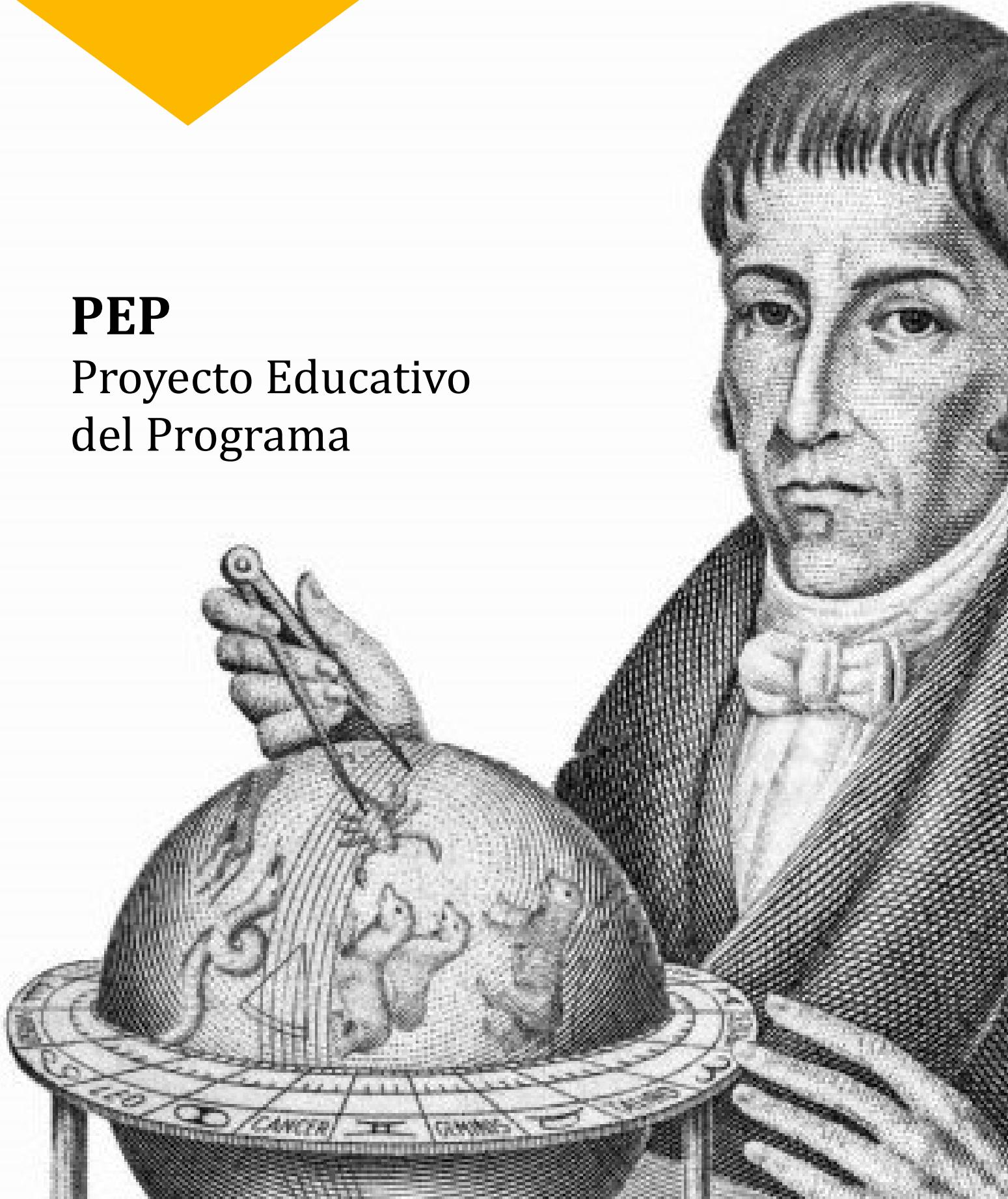


**PEP**  
Proyecto Educativo  
del Programa



# PROYECTO EDUCATIVO DE PROGRAMA

## DOCTORADO EN INGENIERÍA

### Universidad Distrital Francisco José de Caldas

*“El científico no es aquella persona que da las respuestas correctas, sino aquél quien hace las preguntas correctas” (Claude Lévi-Strauss)*

#### Introducción

El Doctorado en Ingeniería constituye el más alto nivel de formación académica e investigativa que ofrece la Facultad de Ingeniería, y se constituye como un programa orientado a la producción de conocimiento científico y tecnológico de vanguardia, en concordancia con las demandas y desafíos contemporáneos de la sociedad. Este Proyecto Educativo del Programa (PEP) nace de la necesidad de formar investigadores y profesionales capaces de liderar procesos de innovación, desarrollo tecnológico y transferencia de conocimiento en un contexto global cada vez más interconectado y competitivo.

A lo largo de este documento se presenta una visión integral del Doctorado en Ingeniería, estructurado bajo los principios de excelencia académica, pertinencia social y flexibilidad curricular. Cada uno de estos aspectos ha sido diseñado para garantizar que el programa forme expertos con una sólida base científica, ética y técnica, quienes contribuyan significativamente al avance de las ciencias de la ingeniería, tanto en el ámbito local como internacional.

La estructura del PEP refleja el compromiso con la formación avanzada, incluyendo los ejes fundamentales del conocimiento que guían el desarrollo del programa: la *Ciencia de la Información y el Conocimiento*, y la *Ingeniería Eléctrica y Electrónica*. Estos campos se consolidan como elementos fundamentales del progreso tecnológico, respondiendo a las exigencias actuales de sectores industriales, académicos y de investigación, y alineándose con las políticas nacionales de desarrollo científico y tecnológico.

Este documento, además, destaca la importancia de la cooperación entre la academia, el sector productivo y las instituciones gubernamentales, elementos esenciales para promover una sinergia efectiva en la creación de soluciones innovadoras a problemas complejos. La implementación de este enfoque interdisciplinario asegura que los egresados estén preparados para enfrentar con éxito los retos que plantea la transformación digital, la transición energética y el crecimiento sostenible.

El PEP del Doctorado en Ingeniería establece las bases para una formación rigurosa y crítica, además ofrece un espacio de reflexión sobre el papel transformador de la ciencia y la tecnología en la sociedad actual. Y de esta manera construir una invitación a cada miembro de la comunidad académica a asumir un compromiso activo con la búsqueda de la excelencia, la creación de conocimiento y la generación de impacto positivo en el entorno, para que a través de este Proyecto Curricular se formen a los líderes que marcarán la diferencia en el futuro de la ingeniería.

	NOMBRE	CARGO
Elaboró	Angélica Mercedes Nivia Vargas	CPS Doctorado en Ingeniería
Aprobó	Elvis Eduardo Gáona García	Coordinador Doctorado en Ingeniería

**Contenido**

Introducción .....	2
1. Identidad del Proyecto Curricular.....	5
1.1. Información General .....	5
1.2. Antecedentes históricos del proyecto curricular.....	6
1.3. Misión y Visión del Proyecto Curricular.....	8
1.3.1. Misión.....	8
1.3.2. Visión .....	8
2. Pertinencia del Proyecto Curricular.....	8
3. Aspectos Curriculares.....	10
3.1. Ejes de formación .....	10
3.1.1. Ciencia de Datos.....	11
3.1.2. Ingeniería de Software .....	11
3.2. Propósitos de Formación y de Aprendizaje (PFA) .....	11
3.3. Perfil de Egreso del Proyecto Curricular.....	13
3.4. Competencias del Proyecto Curricular .....	14
3.5. Objetivos de Formación del programa.....	15
3.6. Plan de Estudios – Estructura Curricular.....	16
4. Orientaciones pedagógicas y didácticas .....	18
4.1. Enfoque Pedagógico.....	18
4.2. Enfoque Didáctico.....	20
5. Relación con el sector externo .....	22
5.1. Movilidad Académica .....	22
5.1.1. Movilidad Estudiantil.....	22
5.1.2. Movilidad Docente.....	23
5.1.3. Estrategias de Internacionalización.....	23
5.2. Prácticas y Pasantías .....	24
5.3. Investigación.....	25
5.4. Nuestros Egresados.....	27
6. Apoyo a la gestión del currículo.....	29
6.1. Estructura administrativa del Proyecto Curricular.....	29
6.2. Recursos Humanos.....	31
6.3. Recursos Físicos y Tecnológicos de Apoyo a la Docencia .....	32

## **Figuras**

Figura 1. Ejes de formación del Doctorado en Ingeniería .....	11
Figura 2. Perfil de egreso del Doctorado en Ingeniería.....	14
Figura 3. Clasificación grupos de investigación .....	26
Figura 4. Clasificación artículos científicos.....	26
Figura 5. Ubicación Laboral de los Egresados.....	28
Figura 6. Producción egresados (2017-2024) .....	29
Figura 7. Organigrama del Doctorado en Ingeniería .....	31
Figura 8. Docentes vinculados por año .....	32
Figura 9. Salas Colaboratorios .....	33
Figura 10. Laboratorios LAMDA, Microrredes, Realidad Aumentada .....	33
Figura 11. Sala de Investigadores .....	34
Figura 12. CECAD.....	34
Figura 13. Sala Access Grid - Sala de videoconferencia .....	35

## **Tablas**

Tabla 1. Identificación del Proyecto Curricular .....	6
Tabla 2. Propósitos de Formación y el Aprendizaje (PFA) Doctorado en Ingeniería...12	12
Tabla 3. Competencias por eje de formación del Doctorado en Ingeniería.....14	14
Tabla 4. Objetivos de Formación del Doctorado en Ingeniería.....16	16
Tabla 5. Malla curricular .....	17
Tabla 6. Plan de estudios.....	18

## 1. Identidad del Proyecto Curricular

El Doctorado en Ingeniería se define por su énfasis en la investigación aplicada, orientada a resolver problemas específicos de relevancia tanto regional como nacional. Entre los principales campos de acción se encuentran ciencia de datos, ingeniería de software, energía y potencia, procesamiento de señales y control. A través de este enfoque, se busca que los egresados sean capaces de liderar proyectos que generen un impacto tangible en la industria, el medio ambiente y el desarrollo socioeconómico del país.

Además, el programa se caracteriza por su marcado enfoque interdisciplinario. Se promueve la integración de conocimientos provenientes de diversas ramas de la ingeniería, lo que permite a los doctorandos abordar problemas complejos desde una perspectiva holística y efectiva. Esta capacidad para integrar diferentes áreas del conocimiento es esencial para formar profesionales e investigadores capaces de liderar proyectos de gran envergadura en sectores estratégicos como la energía, el medio ambiente y la infraestructura.

El Doctorado en Ingeniería promueve la colaboración con el sector industrial. A través de alianzas con industrias locales y nacionales, se fortalece la pertinencia del programa y se facilita la transferencia de conocimientos hacia sectores productivos clave. Estas colaboraciones no solo permiten a los doctorandos involucrarse en proyectos reales, sino que también contribuyen al desarrollo socioeconómico de la región, potenciando el impacto de sus investigaciones en el ámbito productivo.

Por otro lado, se hace hincapié en el desarrollo de competencias prácticas y de liderazgo. Los egresados no solo adquieren un sólido conocimiento teórico y de investigación, sino que también desarrollan habilidades blandas esenciales, como la gestión de equipos, el liderazgo y la toma de decisiones. Estas capacidades les permiten enfrentar los desafíos del entorno laboral actual y asumir roles de liderazgo en la industria y la academia, respondiendo de manera a las necesidades del entorno local, nacional e internacional. A nivel local, el programa se enfoca en la solución de problemas concretos como la optimización de infraestructuras y la mejora de procesos industriales y agrícolas. En el contexto nacional, el programa se alinea con las políticas públicas y los planes de desarrollo, contribuyendo a la formación de investigadores capaces de liderar proyectos estratégicos para el país. A nivel internacional, el doctorado aspira a posicionarse como un referente en la formación de profesionales que puedan abordar desafíos globales, enmarcados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la transformación digital.

