ACUERDO n.° 160 DE 2023
09 de Mayo

Por el cual se aprueba la creación del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre

El Consejo Académico de la Universidad Industrial de Santander
en uso de sus atribuciones legales, y

CONSIDERANDO:

a. Que es deber de la Universidad Industrial de Santander contribuir al progreso científico y humanístico del país, mediante la creación de programas de educación superior de máximo nivel académico, que permitan la formación de profesionales de altas calidades académicas, para la aplicación y generación del conocimiento.

b. Que según lo establecido en el literal b. del artículo 22, del Estatuto General, aprobado por el Consejo Superior (Acuerdo n.° 166 de 1993), el Vicerrector Académico preside el Consejo Académico en ausencia del Rector.

c. Que la Escuela de Geología de la Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, elaboró el proyecto educativo para la creación del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre. Este proyecto ha sido elaborado en cumplimiento de las condiciones de calidad exigidas por el Decreto 1330 de 2019 del MEN, considerando las evidencias e indicadores definidos en la Resolución n.° 021795 de 2020 del MEN, y en concordancia con el acuerdo del Consejo Superior n.° 075 de 2013 que aprobó el Reglamento General de Posgrado.

d. Que la Dirección de Planeación de la Universidad, después de analizar la documentación que se relaciona a continuación, concluyó que el proyecto cumple con los requisitos establecidos en las disposiciones normativas mencionadas en el literal b) y, en consecuencia, avaló el proyecto para ser sometido a consideración del Consejo Académico. La documentación referida es la siguiente:

- Concepto de Planeación.
- Concepto de CEDEDUIS (comunicación del 20 de octubre de 2020 y observaciones del 04 junio de 2019, 13 de diciembre de 2019, 07 de septiembre de 2020, 10 de marzo de 2022, 12 de septiembre de 2022 y 21 de noviembre de 2022).
- Concepto de Dirección de Posgrados (comunicación del 29 de julio de 2019).
- Proyecto Educativo del Programa (PEP).
- Resumen ejecutivo del PEP.
- Extracto del acta n.° 46 del 06 de diciembre de 2021 de la Escuela de Geología.
- Extracto del acta n.° 44 del 15 de diciembre de 2021 del Consejo de Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas.

e. Que el Consejo Académico, en sesión realizada el 09 de mayo de 2023, después de considerar el concepto de Planeación, los conceptos de CEDEDUIS y Dirección de Posgrados y el aval emitido por este consejo a la propuesta de intención de creación del programa, y de analizar y discutir el contenido del proyecto educativo del programa, aprobó la creación del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

En mérito de lo anterior,

ACUERDO n.° 160 DE 2023
09 de Mayo

A C U E R D A:

ARTÍCULO 1°. Crear en la Universidad Industrial de Santander el programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, adscrito a la Escuela de Geología, según el proyecto educativo del programa que forma parte integral del presente acuerdo.

ARTÍCULO 2°. La Universidad deberá tramitar por conducto de la Vicerrectoría Académica el registro calificado del programa en mención ante el Ministerio de Educación Nacional y no podrá ofertar el mismo hasta tanto se obtenga el registro calificado.

PUBLÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE.

Expedido en Bucaramanga, a los nueve (09) días del mes de mayo de 2023.

EL PRESIDENTE DEL CONSEJO ACADÉMICO,

DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO
Vicerrector Académico

LA SECRETARIA GENERAL, SOFÍA PINZÓN DURÁN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
Planeación

CONCEPTO SOBRE MODIFICACIÓN PROPUESTA DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE

El 19 de abril la Vicerrectoría Académica envía comunicación a la Escuela de Geología informando que, durante la preparación de la información requerida para solicitar ante el MEN el registro calificado para el programa de **Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre** (creado mediante Acuerdo No. 036 de 2023 del Consejo Académico), se identificó que la información de las HIP y HTI de las actividades académicas relacionadas con *Propuesta de tesis doctoral* y *Tesis doctoral* presentada en el Plan de estudios (páginas 33 y 34 del PEP) difería de la relacionada en los programas de estas actividades.

El director de la Escuela de Geología, profesor Mario García González, presenta la modificación de la propuesta de creación del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre que atiende la solicitud de la Vicerrectoría Académica, indicando además lo siguiente:

En Planeación se revisó la propuesta y se verificó que:

a. Existe correspondencia entre las horas HIP y HTI de las actividades académicas informadas en la tabla 12 del PEP (páginas 33 y 34) y las informadas en los programas de estas actividades.
b. Las modificaciones de las HIP y HTI de las actividades académicas relacionadas con Propuesta de tesis doctoral y Tesis doctoral se habían hecho para dar cumplimiento a lo establecido en los referentes institucionales para la creación, reforma y modificación de programas académicos en cuanto a que los niveles donde se ofrecen tuvieran un total de 12 créditos que es el mínimo indicado.
c. Las otras modificaciones realizadas e informadas por la Escuela solo corrigen errores de duplicidad de datos, actualizan información sobre el estado de inactividad de dos programas académicos y de los laboratorios que hacen parte de los grupos de investigación que apoyan el programa sin alterar la profundidad y consistencia del documento ni la calidad del programa.
d. Estas modificaciones se ven reflejadas en el documento de Resumen Ejecutivo.

