus líneas y las tesis de los estudiantes.
- Incentivar la gestión de oportunidades para la adecuación y dotación de la infraestructura de los espacios que apoyan el desarrollo de las actividades de formación, investigación y proyección social del programa.
- Fortalecer la cultura de la calidad académica y los procesos de seguimiento y evaluación periódica del programa.