### 1.1. Información General

El Doctorado en Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas es un proyecto curricular que se enmarca en la misión institucional de formar investigadores de excelencia, capaces de contribuir significativamente al avance del conocimiento y la innovación en los campos de la ingeniería. A continuación, se presenta un resumen detallado del estado actual del programa, incluyendo aspectos fundamentales como su ubicación, estructura académica, normatividad vigente, y demás características institucionales que lo definen.

Tabla 1. Identificación del Proyecto Curricular

<b>Institución</b>	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
<b>Institución Acreditada</b>	<a href="#">Resolución No.023653 del 10 de diciembre de 2021</a>
<b>Nombre del proyecto Curricular</b>	Doctorado en Ingeniería
<b>Título que otorga</b>	Doctor(a) en Ingeniería
<b>Ubicación del programa</b>	Bogotá D.C.
<b>Proyecto Curricular acreditado</b>	NO
<b>Nivel del Proyecto Curricular</b>	Doctorado
<b>Norma Interna de Creación</b>	<a href="#">Acuerdo 02 del 02 de octubre de 2008</a>
<b>Número de la norma</b>	02
<b>Fecha de la norma</b>	02 de octubre de 2008
<b>Instancia que expide la norma</b>	Consejo Superior Universitario
<b>Modalidad</b>	Presencial
<b>Porcentaje de inclusión Tecnológica</b>	0%
<b>Ciclos propedéuticos</b>	NA
<b>Campo Amplio</b>	Ingeniería, Industria y Construcción
<b>Campo Específico</b>	Ingeniería y profesiones afines
<b>Campo detallado</b>	Ingeniería y profesiones afines no clasificadas en otra parte
<b>Duración estimada del programa</b>	3 años
<b>Periodicidad de la admisión</b>	Anual
<b>Dirección</b>	Cra 7 # 40B- 53 – Semisótano administrativo
<b>Teléfono</b>	(+57) 601 3239300 Ext: 1419 – 1402
<b>Apartado aéreo</b>	110231
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:doctoradoing@udistrital.edu.co">doctoradoing@udistrital.edu.co</a>
<b>Fecha de inicio del programa</b>	Segundo semestre de 2012
<b>Número de créditos académicos</b>	90
<b>Número de estudiantes en el 1er. Periodo</b>	13
<b>Valor de la matrícula al iniciar</b>	0,55 SMLV/crédito
<b>El programa está adscrito a</b>	Facultad de Ingeniería

Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

## 1.2. Antecedentes históricos del proyecto curricular

El origen del Doctorado en Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas se remonta al año 2006, cuando los doctores José Nelson Pérez y Víctor Hugo Medina, en el marco de uno de los convenios más antiguos de la Facultad de Ingeniería con la Universidad de Oviedo, comenzaron a gestar la idea de crear un programa doctoral. Esta iniciativa surgió tras la inscripción de doce profesores de la Facultad en la Universidad Pontificia de Salamanca para realizar sus estudios doctorales, lo que evidenció la necesidad de un doctorado propio en la Universidad Distrital. Un actor clave en este proceso fue el Doctor Luis Joyanes Aguilar, quien facilitó que la Universidad Pontificia de Salamanca aprobara la modalidad de media beca para los docentes, lo que impulsó su formación doctoral.

Para 2006, la Facultad contaba con solo cuatro doctores, pero se emprendió la formación de otros doce profesores en las Universidades de Salamanca, Oviedo y Florida Atlantic (FAU), alcanzando un total de 18 profesores en proceso de formación. Esta preparación fue esencial para materializar el Doctorado en Ingeniería. El entonces Decano de la Facultad de Ingeniería, Rafael Antonio Peña, apoyó la iniciativa, conformando un equipo que mantuvo reuniones permanentes con miembros del Consejo Superior Universitario (CSU) para discutir la viabilidad del proyecto, tomando en cuenta la inversión necesaria para su implementación. Estas reuniones condujeron a la redacción del documento de creación del doctorado.

En 2007, el CSU delegó al doctor José Nelson Pérez Castillo como Representante Suplente de los Profesores (2007-2010), mientras que el profesor Víctor Hugo Medina García continuó con la estructuración del documento para la obtención del Registro Calificado del Doctorado en Ingeniería. En 2008, el doctor Víctor Hugo Medina como Coordinador del Doctorado, consolidando y estructuró el proyecto, con apoyo del Consejo Curricular del Doctorado integrado por los doctores Germán Andrés Méndez Giraldo y Jairo Humberto Torres Acosta, con el Doctor José Nelson Pérez Castillo como invitado permanente.

Durante las reuniones del Consejo Curricular, se discutió la estructura académica y curricular del Doctorado, siguiendo los lineamientos establecidos por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA). A su vez, se realizaron reuniones ampliadas con otros docentes doctores, con el fin de definir las directrices académicas del programa. No obstante, la implementación del Doctorado enfrentó dificultades relacionadas con el desarrollo de la infraestructura tecnológica necesaria para sostener el proceso investigativo. En respuesta a este reto, el doctor José Nelson Pérez Castillo gestionó la creación del Centro de Computación de Alto Desempeño (CECAD) y la sala Access Grid, que permitieron la enseñanza a distancia y el trabajo colaborativo con otros doctores nacionales e internacionales.

El esfuerzo culminó con la emisión del Acuerdo No. 02 del 2 de octubre de 2008 por parte del CSU, que formalizó la creación del Proyecto Curricular del Doctorado en Ingeniería, con énfasis en Ciencia de la Información y el Conocimiento. Posteriormente, el programa fue evaluado por pares académicos del Ministerio de Educación, contando con el apoyo de doctores internacionales de la Universidad de Salamanca y la Universidad Internacional del Sur de la Florida. Finalmente, el 7 de mayo de 2012, el Ministerio de Educación aprobó el Doctorado en Ingeniería, y en el segundo semestre de ese año comenzaron las actividades académicas, con trece estudiantes seleccionados tras una convocatoria que recibió alrededor de veinte aspirantes.

En 2013, el doctor César Leonardo Trujillo Rodríguez asumió la coordinación del Doctorado, quien, junto con otros doctores del programa, gestionaron la creación del énfasis en "Ingeniería Eléctrica y Electrónica". Tres estudiantes fueron admitidos en este nuevo énfasis, y tomaron créditos académicos con las maestrías de la Facultad, las cuales sirvieron como base para el Doctorado. Entre enero de 2014 y agosto de 2015, el doctor Roberto Ferro Escobar fue nombrado Coordinador del Proyecto Curricular, continuando con el fortalecimiento del programa. En el año 2016 al 2018 bajo la dirección del doctor Giovanny Tarazona Bermúdez se realizó la renovación del registro calificado otorgada mediante [resolución 5905 de 2019](#) y el reglamento académico y administrativo que rige actualmente ([Acuerdo 04 de 2018](#)), del 2019 al 2021 bajo la dirección del doctor Francisco Santamaría Piedrahita se hicieron actualizaciones al reglamento ([Acuerdo 01 de 2022](#)) y se aprobó la reglamentación para las estancias posdoctorales ([Acuerdo 03 de 2020](#)). Actualmente, el Doctorado en Ingeniería cuenta con dos énfasis: Ciencias de la Información y el Conocimiento, e Ingeniería Eléctrica y Electrónica, por medio de los Claustros Doctorales realizados [2022](#), [2023](#) y [2024](#), se han realizado ejercicios de actualización curricular identificando los ejes de formación e incorporando los resultados de aprendizaje al currículo, logrando la modificación al plan de estudios mediante [resolución 041 de 2024](#), del Consejo Académico. Así mismo en las últimas vigencias se fortaleció la infraestructura tecnológica para la investigación en los laboratorios especializados.

### **1.3. Misión y Visión del Proyecto Curricular**

#### **1.3.1. Misión**

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas es un espacio social y una organización institucional, ente autónomo del orden distrital, que tiene entre sus finalidades la formación de profesionales especializados y de ciudadanos activos; la producción y reproducción del conocimiento científico, además de la innovación tecnológica y la creación artística. Impulsa el diálogo de saberes y promueve una pedagogía, capaz de animar la reflexión y la curiosidad de los doctorandos; además, fomenta un espíritu crítico en la búsqueda de verdades abiertas; en la promoción de la ciencia y la creación; asimismo, de la ciudadanía y la democracia; y alienta la deliberación, fundada en la argumentación y en el diálogo razonado

#### **1.3.2. Visión**

Para el 2030 la Universidad Distrital Francisco José de Caldas será reconocida, nacional e internacionalmente, como una institución de alta calidad en la formación de ciudadanos responsables y profesionales del mejor nivel, en la producción de conocimiento científico, artístico y de innovación tecnológica; propósitos que desplegará en los campos de la docencia, la investigación y la extensión.

## **2. Pertinencia del Proyecto Curricular**

El Doctorado en Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas surge en respuesta a la necesidad de formar investigadores altamente calificados que puedan enfrentar los desafíos tecnológicos, industriales y ambientales del siglo XXI. En un país como Colombia, en proceso de consolidación de su infraestructura y desarrollo sostenible, la ingeniería desempeña un papel central en el crecimiento económico, social y ambiental. Este proyecto curricular busca cerrar la brecha existente en la formación avanzada en ingeniería, dotando al país de profesionales con la capacidad de generar innovación tecnológica y soluciones efectivas a problemas locales y globales.

La importancia de este doctorado radica en su enfoque en la investigación aplicada, un área crítica para el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos que respondan a las necesidades del contexto colombiano, tales como la gestión de recursos naturales, la energía renovable, y la sostenibilidad. Al mismo tiempo, se alinea con las tendencias globales de investigación, donde la ingeniería y la tecnología son motores de cambio para un mundo en constante transformación.

El proyecto curricular del Doctorado en Ingeniería se enmarca en un contexto académico y social ampliado, en el cual las políticas públicas de ciencia y tecnología de Colombia subrayan la importancia de la investigación y el desarrollo (I+D) como herramientas clave para la competitividad y la modernización del país. En un mundo globalizado, donde la innovación tecnológica está en el centro de las economías avanzadas, la necesidad de formar ingenieros con competencias avanzadas en investigación es más urgente que nunca.

A nivel internacional, las tendencias en educación superior y en la práctica ingenieril destacan la interdisciplinariedad, la colaboración transnacional, y la aplicación de las nuevas

tecnologías como factores esenciales para la solución de problemas complejos. El Doctorado en Ingeniería responde a estas exigencias, integrando un enfoque interdisciplinario que permite a los doctorandos abordar los problemas desde múltiples perspectivas, y promoviendo la colaboración interinstitucional e internacional.

Se destaca la relación con factores considerados como relevantes:

- *Necesidades del País:* El programa se articula con las políticas de desarrollo económico y social de Colombia, tales como el fortalecimiento de la infraestructura, la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental. Estos aspectos son críticos para garantizar el crecimiento económico del país y su competitividad en un mercado global cada vez más exigente. La formación de investigadores en ingeniería que puedan liderar proyectos en estas áreas es fundamental para atender las necesidades nacionales en sectores estratégicos como la industria, la agricultura, y la tecnología.

- *Tendencias Internacionales:* En un contexto global, las demandas de la ingeniería moderna exigen la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios y colaborar a nivel internacional. El Doctorado en Ingeniería de la Universidad Distrital promueve estas competencias, preparando a sus egresados para un entorno laboral que requiere no solo conocimientos técnicos avanzados, sino también habilidades en liderazgo, gestión de proyectos, y comunicación efectiva en contextos multiculturales.