Universidad Industrial de Santander

Con base en lo expuesto anteriormente, en Planeación se considera que la modificación realizada es coherente y cumple con la normatividad vigente. En consecuencia, emite su aval para continuar el estudio y evaluación de la propuesta en el Honorable Consejo Académico.

Se anexan copias de las observaciones y el concepto de CEDEDUIS, concepto de la Dirección de Posgrados, el PEP, el resumen ejecutivo, el Documento de Recursos Financieros y copias de las actas de los consejos de Escuela y Facultad.

ALEXANDRA CORTÉS AGUILAR
Directora de Planeación

Preparó: MLC
Planeación, 28 de abril de 2023.

PLANEACIÓN
Ciudad universitaria, Carrera 27 - calle 9, Edificio de Administración, Piso 4.
PBX: (7) 6344000 Ext. 2114 Teléfono: 6346576 A.A 678 Bucaramanga, Colombia.
E-mail: dirplan@uis.edu.co http://www.uis.edu.co/planeacionUIS

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Res. MEN 6775 - Abril 24 de 2014

2123 p09.03 D19 - 09368

Bucaramanga, 29 JUL 2019

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
PLANEACIÓN
30 JUL 2019
Entregó: Marjaula Hora: 7:43am
Recibió: Raquel Folio: 1

Doctor
DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO
Director de Planeación
Universidad Industrial de Santander
Presente

Apreciado Doctor Daniel, reciba cordial saludo.

Una vez revisada la nueva versión del Proyecto Educativo del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, me permito confirmar el cumplimiento de las observaciones realizadas por esta dependencia.

Por lo anterior, emito concepto favorable para la continuidad del trámite de creación del Programa.

Cordialmente,

ESPERANZA HERRERA VILLABONA
Directora de Posgrados

Dirección de Posgrados
Ciudad Universitaria, Carrera 27 – Calle 9, Edificio Administración 2, 4 Piso, Oficina 402
PBX: (7) 6344000 Ext. 2944, Directo: 6321843 A.A. 678
Bucaramanga, Colombia
E-mail dirposgrados@uis.edu.co http://uis.edu.co

2150
Bucaramanga, octubre 20 de 2020

Doctor
DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO
Director de Planeación
Universidad Industrial de Santander
Presente

Respetado Doctor Sierra Bueno:

Una vez realizada la revisión de la cuarta versión del documento de creación del programa de **Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre**, me permito adjuntar las respectivas observaciones.

Se considera que esta última versión acoge las recomendaciones realizadas desde el CEDEDUIS y por ende puede continuar el trámite institucional correspondiente.

Cordialmente,

ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ
Directora
Centro para el Desarrollo de la Docencia –CEDEDUIS

Anexos: Documento de la propuesta
Observaciones a la propuesta

Universidad Industrial de Santander

OBSERVACIONES AL DOCUMENTO DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE

Cuarto concepto

1. El programa plantea un número de créditos total de 97, que corresponden con la suma de créditos de los 8 niveles del programa. Se presenta consistencia en la suma de TAD, TI y número de créditos.
2. Se reformularon las asignaturas electivas y a la asignatura de Ecosistemas marinos se le hicieron los ajustes correspondientes.

Corresponde a Planeación realizar el análisis de aspectos reglamentarios, financieros, administrativos y de gestión del programa de forma que se ajusten a la normatividad nacional e institucional vigente.

Finalmente, se considera que esta última versión acoge las recomendaciones realizadas desde el CEDEDUIS y por ende puede continuar el trámite institucional correspondiente.



Adriana Rocío Lizcano Dallos
Revisora del documento curricular

Universidad Industrial de Santander

2150 p09.03

Bucaramanga, - 4 JUN 2019

-019- 06952

Doctor
DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO
Director de Planeación
Presente

Respetado doctor Sierra Bueno:

Reciba usted un cordial saludo. Una vez realizada la revisión del documento propuesta de creación del Programa Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, presentado por la dirección de la Escuela de Geología, se adjunta el respectivo concepto. El documento debe sufrir algunas revisiones antes de continuar su trámite ante el Consejo Académico.