- *Demandas del Mercado Laboral:* El mercado laboral actual exige ingenieros con un perfil altamente especializado, pero que también dominen competencias transversales como la gestión de equipos, el liderazgo, y la adaptación a entornos cambiantes. El Doctorado en Ingeniería desarrolla estas competencias, asegurando que sus egresados sean capaces de adaptarse a las nuevas demandas de la industria y liderar proyectos innovadores que impacten tanto a nivel local como internacional.

- *Necesidades de la Comunidad:* El Doctorado no solo responde a las necesidades del sector productivo, sino también a las de la comunidad, formando investigadores que puedan diseñar y desarrollar soluciones a problemas locales, como la optimización del uso de recursos naturales, la mejora de la infraestructura local, y el impulso de proyectos de sostenibilidad. Esta conexión entre academia y sociedad asegura que los conocimientos generados tengan un impacto directo en el bienestar de las comunidades.

- *Lineamientos Educativos y Avances Tecnológicos:* El Doctorado está alineado con los lineamientos del Proyecto Universitario Institucional (PUI) y el Plan Estratégico de Desarrollo (PED) de la Universidad Distrital, los cuales promueven la innovación educativa, la interdisciplinariedad, y la formación de ciudadanos comprometidos con el desarrollo social. A su vez, el uso de nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza permite que los doctorandos se mantengan al día con las tendencias y avances en su campo, preparándolos para liderar la transformación digital en sus respectivas áreas.

Por su parte, estos aspectos se pueden ver materializados a través de la estructura curricular a través de:

*1. Para los Estudiantes:* El currículo del Doctorado en Ingeniería ofrece a los doctorandos una formación integral que combina la teoría con la práctica, fomentando el desarrollo de competencias técnicas avanzadas, así como habilidades en liderazgo y gestión de proyectos. La investigación aplicada que caracteriza al programa permite que los doctorandos adquieran conocimientos y contribuyan activamente al desarrollo de soluciones que impacten de manera positiva a la sociedad.

*2. Para la Institución Educativa:* La Universidad Distrital se beneficia del prestigio que conlleva la formación de doctores en ingeniería, consolidando su rol como líder en la generación de conocimiento y fortaleciendo su capacidad de atraer tanto a doctorandos como a colaboradores internacionales. Además, el Doctorado facilita la construcción de redes de colaboración con la industria y con otras instituciones académicas, potenciando el impacto de la Universidad a nivel regional e internacional.

*3. Para la Sociedad en General:* El Doctorado en Ingeniería genera un impacto positivo en la sociedad al formar profesionales que pueden liderar proyectos innovadores y sostenibles. Los egresados del programa están capacitados para abordar problemas críticos en áreas como la sostenibilidad ambiental, la gestión de recursos energéticos, y la modernización industrial, contribuyendo al desarrollo social y económico del país.

El Doctorado en Ingeniería de la Universidad Distrital se distingue de otros programas nacionales e internacionales por su enfoque en la investigación aplicada, su carácter interdisciplinario, y su fuerte vinculación con el sector productivo. Mientras que la gran mayoría de los programas se concentran en la formación teórica, este doctorado se enfoca en el desarrollo de competencias prácticas que permiten a los egresados liderar proyectos que aborden las necesidades reales del mercado y la sociedad.

La estructura curricular del Doctorado está diseñada para contribuir al desarrollo de las competencias fundamentales establecidas por el Proyecto Universitario Institucional (PUI) y el Plan Estratégico de Desarrollo (PED). El enfoque en la formación integral de investigadores con un alto sentido ético y de responsabilidad social se refleja en la capacidad de los egresados para contribuir al desarrollo del país, tanto en el ámbito académico como en el sector productivo.

### **3. Aspectos Curriculares**

#### **3.1. Ejes de formación**

El Doctorado en Ingeniería se articula en torno a dos énfasis clave: Ciencia de la Información y el Conocimiento e Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Cada uno de estos énfasis se apoya en ejes de formación estratégicos, diseñados para fortalecer áreas clave de investigación y aplicación tecnológica. Los ejes de formación definen el perfil de competencias que los doctorandos desarrollarán a lo largo del programa.

- Énfasis en Ciencia de la Información y el Conocimiento**

Los ejes de formación en este énfasis se enfocan en abordar los desafíos asociados a la gestión y análisis de grandes volúmenes de datos, así como en el desarrollo de sistemas de

software robustos y escalables. Estos ejes permiten al estudiante integrar conocimientos teóricos y prácticos, alineados con la innovación tecnológica y las necesidades emergentes de la industria.

### 3.1.1. Ciencia de Datos

Eje que se centra en el estudio de técnicas y métodos avanzados para la recolección, procesamiento, análisis y visualización de datos masivos. La capacidad para extraer valor de los datos se ha convertido en una habilidad esencial para la resolución de problemas complejos en diversas áreas como la salud, finanzas, educación, y manufactura.

### 3.1.2. Ingeniería de Software

Este eje aborda el diseño, desarrollo y mantenimiento de sistemas de software complejos y de gran escala. El enfoque está en la creación de software que sea eficiente, seguro y adaptable a las necesidades cambiantes de las organizaciones y de la industria.

- **Énfasis en Ingeniería Eléctrica y Electrónica**

Los ejes de este énfasis permiten a los doctorandos desarrollar competencias avanzadas en el diseño y análisis de sistemas eléctricos, electrónicos y de control, con una orientación hacia la energía, la automatización y el procesamiento de señales.

**2.1. Energía y Potencia** Este eje abarca el estudio de sistemas eléctricos de potencia y las tecnologías relacionadas con la generación, distribución y consumo de energía. Se hace énfasis en las energías renovables, la eficiencia energética y la integración de tecnologías de almacenamiento y conversión de energía.

**2.2. Procesamiento de Señales y Control** Este eje cubre el análisis y diseño de sistemas de procesamiento de señales y control automatizado, fundamentales en aplicaciones como las telecomunicaciones, la robótica, la automatización industrial, y la electrónica de consumo.

Figura 1. Ejes de formación del Doctorado en Ingeniería



Fuente: Doctorado en Ingeniería, 2024

## 3.2. Propósitos de Formación y de Aprendizaje (PFA)

Los propósitos de formación y aprendizaje (PFA) en el Doctorado en Ingeniería están orientados a desarrollar competencias avanzadas en los doctorandos, alineadas con los ejes de

formación definidos para cada uno de los énfasis del programa: Ciencia de la Información y el Conocimiento e Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Cada eje busca no solo la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos, sino también su aplicación en la resolución de problemas complejos y en la generación de nuevo conocimiento que contribuya al avance científico y tecnológico.

En este contexto, los propósitos de formación y aprendizaje se dividen en resultados específicos para cada eje, que establecen metas de desarrollo en términos de capacidades cognitivas, técnicas y metodológicas. Estos propósitos buscan que los doctorandos adquieran las herramientas necesarias para enfrentar los retos que presentan los campos de la Ciencia de Datos, la Ingeniería de Software, la Energía y Potencia, y el Procesamiento de Señales y Control.

Además, los PFA incluyen dos ejes transversales, como lo son: el Pensamiento Matemático y Computacional y el Pensamiento Científico, que son fundamentales para la formación integral de los doctorandos. Estos ejes transversales permiten que los doctorandos aborden de manera crítica y metódica los problemas científicos, tecnológicos y de ingeniería, contribuyendo al desarrollo de soluciones innovadoras y de alto impacto en sus respectivos campos.

En la Tabla 2, se presentan los propósitos específicos organizados por cada eje de formación:

**Tabla 2. Propósitos de Formación y el Aprendizaje (PFA) Doctorado en Ingeniería**

Eje de formación	Propósitos de formación y aprendizaje (PFA)
<b>Énfasis Ciencia de la Información y el Conocimiento</b>	
<b>Ciencia de datos</b>	<p>R1.1: Detecta problemas solucionables y es capaz de plasmarlos escrita y verbalmente de tal forma que la hipótesis de la solución sea desarollable en un tiempo definido.</p> <p>R1.2: Formula hipótesis viables a la solución de problemas dependiendo la existencia de fuentes de datos.</p> <p>R2.1: Aplica el conocimiento para poder transformar datos brutos de diversas fuentes en información útil.</p> <p>R2.2: Construye soluciones viables a problemas acotados al uso de información útil.</p> <p>R3.1: Diseña, construye y valida modelos de representación de datos enfocados a la solución de problemas reales.</p> <p>R3.2: Construye mecanismos a partir de información que soportan la toma de decisiones para proponer soluciones a problemas.</p> <p>R4.1: Aplica procesos formarles para generar conocimiento a partir de diversas fuentes de datos que soportan la toma de decisiones.</p>
<b>Ingeniería de software</b>	<p>R1. Propone modelos y métodos de ingeniería de software aplicando conocimiento científico y tecnológico para mejorar los resultados de las fases que conforman el ciclo de desarrollo de software</p> <p>R2. Formula modelos de estimación de proyectos basados en software integrando conocimiento formal y mejores prácticas, que puedan ser aplicados en diferentes tipos de proyectos.</p>
<b>Énfasis Ingeniería Eléctrica y Electrónica</b>	
<b>Energía y potencia</b>	<p>R1.1. Desarrolla estrategias de gestión de energía en microrredes eléctricas empleando herramientas y metodologías avanzadas de diseño, modelamiento y control aplicadas a recursos energéticos distribuidos.</p> <p>R1.2. Considera la dinámica propia de las fuentes renovables de energía para su integración en sistemas eléctricos de potencia.</p> <p>R1.3. Identifica las características y requerimientos de los sistemas de almacenamientos de energía y sus aplicaciones en sistemas energéticos.</p> <p>R2.1. Realiza un diagnóstico de las características de consumo energético de sistemas eléctricos desde una perspectiva integral, identificando procesos críticos, utilizando sistemas avanzados de monitoreo.</p> <p>R2.2. Implementa tecnologías avanzadas de gestión para mejorar la eficiencia y la confiabilidad de los sistemas energéticos.</p>

Eje de formación	Propósitos de formación y aprendizaje (PFA)
	<p>R.4.1. Modela sistemas eléctricos de potencia empleando formulaciones matemáticas avanzadas que caractericen su comportamiento operativo.</p> <p>R.4.2. Propone metodologías de optimización y control para mejorar el comportamiento dinámico de las redes eléctricas considerando su naturaleza operativa.</p> <p>R.4.3. Evalúa posibles alternativas de solución para el mejoramiento continuo de los sistemas eléctricos de potencia, con el fin de determinar soluciones óptimas desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.</p>
<b>Procesamiento de señales y control</b>	<p>R1. Desarrolla investigaciones que generen nuevo conocimiento en las teorías de señales, control y telecomunicaciones, contribuyendo al avance científico y proponiendo modelos teóricos innovadores en estas áreas.</p> <p>R2. Diseña algoritmos para el procesamiento de señales, implementándolos eficazmente en lenguajes de programación o hardware, demostrando competencia tanto en la creación de soluciones como en su ejecución técnica.</p> <p>R3. Desarrolla proyectos de investigación, que no solo resuelvan problemas actuales en el procesamiento de señales, control y telecomunicaciones, sino que también contribuyan significativamente al estado del arte, ampliando las fronteras del conocimiento.</p>
<b>Transversales</b>	
<b>Pensamiento Matemático y computacional</b>	<p>R.1: Desarrolla la habilidad para identificar, formular y resolver problemas matemáticos avanzados.</p> <p>R.2: Diseña algoritmos eficientes para la resolución de problemas.</p> <p>R.3: Implementa estructuras de datos adecuadas para problemas específicos.</p> <p>R.4: Optimiza soluciones mediante el uso adecuado de estructuras de datos y algoritmos</p>
<b>Pensamiento Científico</b>	<p>R1. Propone mejoras y nuevos enfoques basados en análisis crítico de la literatura científica.</p> <p>R2. Combina conocimientos de diferentes disciplinas para abordar problemas complejos.</p> <p>R3. Colabora efectivamente en equipos multidisciplinarios para desarrollar soluciones innovadoras.</p> <p>R4. Utiliza métodos rigurosos para evaluar la validez y fiabilidad de los resultados.</p> <p>R5. Aplica estándares científicos elevados en la realización y publicación de investigaciones.</p>

Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

### 3.3. Perfil de Egreso del Proyecto Curricular

El perfil de egreso del Doctorado en Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas define los atributos, competencias y capacidades que los egresados habrán adquirido al finalizar el programa. Estos perfiles están alineados con los ejes de formación de cada énfasis, asegurando una formación integral y especializada, que responde tanto a las necesidades del sector académico y científico como a las demandas del mercado laboral.

El doctorando que finaliza su formación será un profesional capaz de innovar, crear, investigar y emprender en su área de especialización, con un profundo conocimiento en los fundamentos teóricos y prácticos propios de los campos de la Ciencia de la Información y el Conocimiento y la Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Además de los conocimientos técnicos, se espera que los egresados actúen con responsabilidad ética y compromiso social, contribuyendo al avance de la ciencia y la tecnología de manera sostenible y respetuosa con el entorno.

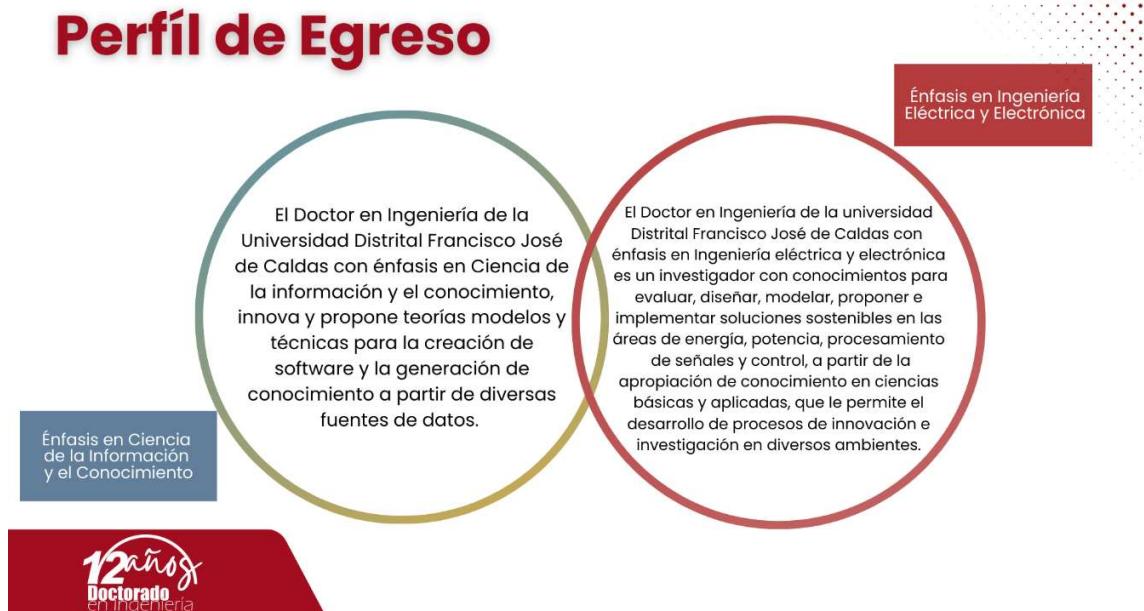
Cada perfil de egreso describe los conocimientos, habilidades y actitudes que los doctorandos habrán adquirido, destacando su capacidad para:

- Conocer y comprender los conceptos avanzados y las metodologías propias de su énfasis.
- Investigar y crear soluciones innovadoras a problemas complejos en su campo.
- Desarrollar, evaluar y aplicar teorías y modelos científicos y tecnológicos en contextos reales.

- Actuar de manera ética y con visión crítica frente a los desafíos profesionales y sociales.

La Figura 2 describe los perfiles de egreso específicos para cada uno de los énfasis del Doctorado en Ingeniería:

Figura 2. Perfil de egreso del Doctorado en Ingeniería



Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

### 3.4. Competencias del Proyecto Curricular

El plan de estudios del Doctorado en Ingeniería está diseñado para desarrollar competencias avanzadas y especializadas en sus doctorandos, de acuerdo con los ejes de formación correspondientes a cada énfasis del programa. Estas competencias representan las capacidades que deben adquirir a lo largo de su formación que les permitirán enfrentar de manera efectiva los desafíos científicos y tecnológicos que surgen en el contexto profesional y académico.

Las competencias se organizan según los ejes de formación, cada uno de los énfasis está compuesto por competencias específicas que buscan fortalecer tanto el dominio teórico como las habilidades prácticas de los doctorandos, adicionalmente las competencias transversales, que son esenciales para abordar problemas de investigación desde un enfoque riguroso e interdisciplinario. En Tabla 3 se presentan las competencias específicas organizadas por cada eje de formación:

Tabla 3. Competencias por eje de formación del Doctorado en Ingeniería

Eje de formación	Competencias
<b>Énfasis Ciencia de la Información y el Conocimiento</b>	
<b>Ciencia de datos</b>	C1: Identifica problemas donde existe la disponibilidad de datos, los procesa utilizando técnicas formales para garantizar su calidad soportado en el uso de las herramientas más adecuadas. C2: Transforma los datos disponibles independiente de su fuente y los convierte en información útil para la resolución de problemas.

Eje de formación	Competencias
	C3: Propone modelos de representación de datos que faciliten el diagnóstico y la toma de decisiones para proponer soluciones a problemas. C4: Establece condiciones adecuadas para la generación de conocimiento con el fin de soportar la toma de decisiones.
Ingeniería de software	C1. Innova en la aplicación de teorías, modelos y técnicas con alto nivel de flexibilidad que permita el establecimiento de formas de desarrollar soluciones basadas en software C2. Propone modelos de medición y estimación mediante representación matemática y la integración de prácticas que aseguren el cumplimiento de los criterios de calidad en las actividades requeridas para generación de soluciones de software de alta complejidad
<b>Énfasis Ingeniería Eléctrica y Electrónica</b>	
Energía y potencia	C1. Propone una gama de conocimientos, herramientas, técnicas y metodologías destinadas a abordar desafíos y problemas en la integración y gestión de fuentes renovables y sistemas de almacenamiento de energía, con un enfoque hacia la implementación en generación distribuida y microrredes eléctricas, mediante rigurosos procesos de investigación. C2. Desarrolla procesos de innovación, avances tecnológicos y estrategias efectivas para la planeación, operación y control de sistemas energéticos con el fin de mejorar la eficiencia de los sistemas eléctricos actuales y aportar a la transición energética. C3. Evalúa el estado de operación de sistemas de potencia mediante el uso de herramientas computacionales para proponer mejoras mediante la implementación de modelos fundamentados en tecnologías de información y comunicación. C4. Analiza sistemas eléctricos de potencia empleando modelos matemáticos avanzados que representan su comportamiento estático y dinámico con el fin de proponer metodologías de optimización y control que mejoren el desempeño operativo de las redes eléctricas modernas.
Procesamiento de señales y control	C1. Genera nuevo conocimiento en las teorías de señales, control y telecomunicaciones C2. Crea algoritmos para el procesamiento de señales y los implementa en lenguajes de programación o hardware. C3. Aplica su conocimiento sobre señales y control para la solución de problemas en aplicaciones específicas como bioingeniería, telecomunicaciones, automatización y robótica, <i>machine learning</i> , sistemas de potencia, etc. C4. Propone y lleva a cabo proyectos de investigación originales que contribuyan al estado del arte en el procesamiento de señales, control y telecomunicaciones.
<b>Transversales</b>	
Pensamiento Matemático y computacional	C1: Analiza problemas complejos utilizando herramientas y métodos matemáticos avanzados. C2: Utiliza métodos numéricos y técnicas de optimización para mejorar procesos y sistemas C3: Implementa estructuras de datos para optimizar la solución de problemas.
Pensamiento Científico	C1: Aplica el método científico en la planificación y ejecución de procesos de investigación. C2: Crítica teorías y métodos existentes, promoviendo un enfoque reflexivo y mejorado en la investigación C3: Integra conocimientos interdisciplinarios para abordar problemas de manera holística y eficaz. C4: Evalúa la validez y fiabilidad de los resultados de investigación mediante métodos rigurosos y estándares científicos

Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

### 3.5. Objetivos de Formación del programa

Los objetivos de formación del Doctorado en Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas están orientados a guiar el proceso de enseñanza y aprendizaje, proporcionando un marco claro y estructurado sobre los logros que se deben alcanzar a lo largo del programa. Estos objetivos, formulados con base en los ejes de formación de los diferentes énfasis, expresan los resultados concretos y medibles que los doctorandos deberán alcanzar al finalizar su formación de alto nivel.

El propósito general del proyecto curricular es garantizar que los doctorandos adquieran las competencias avanzadas y las habilidades críticas necesarias para enfrentar los desafíos académicos y profesionales en sus respectivas áreas de especialización. Además, los objetivos

específicos desglosan estas metas generales en acciones secuenciales, proporcionando una orientación clara sobre los conocimientos y habilidades que se desarrollarán en cada etapa del proceso formativo.

Cada objetivo de formación está alineado con un eje de formación específico, asegurando que la oferta académica no solo aborde aspectos teóricos y prácticos fundamentales, sino que también fomente la innovación, la investigación y la aplicación del conocimiento en contextos reales. Los objetivos, tanto generales como específicos, son diseñados bajo criterios de claridad, precisión y pertinencia, asegurando que sean alcanzables dentro del tiempo y los recursos disponibles, y que respondan a las necesidades del mercado laboral y de la sociedad.

En la Tabla 4, se presentan los objetivos de formación para cada uno de los ejes de formación del Doctorado en Ingeniería:

**Tabla 4. Objetivos de Formación del Doctorado en Ingeniería**

Eje de formación	Objetivos de Formación
<b>Énfasis Ciencia de la Información y el Conocimiento</b>	
<b>Ciencia de datos</b>	Formar Doctores con capacidad de generar conocimiento a partir de diversas fuentes de datos, identificando estrategias de análisis, tratamiento y proponiendo modelos de los datos.
<b>Ingeniería de software</b>	Promover en los estudiantes la apropiación del marco conceptual de la ingeniería de software mediante entornos de investigación y colaboración para la generación de conocimiento que permita proponer cambios teóricos de la disciplina y establecer procesos de innovación aplicables en diferentes tipos de organización
<b>Énfasis Ingeniería Eléctrica y Electrónica</b>	
<b>Energía y potencia</b>	Formar doctores con capacidades de investigación en el diseño, implementación y operación de sistemas energéticos sostenibles, mediante el uso de modelos matemáticos avanzados y herramientas computacionales, con el fin de mejorar el desempeño operativo y la eficiencia de las redes eléctricas modernas.
<b>Procesamiento de señales y control</b>	Formar doctores con capacidades para generar nuevo conocimiento en procesamiento de señales y control, con la suficiente idoneidad para liderar proyectos de investigación que contribuyan al estado del arte en las áreas de telecomunicaciones, bioingeniería, automatización, robótica y <i>machine learning</i> , entre otras.
<b>Transversales</b>	
<b>Pensamiento Matemático y computacional</b>	Formar profesionales con la capacidad de analizar problemas complejos mediante el uso de herramientas y métodos matemáticos avanzados, quienes, a través de la aplicación de métodos numéricos y técnicas de optimización, logren mejorar procesos y sistemas.
<b>Pensamiento Científico</b>	Formar investigadores capaces de aplicar el método científico de manera rigurosa en la planificación y ejecución de procesos de investigación, fomentando una crítica constructiva de teorías y métodos existentes para promover enfoques reflexivos y mejorados.

Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

### 3.6. Plan de Estudios – Estructura Curricular

El plan de estudios del Doctorado en Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas está diseñado para asegurar una formación integral que responda tanto a los objetivos académicos como a las exigencias del mercado laboral y los avances científicos contemporáneos. En concordancia con las directrices del Ministerio de Educación Nacional (MEN), el plan de estudios constituye un esquema estructurado de áreas fundamentales, obligatorias y optativas, con sus respectivos espacios académicos, distribuidas en créditos académicos. Este esquema permite una progresión académica que garantiza la adquisición de las competencias definidas para el programa y asegura el cumplimiento de los objetivos de formación propuestos.

El plan de estudios está organizado en torno a los ejes de formación del programa, alineados con el perfil de egreso, de modo que se evidencia la interdisciplinariedad, la flexibilidad curricular y la posibilidad de optar por espacios académicos electivos en función de las líneas de conocimiento e investigación de los énfasis del doctorado. La oferta académica incluye espacios diseñados para que los doctorandos adquieran y profundicen conocimientos avanzados en los énfasis de Ciencia de la Información y el Conocimiento, e Ingeniería Eléctrica y Electrónica, complementando su formación con espacios académicos optativos, proyectos de investigación y el trabajo de tesis doctoral.

Entre los elementos relevantes del plan de estudios, se destaca:

- Oferta de espacios académicos básicos y electivos ofertados también por las maestrías de la Facultad de Ingeniería, que permiten a los doctorandos integrar conocimientos en áreas fundamentales como Herramientas Matemáticas, Procesos Estocásticos, Gestión de Proyectos, entre otros.
- La flexibilidad curricular a través de la opción de cursar asignaturas electivas en formatos alternativos como cursos intersemestrales, seminarios cortos, siempre que cumplan con los requisitos institucionales.
- Los espacios académicos de Proyecto de Investigación orientados al seguimiento del desarrollo de su proyecto de investigación doctoral, mantiene una relación entre el tutor y el estudiante durante su formación, así como su papel preponderante dentro de los grupos de investigación.

La malla curricular y el plan de estudios presentan de manera organizada la distribución de créditos académicos por semestre, evidenciando la duración total del programa, los porcentajes de créditos por área, y la secuencia de espacios académicos obligatorios y optativos. Además, se anexan los syllabus de cada uno de los espacios académicos, donde se definen los objetivos, las competencias a desarrollar y los resultados de aprendizaje esperados, permitiendo un enfoque claro y comprensible para los doctorandos.

A continuación, se presenta la Tabla 5 con la malla curricular y en la Tabla 6 el plan de estudios del Doctorado en Ingeniería:

Tabla 5. Malla curricular

COMPONENTE	Nº Créditos	Espacio Académico	Nº Créditos	Eje de formación
FORMACIÓN BÁSICA (B)	8	Básica 1	4	Transversal
		Básica 2	4	Transversal
CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN (CI)	8	Seminario de investigación doctoral	4	Transversal
		Electiva propia del énfasis	4	Por énfasis*
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN (DI)	74	Proyecto de investigación I	8	Por énfasis*
		Proyecto de investigación II	8	Por énfasis*
		Proyecto de investigación III	8	Por énfasis*
		Suficiencia investigadora	6	Por énfasis*

COMPONENTE	Nº Créditos	Espacio Académico	Nº Créditos	Eje de formación
		Pasantía	12	Por énfasis*
		Tesis I	16	Por énfasis*
		Tesis II	16	Por énfasis*
<b>TOTAL</b>			90	

\*De acuerdo con la orientación de la tesis trabajada por cada estudiante, puede tomar el eje de formación: Ciencia de datos, Ingeniería de software, para el énfasis en Ciencia de la Información y el Conocimiento o Energía y Potencia, Procesamiento de señales y control, para el énfasis en Ingeniería Eléctrica y Electrónica  
Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

Tabla 6. Plan de estudios

ESPACIO ACADÉMICO	COMPONENTE***			AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	
	B	CI	DI	S1	S2	S1	S2	S1	S2
<u>Básica 1</u>	X			4					
<u>Básica 2</u>	X			4					
<u>Proyecto de investigación I (S1)</u>			X	4					
<u>Proyecto de investigación I (S2)</u>			X		4				
<u>Proyecto de investigación II (S1)</u>			X			4			
<u>Proyecto de investigación II (S2)</u>			X				4		
<u>Proyecto de investigación III (S1)</u>			X					4	
<u>Proyecto de investigación III (S2)</u>			X						4
<u>Seminario de investigación doctoral</u>		X			4				
<u>Electiva propia del énfasis</u>		X			4				
<u>Pasantía</u>			X			12			
<u>Suficiencia investigadora</u>			X				6		
<u>Tesis I*</u>			X					16	
<u>Tesis II*</u>			X						16
<b>TOTAL CRÉDITOS</b>				12	12	16	10	20	20

\* Candidatura Doctoral, \*\*Defensa de Tesis, \*\*\*B: Básico, CI: Contexto de la Investigación, DI: Desarrollo de la Investigación, S1:Semestre 1, S2:Semestre 2  
Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

## 4. Orientaciones pedagógicas y didácticas

### 4.1. Enfoque Pedagógico

El enfoque pedagógico del Doctorado en Ingeniería se fundamenta en la articulación de la investigación formativa con la práctica profesional, en coherencia con la Ley 30 de 1992, y la relevancia de la solución de problemas en los sectores público y privado. Este enfoque busca generar una formación integral que desarrolle habilidades técnicas y científicas, además de una postura ética, crítica y autónoma en los doctorandos, respondiendo a las necesidades de la sociedad contemporánea y los avances globales en ingeniería.

El propósito central de la enseñanza en el Doctorado en Ingeniería es formar investigadores capaces de generar conocimiento innovador y resolver problemas complejos en el ámbito de la ingeniería. La enseñanza busca, además, formar profesionales éticos y críticos, que puedan contribuir a la transformación de los contextos en los que se desempeñen. Los egresados deben estar capacitados para promover la equidad, el diálogo intercultural y la sostenibilidad, asumiendo una responsabilidad con la sociedad, la naturaleza y el entorno global.

La enseñanza está organizada en ciclos formativos que acompañan al estudiante desde el inicio de su formación investigativa. Desde el primer año, se prioriza la profundización en las áreas secundarias del programa, promoviendo un aprendizaje continuo, intensivo y permanente. Este proceso formativo acompaña al doctorando durante la realización de su tesis, un componente central de su formación investigativa. Los momentos de enseñanza se adaptan a las necesidades de cada estudiante, con flexibilidad para integrar tiempos dedicados a la reflexión, investigación y desarrollo práctico.

Las estrategias pedagógicas se apoyan en recursos tecnológicos, metodologías de aprendizaje activo y en la incorporación de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) para potenciar el aprendizaje significativo. Asimismo, los espacios de laboratorio y experimentación, junto con los seminarios de investigación, proporcionan un entorno donde el doctorando puede aplicar los conocimientos adquiridos, interactuar con expertos en su campo y desarrollar competencias específicas. Además, se promueve el uso de metodologías participativas y colaborativas que fomenten la construcción colectiva del conocimiento.

El enfoque pedagógico reconoce la pluralidad y diversidad de los doctorandos del programa. Los doctorandos provienen de diferentes contextos académicos, culturales y profesionales, lo que enriquece el proceso formativo. El doctorado está orientado a profesionales que buscan profundizar en la investigación en ingeniería, con un compromiso hacia la innovación y el desarrollo tecnológico. El proyecto curricular, por tanto, fomenta la interculturalidad y promueve condiciones de equidad, buscando atender las necesidades particulares de cada estudiante.

Las estrategias pedagógicas que se implementan en el Doctorado en Ingeniería están diseñadas para asegurar el logro de los propósitos de formación, alineados con el perfil del egresado. Entre las principales estrategias se encuentran:

- *Investigación formativa:* Se plantea como un eje transversal del programa, asegurando que el doctorando adquiera las competencias necesarias para la investigación autónoma y crítica. La tesis doctoral es el principal medio para consolidar la formación investigativa.
- *Resolución de problemas complejos:* A través de estudios de caso, simulaciones y proyectos prácticos, se fomenta la capacidad de los doctorandos para enfrentar desafíos reales en el ámbito de la ingeniería.
- *Aprendizaje colaborativo:* Se promueve el trabajo en equipo, incentivando el diálogo de saberes y la construcción colectiva del conocimiento, reconociendo la diversidad de experiencias y perspectivas entre los doctorandos.
- *Flexibilidad y autonomía:* El doctorado proporciona espacios para el aprendizaje autónomo, donde los doctorandos puedan profundizar en sus áreas de interés bajo la guía de un tutor o asesor de tesis. Esto permite una personalización del proceso formativo, en sintonía con las metas individuales de investigación.

- *Uso de TIC:* Se integran tecnologías que facilitan el acceso a recursos y la interacción entre los doctorandos, docentes e investigadores. Estas herramientas contribuyen a un entorno de aprendizaje dinámico, accesible y global.

Este enfoque pedagógico asegura que los egresados del Doctorado en Ingeniería sean profesionales con un alto nivel de competencia técnica y una sólida formación ética, crítica y humanista, capaces de liderar proyectos de investigación y desarrollo en contextos nacionales e internacionales.

#### 4.2. Enfoque Didáctico

La creación de un entorno que facilite la adquisición, integración y aplicación del conocimiento de manera autónoma y colaborativa, es la orientación didáctica del Doctorado en Ingeniería. Se concibe como un conjunto de acciones, estrategias y procedimientos que promueven el desarrollo de competencias investigativas, críticas y técnicas en los doctorandos. Este enfoque tiene como finalidad guiar a los doctorandos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para que logren no solo la apropiación de conceptos, sino también su proyección en la investigación y solución de problemas complejos.

Las estrategias didácticas están centradas en la interacción entre el conocimiento teórico y la experiencia práctica, apoyándose en metodologías activas que promueven la participación del estudiante en su propio proceso formativo. Estas estrategias se diseñan para alinear el desarrollo de competencias investigativas con los objetivos del programa y la realidad del campo de la ingeniería. A continuación, se detallan algunas de las principales estrategias:

- ✓ *Análisis de textos y publicaciones:* La lectura crítica de textos y análisis de publicaciones científicas y técnicas es fundamental en el campo de la ingeniería. Esta estrategia busca fomentar en el doctorando la capacidad de evaluar de manera crítica el estado del arte, identificar vacíos en el conocimiento y formular nuevas preguntas de investigación.
- ✓ *Conferencias magistrales y seminarios:* Las conferencias impartidas por expertos nacionales e internacionales ofrecen a los doctorandos una visión actualizada de las tendencias y desarrollos en ingeniería. Estas actividades proporcionan un espacio para la reflexión teórica y permiten la integración de perspectivas globales en la formación del doctorando.
- ✓ *Preparación de artículos científicos:* Como parte fundamental del proceso investigativo, los doctorandos se involucran en la preparación de artículos científicos para su divulgación en revistas especializadas. Esto fomenta la capacidad de comunicar resultados de manera clara y efectiva, siguiendo los estándares internacionales de calidad en publicaciones académicas.
- ✓ *Trabajo en grupo y colaboración:* El trabajo colaborativo se fomenta a través de la integración de los doctorandos en grupos de investigación, tanto locales como internacionales. La interacción con redes de investigadores permite el intercambio de ideas, la colaboración en proyectos interdisciplinarios y el desarrollo de una comunidad académica de aprendizaje.

- ✓ *Participación en eventos académicos:* La asistencia y participación en congresos, simposios y otros eventos académicos nacionales e internacionales es una estrategia clave para que los doctorandos amplíen sus redes de contacto, accedan a nuevos conocimientos y presenten sus avances de investigación ante la comunidad académica.
- ✓ *Pasantías de investigación:* Se incentiva a los doctorandos a realizar pasantías en centros de investigación de alto nivel, tanto a nivel nacional como internacional. Esta estrategia permite que los doctorandos adquieran experiencia directa en ambientes de investigación avanzados, fortalezcan sus redes profesionales y complementen sus trabajos de tesis con recursos y tecnologías especializadas.
- ✓ *Simulaciones y ejercicios de aplicación:* A través del uso de simuladores y herramientas avanzadas de software, los doctorandos aplican conocimientos teóricos a la solución de problemas prácticos. El uso de tecnologías como el Centro de Computación de Alto Desempeño (CECAD) permiten la modelación y simulación de procesos complejos en ingeniería, proporcionando un entorno donde los doctorandos puedan experimentar y validar sus hipótesis.
- ✓ *Ánalysis de casos de estudio:* Esta estrategia permite que los doctorandos apliquen conceptos teóricos a situaciones reales o simuladas, reforzando su capacidad para resolver problemas concretos y tomar decisiones informadas. Los casos de estudio en ingeniería promueven el pensamiento crítico y la capacidad de análisis situacional.
- ✓ *Diseño, ejecución y evaluación de proyectos:* Los doctorandos participan en el diseño y desarrollo de proyectos relacionados con su línea de investigación, desde su concepción hasta su implementación y evaluación. Esto refuerza su habilidad para planificar, gestionar recursos y evaluar el impacto de sus proyectos en el campo de la ingeniería.

El uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es un componente transversal en el proceso didáctico, facilitando la creación de ambientes de aprendizaje flexibles, colaborativos e interactivos. A través de plataformas virtuales y herramientas como Access Grid y la red RITA, los doctorandos podrán participar en aulas virtuales, acceder a recursos digitales y colaborar con otros investigadores en tiempo real.

- ✓ *Plataformas de aprendizaje virtual:* Las TIC permitirán la creación de aulas virtuales donde los doctorandos podrán acceder a material didáctico, participar en foros de discusión, y realizar actividades de manera asincrónica. Esto brinda flexibilidad para que los doctorandos organicen su tiempo de acuerdo con sus necesidades investigativas.
- ✓ *Ambientes de aprendizaje colaborativo:* A través de la infraestructura tecnológica, se promoverá la creación de redes de colaboración entre doctorandos, profesores e investigadores, facilitando el intercambio de conocimientos y la resolución conjunta de problemas.
- ✓ *Formación en competencias TIC:* Se fomentará en los doctorandos el desarrollo de competencias digitales avanzadas, tanto en el uso de herramientas específicas de ingeniería como en el manejo de tecnologías que potencien su capacidad de investigación y comunicación en el entorno académico global.

Este enfoque didáctico busca, en conjunto con el enfoque pedagógico, garantizar que los doctorandos en Ingeniería adquieran las competencias necesarias para desenvolverse de manera autónoma, crítica y ética en su campo de especialización, contribuyendo al avance del conocimiento y a la transformación de los contextos donde desarrollen su labor profesional.

## 5. Relación con el sector externo

El Doctorado en Ingeniería reconoce la importancia de establecer una relación sólida y continua con el sector externo, entendiendo que la interacción efectiva con instituciones educativas, centros de investigación, empresas, y la sociedad en general, es clave para el desarrollo integral de los doctorandos y la proyección del programa. Este vínculo fomenta la generación de conocimiento, además facilita la aplicación de dicho conocimiento a la solución de problemas concretos en diversos sectores, contribuyendo al bienestar de la sociedad y al desarrollo sostenible.

### 5.1. Movilidad Académica

La movilidad académica es un eje fundamental para el Doctorado en Ingeniería, en este sentido fomenta el intercambio de conocimientos, experiencias y culturas, enriqueciendo tanto el proceso educativo como la internacionalización del currículo y el desarrollo de competencias globales. Los programas y acuerdos establecidos permiten a doctorandos y docentes realizar estancias académicas en instituciones nacionales e internacionales, facilitando la cooperación en proyectos de investigación, la participación en eventos académicos y el desarrollo de actividades formativas de alto impacto.

El Doctorado en Ingeniería cuenta con diversos acuerdos interinstitucionales que permiten a sus doctorandos y docentes participar en programas de intercambio y estancias académicas. Estos convenios incluyen:

- ✓ *A nivel nacional:* Convenios con universidades como la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Antioquia, y la Universidad del Valle, que promueven la cooperación académica y la investigación conjunta. Los doctorandos pueden cursar asignaturas, participar en seminarios y trabajar en proyectos de investigación en estas instituciones.
- ✓ *A nivel internacional:* Se destacan los acuerdos con instituciones como la Universidad de Córdoba (España), la Universidad de Salamanca (España) y la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (México), entre otras. Estas alianzas facilitan la movilidad académica, la colaboración en proyectos de investigación y el acceso a redes globales de conocimiento.

Además, la Unidad de Relaciones Internacionales e Interinstitucionales (URII) coordina y gestiona estos acuerdos, asegurando el cumplimiento de los objetivos del programa y brindando apoyo administrativo a los doctorandos y profesores en su proceso de movilidad.

#### 5.1.1. Movilidad Estudiantil

Los estudiantes del Doctorado en Ingeniería realizan pasantías en universidades e institutos de investigación reconocidos, tanto nacionales como internacionales. Estas pasantías

son fundamentales para el desarrollo de las tesis doctorales y la formación investigativa de los doctorandos. Entre los principales objetivos de la movilidad estudiantil se encuentran: fortalecer el desarrollo de la tesis mediante la incorporación de nuevas perspectivas y metodologías, participar en redes de investigación y proyectos colaborativos internacionales, y aumentar el conocimiento en áreas específicas y adquirir competencias globales.

Estas experiencias permiten que los doctorandos adquieran una visión global de la ingeniería, amplíen sus redes académicas y desarrollen competencias necesarias para afrontar los retos científicos y técnicos del siglo XXI.

En cuanto a datos específicos, de los estudiantes que han realizado pasantía, el 49% lo han realizado en instituciones internacionales, principalmente en Europa y América Latina, siendo España, Chile y México los destinos más frecuentes.

### **5.1.2. Movilidad Docente**

La movilidad docente es otro aspecto esencial que enriquece las actividades académicas del Doctorado en Ingeniería. Según el Reglamento Académico y Administrativo (Acuerdo 04 de 2018), los docentes del doctorado pueden acceder a estímulos económicos que apoyen la movilidad, permitiéndoles: presentar resultados de investigación en conferencias internacionales, participar en redes académicas y científicas, y realizar estancias de investigación en instituciones de alto prestigio.

Estos apoyos han permitido que los docentes del doctorado amplíen sus redes académicas, adquieran nuevos conocimientos y experiencias, las cuales se reflejan en la docencia y la investigación. La universidad destina presupuesto tanto para inversión como para funcionamiento, lo cual permite que el programa desarrolle sus actividades académicas y de investigación para los doctorandos. La ejecución de fondos para movilidad docente refuerza el apoyo a la formación y el desarrollo académico, contribuyendo a una experiencia educativa integral y enriquecedora. Estos recursos aseguran que el Doctorado en Ingeniería mantenga un entorno académico sólido y en constante evolución, facilitando la permanencia y éxito de sus doctorandos en el programa.

### **5.1.3. Estrategias de Internacionalización**

El Doctorado en Ingeniería organiza semestralmente eventos académicos internacionales, como conferencias y seminarios, con la participación de docentes invitados y doctorandos de otras universidades. Estos eventos son una oportunidad estratégica para promover la cooperación académica, intercambiar conocimientos y fortalecer las competencias globales de los doctorandos. Además, se han implementado iniciativas como:

- ✓ *Semana Internacional de la Ingeniería*, un espacio para la difusión de investigaciones y la colaboración entre expertos nacionales e internacionales.
- ✓ *Proyectos colaborativos* que permitan a los doctorandos realizar pasantías internacionales con el apoyo de investigadores reconocidos.

- ✓ *Cursos Intersemestrales*, con la participación de expertos internacionales desarrollando de vanguardia que le permiten a docentes y doctorandos adquirir habilidades y fortalecer competencias en un periodo corto de tiempo.

## 5.2. Pasantías y Estancias

Las pasantías constituyen un componente esencial en la formación de los doctorandos, facilitando la inmersión en ambientes profesionales y de investigación externos a la universidad. Estas estancias se realizan en centros de investigación o universidades reconocidas, preferiblemente en el extranjero, y tienen como objetivo fortalecer el trabajo de tesis del estudiante, mientras se fomenta la transferencia de conocimientos entre la universidad y las instituciones colaboradoras.

Los principales objetivos de las pasantías incluyen:

- ✓ Complementar la formación académica con experiencias prácticas que enriquezcan el desarrollo de competencias investigativas.
- ✓ Adquirir conocimientos en tecnologías avanzadas y métodos de investigación que aporten a la tesis doctoral y a la formación integral del estudiante.
- ✓ Promover la transferencia de conocimiento para que los doctorandos compartan y adquieran nuevos conocimientos, tanto en entornos nacionales como internacionales, favoreciendo el crecimiento de redes académicas.
- ✓ Fomentar la integración en redes internacionales de investigación, lo cual permite la generación de colaboraciones a largo plazo y el acceso a nuevos recursos académicos y tecnológicos.

Estas pasantías están alineadas con los intereses investigativos del doctorando y se realizan bajo la supervisión de su director de tesis, quien coordina el lugar y el momento de su realización, se destacan algunas empresas y organizaciones que permiten a los doctorandos realizar pasantías y estancias en diversos sectores, como la Fuerza Aérea Colombiana, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma de Madrid, Politécnico de Porto (Portugal) entre otros. Este listado se actualiza periódicamente y está disponible en la página oficial del Doctorado.

El seguimiento del desempeño de los doctorandos durante las pasantías se realiza a través de informes periódicos y evaluaciones del tutor asignado en la institución receptora. Estos informes son revisados y avalados por el director de tesis, quien asegura que los objetivos formativos se cumplen y se entregan al finalizar al Consejo de Carrera para la valoración del cumplimiento de las actividades consignadas en el plan de trabajo aprobado.

Para el 2024-1, se han realizado 45 pasantías, de las cuales el 49% han sido internacionales, distribuidas principalmente en Europa (35%), América Latina (40%) y Norteamérica (15%). A nivel nacional, se han establecido 12 convenios activos con universidades y centros de investigación que permiten la participación de los doctorandos en proyectos conjuntos. Estos indicadores muestran el compromiso del programa con la movilidad

internacional, así como el esfuerzo continuo por fortalecer las competencias investigativas de los doctorandos en colaboración con instituciones de alto prestigio.

### **5.3. Investigación**

El Doctorado en Ingeniería concibe la investigación como el eje central de la formación doctoral, asumiendo que el proceso investigativo no solo es un medio para generar nuevo conocimiento, sino también un vehículo para el desarrollo integral de sus doctorandos como investigadores altamente capacitados y comprometidos con la solución de problemas complejos en su campo. Esta concepción se fundamenta en los siguientes elementos:

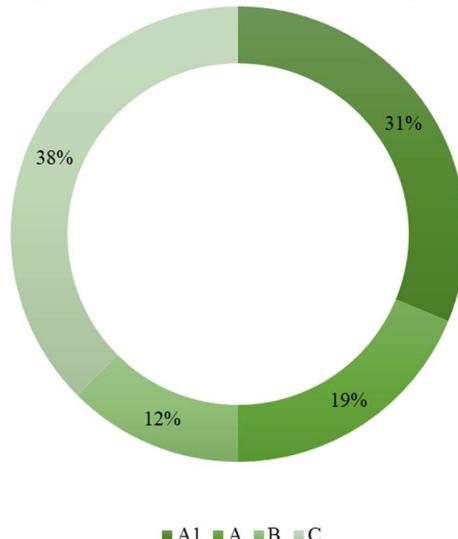
- ✓ *Investigación como generadora de nuevo conocimiento:* El Doctorado se enfoca en la investigación científica y tecnológica como una herramienta para avanzar en áreas estratégicas para el desarrollo económico, social y ambiental del país. Los proyectos de investigación realizados por los doctorandos están alineados con las tendencias globales y las necesidades locales, y se orientan a producir resultados innovadores que contribuyan al avance del conocimiento en disciplinas como la Ciencia de la Información y el Conocimiento y la Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
- ✓ *Investigación orientada a la solución de problemas reales:* El programa prioriza proyectos de investigación aplicada que respondan a problemas concretos del entorno social, productivo y académico, permitiendo que los doctorandos desarrollen competencias prácticas que los preparan para impactar positivamente en la sociedad. Esta orientación hacia la resolución de problemas garantiza que las investigaciones del doctorado tengan un impacto directo en áreas como la energía, la tecnología, el procesamiento de señales y el desarrollo de software, contribuyendo a la transformación de sectores clave del país.
- ✓ *Desarrollo de competencias investigativas de alto nivel:* El Doctorado concibe la investigación como el principal medio para la formación de competencias investigativas avanzadas en sus doctorandos. A través de la participación en proyectos de alta complejidad, los doctorandos desarrollan habilidades críticas, como el pensamiento analítico, la capacidad de diseño experimental, la gestión de recursos, y la evaluación de resultados científicos. Este enfoque busca formar investigadores que no solo sean expertos en su campo, sino que también tengan la capacidad de generar propuestas innovadoras y liderar equipos multidisciplinarios.

El Doctorado en Ingeniería se caracteriza por tener una activa participación de su doctorandos en proyectos de investigación, tanto los desarrollados y financiados dentro de la universidad como en colaboración con centros de investigación, empresas y otras universidades, nacionales e internacionales.

Estos proyectos no solo permiten que los doctorandos trabajen en problemas relevantes para la sociedad, sino que también fomenten la colaboración entre diferentes sectores, enriqueciendo el proceso de investigación y contribuyendo a su desarrollo académico y profesional.

El Doctorado en Ingeniería ha implementado políticas claras para promover la participación de los doctorandos en proyectos de investigación. Esto incluye la creación de lineamientos que fomentan la vinculación a grupos de investigación y docentes categorizados por Minciencias.

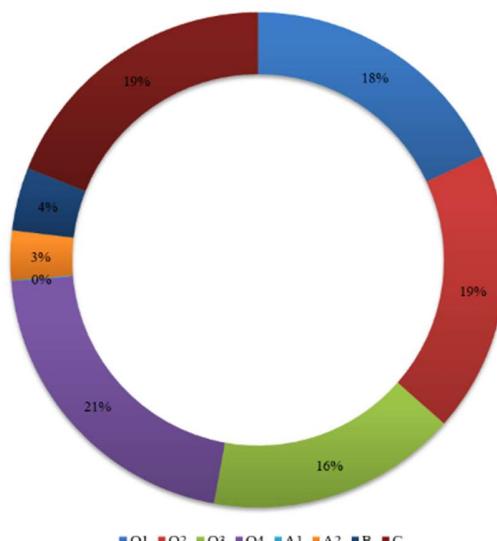
Figura 3. Clasificación grupos de investigación



Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

El programa cuenta con 32 grupos de investigación adscritos, clasificados en categorías según Minciencias, tal como se muestra en la Figura 3. La clasificación de estos grupos refleja la diversidad y el alto nivel de las investigaciones realizadas, abarcando áreas estratégicas y de gran relevancia para el desarrollo científico y tecnológico.

Figura 4. Clasificación artículos científicos



Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

El [impacto de la producción de cada uno de los grupos de investigación](#) se puede cuantificar mediante su clasificación en los artículos internacionales en los cuartiles (Q1-Q4) y las categorías de las revistas nacionales (A1, A2, B, C), tal como se aprecia en la Figura 4. Estos indicadores muestran la calidad y el reconocimiento de las investigaciones realizadas, destacando la contribución significativa del programa a la producción científica nacional e internacional.

El documento [Fundamentos y referentes del plan de desarrollo de la investigación en el Doctorado en Ingeniería](#) presenta diversas estrategias y acciones que contribuyen al desarrollo de competencias investigativas, de innovación y creación en el contexto del programa. Entre estas estrategias se encuentran el fortalecimiento de la formación investigativa, el apoyo a áreas estratégicas de investigación, la creación y fortalecimiento del Instituto de Investigación e Innovación en Ingeniería (I3+), la divulgación y socialización de resultados y la movilidad de investigadores. Estas acciones están alineadas con las políticas de ciencia y tecnología a nivel nacional y distrital, y promueven un entorno propicio para la investigación de alta calidad.

El enfoque del Doctorado en Ingeniería en proyectos aplicados y de colaboración asegura que la investigación no solo tenga un impacto académico, sino también social, contribuyendo directamente al desarrollo tecnológico y económico del país.

#### **5.4. Nuestros Egresados**

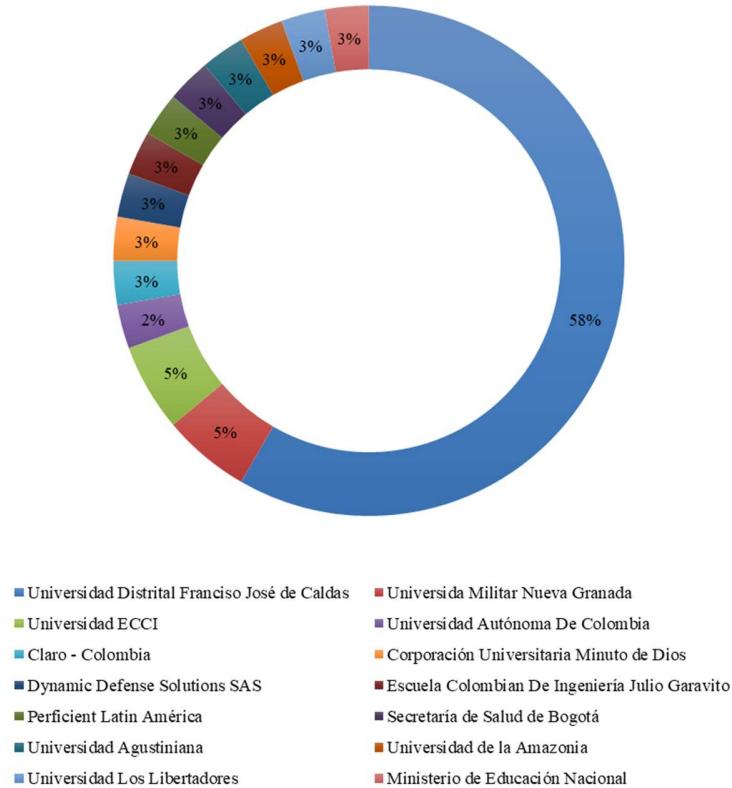
El Doctorado en Ingeniería ha implementado diversas estrategias y acciones para mantener una relación activa y productiva con sus egresados, fomentando su participación en actividades académicas y profesionales, y realizando un seguimiento constante de su desarrollo laboral y académico. Estas iniciativas buscan reforzar los vínculos posgraduales y realimentar el programa, adaptándolo a las necesidades cambiantes del entorno profesional y académico. A continuación, se detallan las principales estrategias:

- ✓ *Redes de Egresados:* El programa promueve la integración de sus egresados en redes sociales y plataformas específicas, que permiten mantener un vínculo activo con la universidad. Esto incluye la creación de una Red de Egresados que facilita la interacción entre graduados y la institución, promoviendo el intercambio de experiencias y la colaboración en proyectos de investigación. Además, se han implementado plataformas virtuales y redes sociales como LinkedIn y Facebook, donde los egresados pueden mantenerse al día con las novedades del programa, participar en capacitaciones, foros de discusión, y acceder a oportunidades de colaboración.
- ✓ *Participación en Actividades Académicas y Profesionales:* El Doctorado organiza regularmente eventos académicos y seminarios profesionales, donde los egresados son invitados a participar como conferencistas, panelistas o talleristas. Estas actividades fomentan la actualización profesional y el *networking*, permitiendo a los egresados compartir sus investigaciones, avances profesionales y proyectos en curso con la comunidad académica. También se promueve su participación en congresos internacionales y la publicación en revistas indexadas, lo que permite que los egresados continúen activos en el mundo académico.

Entre los eventos más destacados, se incluyen el Encuentro Anual de Egresados, en el cual se discuten temas relevantes para la comunidad de graduados y se recopilan sugerencias sobre cómo mejorar el programa. Estos encuentros han sido fundamentales para mantener una retroalimentación constante y permitir la actualización del currículo y las metodologías de enseñanza.

- ✓ *Seguimiento de la Trayectoria Profesional:* El seguimiento a los egresados se realiza a través de encuestas periódicas que miden su satisfacción con el programa, sus logros profesionales y su integración en el ámbito laboral. Estas encuestas, en combinación con entrevistas a empleadores y el análisis de publicaciones y proyectos, permiten evaluar el impacto que los egresados tienen en sus organizaciones y en el desarrollo científico y tecnológico del país.

Figura 5. Ubicación Laboral de los Egresados



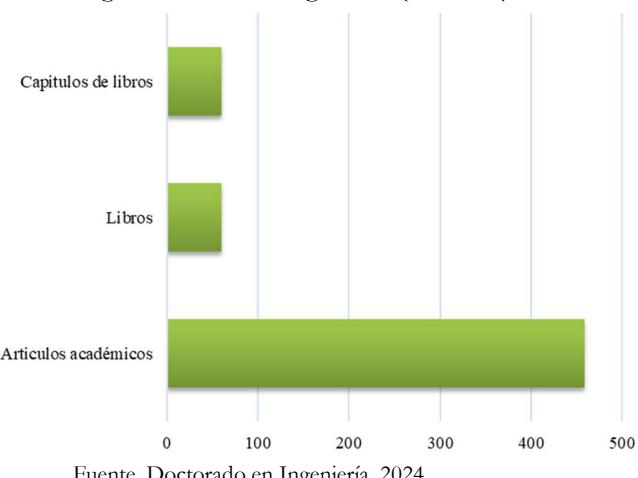
Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

Los datos actuales indican que el 86% de los egresados se desempeñan en el ámbito académico, en universidades reconocidas como la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (58%), la Universidad Militar Nueva Granada (6%) y la Universidad Autónoma de Colombia (3%), entre otras. El restante 14% está activo en diversos sectores productivos y de servicios, como el sector tecnológico y gubernamental (Figura 24). Esta amplia distribución laboral demuestra la pertinencia y calidad del

programa, así como su capacidad para formar profesionales que contribuyen de manera significativa a diferentes sectores.

- ✓ *Indicadores del Impacto de los Egresados:* Los indicadores actuales destacan los logros académicos y profesionales de los egresados. En términos de producción académica, se han registrado un total de 459 artículos en revistas especializadas, así como 60 libros y capítulos de libros, lo que demuestra su capacidad para generar conocimiento de alta calidad. Este desempeño es un reflejo del compromiso de los egresados con la divulgación científica y su influencia en sus respectivas áreas de investigación (Figura 6).

**Figura 6. Producción egresados (2017-2024)**



Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

## 6. Apoyo a la gestión del currículo

La gestión efectiva y continua del currículo es un elemento fundamental para garantizar la calidad y pertinencia del Doctorado en Ingeniería. Esta gestión requiere de procesos sistemáticos que permitan la actualización constante del plan de estudios, asegurando su alineación con las demandas académicas, científicas y profesionales tanto a nivel nacional como internacional. En este sentido, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas ha estructurado un marco institucional robusto que facilita el seguimiento, evaluación y mejora continua del currículo, apoyado en instancias como el Consejo Académico y el Comité de Currículo de la Facultad de Ingeniería. Estas instancias se encargan de articular las políticas curriculares institucionales con las necesidades específicas del Doctorado, promoviendo un ambiente académico dinámico y adaptativo. Este enfoque, complementado con el apoyo de herramientas tecnológicas y procedimientos institucionales, asegura que el programa mantenga su calidad y se adecúe a los avances del conocimiento y a las expectativas del sector productivo y científico.

### 6.1. Estructura administrativa del Proyecto Curricular

El Proyecto Curricular del Doctorado en Ingeniería está adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y sigue una estructura académico-administrativa que garantiza una gestión eficiente y alineada con las políticas institucionales. Esta estructura está diseñada para facilitar la toma de decisiones, la planificación estratégica y la

administración adecuada de los recursos, todo en función de asegurar la calidad educativa y el logro de los objetivos del programa.

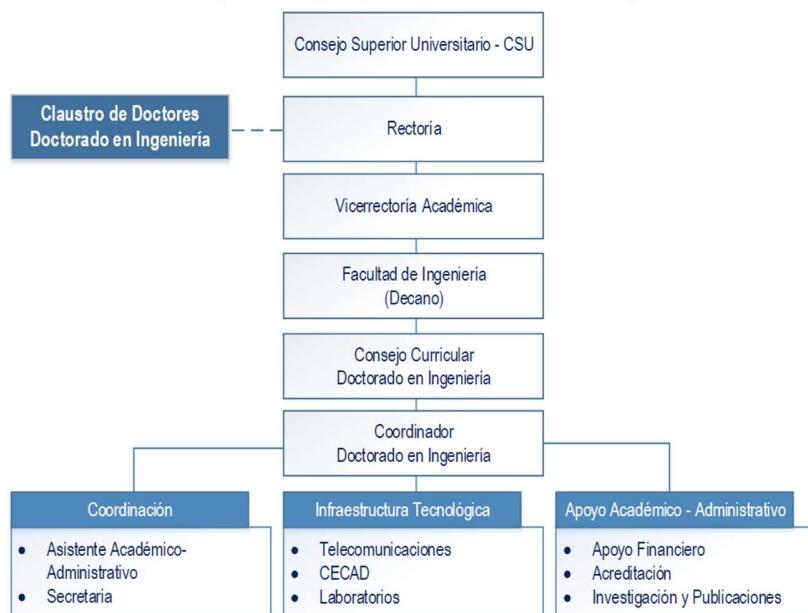
El liderazgo del Proyecto Curricular recae en el Coordinador del Doctorado, quien es responsable de la gestión general del programa, la implementación de políticas académicas y la supervisión de las actividades tanto docentes como investigativas. El Coordinador trabaja en conjunto con el Consejo Curricular, un órgano colegiado conformado por dos profesores del programa, un representante estudiantil y de egresados. Este consejo es el encargado de tomar decisiones académicas clave, como la actualización del currículo, la evaluación de propuestas de investigación, y el seguimiento del progreso de los doctorandos.

El proyecto cuenta con diversas herramientas para asegurar una comunicación eficiente entre las diferentes unidades y actores involucrados en la administración del programa. Estas herramientas incluyen:

- ✓ Reuniones periódicas del Consejo Curricular donde se discuten temas académicos, operativos y estratégicos.
- ✓ El programa utiliza plataformas institucionales como Moodle para la gestión académica y la interacción con los doctorandos, así como herramientas como Teams para la comunicación interna y la coordinación entre docentes y administrativos.
- ✓ El Doctorado en Ingeniería sigue los lineamientos generales de la universidad en cuanto a los procesos administrativos y de gestión, que incluyen: Planificación del Currículo, Asignación de recursos, Evaluación y mejora continua, entre otros

El organigrama del Doctorado en Ingeniería muestra la estructura jerárquica y las relaciones entre los diferentes niveles de administración dentro del programa, tal como se detalla en la Figura 7. Este organigrama detalla las funciones del Coordinador del Doctorado, el Consejo Curricular y los coordinadores de áreas.

Figura 7. Organigrama del Doctorado en Ingeniería.



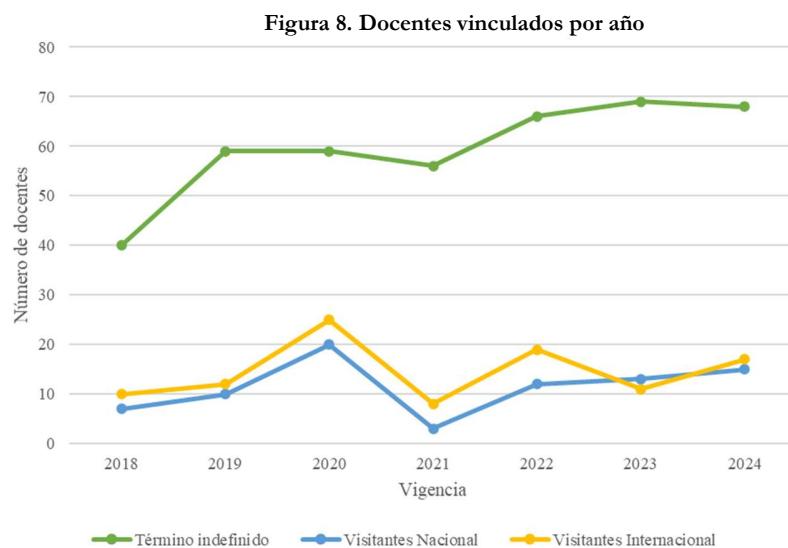
Fuente. Doctorado en Ingeniería, 2024

## 6.2. Recursos Humanos

El Doctorado en Ingeniería cuenta con un equipo académico y administrativo altamente cualificado que garantiza el adecuado desarrollo de los procesos académicos, investigativos y curriculares del programa. El cuerpo docente y administrativo representa un elemento estructural clave para asegurar la calidad y el fortalecimiento continuo del proyecto curricular.

El grupo de docentes del Doctorado en Ingeniería está compuesto por 68 profesores de planta adscritos al programa, todos con título de Doctor y cumpliendo con los requisitos exigidos por el Consejo del Doctorado y las políticas institucionales. Estos requisitos incluyen: Título de Doctor, Suficiencia en una segunda lengua con un nivel mínimo de B1, Pertenencia a un grupo de investigación adscrito al programa, CvLAC actualizado, Experiencia investigativa o en dirección de trabajos de grado a nivel de posgrado, Participación en convocatorias de MinCiencias para reconocimiento y clasificación como investigadores.

Desde 2018, el número de docentes vinculados al programa ha crecido significativamente, pasando de 40 docentes a 68 en 2024, tal como se muestra en la Figura 8, lo cual refleja un fortalecimiento del equipo académico y de investigación. Este crecimiento ha permitido diversificar las áreas de especialización y mejorar la capacidad del programa para desarrollar investigación de alto impacto.



Fuente: Doctorado en Ingeniería, 2024

El programa también cuenta con la participación de docentes visitantes nacionales e internacionales, quienes colaboran en actividades académicas como: Revisión de propuestas de tesis, Jurados en tesis doctorales, realizando cursos especializados, seminarios y talleres, participando en comités evaluadores de proyectos de investigación.

Estos docentes son seleccionados en función de su experiencia académica y su relevancia en el campo de estudio. Su vinculación es temporal, pero altamente significativa para el enriquecimiento académico del programa.

Por su parte, el personal administrativo del programa está conformado por profesionales que apoyan de manera fundamental la gestión de los procesos académicos y administrativos. A continuación, se muestra el personal administrativo clave.

### 6.3. Recursos Físicos y Tecnológicos de Apoyo a la Docencia

El Doctorado en Ingeniería cuenta con una infraestructura física y tecnológica a destacar, diseñada para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera integral. Los recursos disponibles no solo están alineados con las necesidades de los doctorandos y docentes, sino que también potencian las actividades académicas, investigativas y de extensión del programa. A continuación, se detallan los recursos físicos y tecnológicos más relevantes, con especial énfasis en aquellos que son utilizados con mayor frecuencia por la comunidad estudiantil del Doctorado en Ingeniería.

Las aulas del Doctorado están equipadas con tecnología que facilita el desarrollo de clases magistrales, seminarios y workshops. Las Salas Colaboratorios 507-508 ofrecen 54 puestos de trabajo equipados con computadores, tableros y videobeams, lo que garantiza un entorno adecuado para la enseñanza avanzada y el trabajo colaborativo entre doctorandos y docentes.

Figura 9. Salas Colaboratorios



Fuente: Doctorado en Ingeniería, 2024

La Facultad de Ingeniería cuenta con bibliotecas físicas y virtuales que proveen acceso a una amplia gama de recursos bibliográficos, tanto en formato impreso como digital. Los doctorandos y docentes del Doctorado pueden acceder a artículos científicos, libros especializados, y bases de datos de prestigio internacional para fortalecer su investigación.

El Doctorado en Ingeniería dispone de laboratorios de vanguardia, como el Laboratorio LAMDA, dedicado a la manufactura aditiva y simulaciones avanzadas; el Laboratorio de Microrredes Eléctricas, que apoya la investigación en energías renovables; y el Laboratorio de Realidad Aumentada, que facilita el desarrollo de proyectos tecnológicos innovadores.

Figura 10. Laboratorios LAMDA, Microrredes, Realidad Aumentada



Fuente: Doctorado en Ingeniería, 2024

Estos laboratorios están equipados con tecnologías como impresoras 3D, cortadoras láser y tecnología CNC, lo que permite a los doctorandos desarrollar proyectos de alta complejidad técnica.

Para el uso exclusivo de los doctorandos y docentes del Doctorado en Ingeniería, se ha dispuesto una Sala de Investigadores, equipada con quince estaciones de trabajo, cada una con computadoras y software especializado. Este espacio, disponible 24/7, facilita el avance continuo de los proyectos de investigación.

Figura 11. Sala de Investigadores



Fuente: Doctorado en Ingeniería, 2024

Por su parte, el CECAD es un recurso clave para el desarrollo de proyectos de investigación complejos que requieren capacidades computacionales avanzadas. Los doctorandos del Doctorado tienen acceso a un clúster de alto rendimiento (HPC), servidores dedicados y servicios de nube privada, lo cual es crucial para la investigación en áreas como el modelado numérico, simulaciones y análisis de datos a gran escala.

Figura 12. CECAD



Fuente: Doctorado en Ingeniería, 2024

El programa cuenta con salas de videoconferencia y un Access Grid, lo que permite la interacción remota con investigadores internacionales. Estas salas están equipadas para la realización de reuniones, seminarios y defensas de tesis con participantes de diferentes partes del mundo, promoviendo la colaboración y el intercambio de conocimientos a nivel global.

Figura 13. Sala Access Grid - Sala de videoconferencia



Fuente: Doctorado en Ingeniería, 2024

Los laboratorios y salas de trabajo cuentan con personal técnico especializado que brinda soporte en el uso de equipos y software. Este apoyo es esencial para asegurar el correcto funcionamiento de los recursos tecnológicos y facilitar el trabajo de los doctorandos e investigadores.

La plataforma MOODLE es utilizada para la creación de aulas virtuales, que complementan las actividades presenciales, ofreciendo una mayor flexibilidad y accesibilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los doctorandos pueden acceder a materiales de estudio, participar en foros de discusión y entregar trabajos de manera remota, lo cual enriquece la experiencia educativa.