Cordialmente,

ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ
Directora
Centro para el Desarrollo de la docencia – CEDEDUIS

Anexos: Documento propuesta.
Observaciones a la propuesta

Rf 04/06/2019
8:10 am

-019- 06952

OBSERVACIONES AL DOCUMENTO *PROPUESTA DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE*

Primer Concepto

1. El Proyecto Educativo del Programa tiene en cuenta la información exigida en el Acuerdo de Consejo Académico No. 225 de 2010, y el Decreto No. 1075 de 2015. Es necesario actualizar los referentes normativos en el apartado I. Presentación, página 8 del documento escrito.
2. El programa se ofrece en modalidad presencial con dedicación de tiempo completo, y tiene una duración ocho semestres, con periodicidad de admisión anual para un número máximo de 8 estudiantes por cohorte. El documento incluye la descripción del proceso y los criterios de admisión con referencia a lo dispuesto en el Reglamento General de Posgrado, Acuerdo de Consejo Superior No 075 de 2013. Se sugiere en el apartado 3.7.1, página 15 del documento escrito, mantener sólo la información del Número máximo de estudiantes admitidos por cohorte.
3. El plan de estudios contempla un total de 100 créditos académicos compuestos por 768 horas TAD y 4.032 horas TI, y mantiene una escala de relación entre horas TAD y horas de TI de 1:5.
4. La justificación del programa es, aunque breve, clara. En cuanto al estado de formación en el área, el estudio es completo, en cuanto incluye referencias internacionales, y nacionales.
5. Los rasgos distintivos del programa se enuncian de manera inadecuada, en lo relacionado a la afinidad con los intereses de desarrollo y crecimiento de entes privados, o potenciales acuerdos de cooperación con centros de investigación internacionales, que aún no se han materializado. Se recomienda conservar el carácter multidisciplinar como rasgo distintivo, y complementar la información con una descripción de los aspectos del programa que lo hacen singular y diferente de otros programas nacionales o internacionales.
6. Es necesario revisar acuciosamente la información que se presenta en el apartado 4.4 y establecer con claridad las distinciones necesarias entre información de contexto, información que sustenta la justificación del programa y fundamentación teórica del mismo. En el apartado en mención, se debe registrar la fundamentación teórica del programa, se espera encontrar en el texto un barrido histórico respecto de los avances en perspectivas y enfoques sobre el objeto de estudio del programa.
7. En el apartado 4. 5 perfil de formación se sugiere redactar en prosa el perfil de egreso del Doctor en Ciencia del Sistema Terrestre, y en un apartado subordinado, incluir las competencias generales a desarrollar durante el programa.
8. En cuanto a la estructura conceptual del saber, apartado 4.7.1, página 29 del documento escrito, se sugiere incluir en la imagen el enfoque multidisciplinar.

9. En relación con el componente de interdisciplinariedad del programa, se plantea desde la estrategia de aprendizaje basado en problemas, y la participación en el programa de investigadores nacionales e internacionales.
10. El componente de flexibilidad es claro y está desarrollado adecuadamente.
11. El Plan de Estudios está organizado en tres niveles de formación, a saber: Un nivel básico de fundamentación; un nivel intermedio de profundización, y un nivel avanzado dedicado al desarrollo de la tesis doctoral. Se sugiere corregir en la Tabla 8. Malla curricular Doctorado Ciencia del Sistema Terrestre, página 32 del documento escrito, los totales de horas TAD y TI para el programa completo.
12. Los procesos de comunicación en el aula se encuentran debidamente sustentados en el modelo pedagógico institucional.
13. El componente de investigación se describe claramente, incluyendo información de los grupos de investigación institucionales que apoyan el desarrollo del programa, y el tipo de actividades que realizarán los estudiantes del programa.
14. En cuanto al sistema de evaluación el programa adopta los lineamientos previstos en el Reglamento General de Posgrado, en el Reglamento del Profesor, y las directrices del Consejo Nacional de Acreditación relacionadas con los procesos de evaluación de la calidad académica, y la auto-evaluación.
15. En cuanto a los planes de asignatura, se encuentran bien formulados. Se requiere, sin embargo, incluir los planes de las asignaturas Tesis Doctoral I, Tesis Doctoral II, Tesis Doctoral III, Tesis Doctoral IV, y Tesis Doctoral V, porque no se formularon en el anexo al documento escrito.
16. Para finalizar, se sugiere revisar el documento impreso, donde se realizaron sugerencias de corrección a errores de digitación, enunciación y demás.
17. Corresponde a la oficina de Planeación conceptuar sobre los recursos financieros, docentes y de infraestructura requeridos para el desarrollo del programa.
18. El documento requiere correcciones antes de continuar su trámite ante el Consejo Académico.

ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ

Revisión de Propuesta Curricular

Universidad Industrial de Santander

D19- 14710

2150809.28
Bucaramanga, 13 DIC 2019

Doctor
DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO
Director de Planeación
Universidad Industrial de Santander
Presente

Asunto: Comunicación D19-08943

Respetado Doctor Sierra Bueno:

Una vez realizada la revisión de la segunda versión del documento de creación del programa de **Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre**, me permito adjuntar las respectivas observaciones.

Se considera necesaria una nueva verificación antes de continuar el proceso institucional correspondiente.

Cordialmente,

ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ
Directora
Centro para el Desarrollo de la Docencia –CEDEDUIS

Anexos: Documento de la propuesta
Observaciones a la propuesta

Recibido: 13. dic 2019
3:34 pm
Tatiana

Universidad Industrial de Santander

D19- 14710

OBSERVACIONES AL DOCUMENTO DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE

Segundo concepto

1. En el apartado I. Presentación, se encuentran los referentes normativos correspondientes.
2. En el numeral 3.8 se establece un número máximo de 5 estudiantes admitidos por cohorte.
3. El programa plantea un número de créditos total de 97, que corresponden con la suma de créditos de los 8 niveles del programa. Sin embargo, se recomienda revisar en la página 27 el número total de horas de TI correspondientes al IV nivel, pues tiene un problema en la suma; lo anterior conlleva a revisar las sumas totales de horas TAD y TI del programa.
4. En la Tabla 8 se presentan asignaturas con diferentes relaciones TAD : TI dependiendo del número de créditos, así: las asignaturas de 4 créditos tienen relación 1 TAD:3 TI, las de 5, 6 y 8 créditos tienen relación 1 TAD: 4 TI, las de 10 créditos tienen relación 1 TAD : 5 TI; estas últimas corresponden a la mayoría de asignaturas vinculadas con el desarrollo de tesis doctoral. En este sentido, se hace necesario revisar el cumplimiento del artículo 123, parágrafo 1 del reglamento de posgrados.
5. Se presenta un listado de asignaturas electivas para cubrir los cursos de Electiva I, II, III y IV definidos en el plan de estudios.
6. Se presentan como rasgos distintivos del programa (i) la transdisciplinariedad e interdisciplinariedad; (ii) el enfoque metodológico basado en problemas y orientado por proyectos; (iii) su vinculación con 3 ejes estratégicos del proyecto institucional. Estos rasgos distintivos se pueden evidenciar en los diferentes apartes que describen el plan de estudios y las actividades académicas del programa.
7. En el numeral 4.2 se describe la fundamentación teórica del programa, mostrando una reseña histórica de la evolución de la geología.
8. La sección 4.3 Perfil de formación, presenta una descripción general del perfil, el cual se hace más preciso con las competencias de formación presentadas en la sección 4.3.1.
9. En la Figura 4, que grafica la Estructura conceptual del saber, se incluye el enfoque multidisciplinar y transdisciplinar.
10. En los planes de asignatura Tesis Doctoral I, Tesis Doctoral II, Tesis Doctoral III y Tesis Doctoral IV, especificar la manera como se emitirá el concepto evaluativo (Equivalencia cuantitativa) en la Sección Sistema de Evaluación. Si corresponde, se recomienda revisar lo planteado en las asignaturas de Propuesta de Tesis Doctoral.
11. Hacen falta los planes de asignatura correspondientes a Geoestadística avanzada, Ecosistemas marinos y Tópicos avanzados en evolución.

Corresponde a Planeación realizar el análisis de aspectos reglamentarios, financieros, administrativos y de gestión del programa de forma que se ajusten a la normatividad nacional e institucional vigente.

D19- 14710

Universidad Industrial de Santander

Finalmente, la continuación del proceso del programa queda pendiente, en espera de una nueva versión del documento que contemple las observaciones que se consideren pertinentes.

Adriana Rocío Lizcano Dallos
Revisora del documento curricular

2150
Bucaramanga, Septiembre 7 de 2020

Doctor
DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO
Director de Planeación
Universidad Industrial de Santander
Presente

Respetado Doctor Sierra Bueno:

Una vez realizada la revisión de la tercera versión del documento de creación del programa de **Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre**, me permito adjuntar las respectivas observaciones.

Se considera necesaria una nueva verificación antes de continuar el proceso institucional correspondiente.

Cordialmente,

ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ
Directora
Centro para el Desarrollo de la Docencia –CEDEDUIS

Anexos: Documento de la propuesta
Observaciones a la propuesta

OBSERVACIONES AL DOCUMENTO DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE

Tercer concepto

1. El programa plantea un número de créditos total de 97, que corresponden con la suma de créditos de los 8 niveles del programa. Sin embargo, se recomienda revisar en la Tabla 4 página 23 el número total de horas de TI y de créditos pues tiene un problema en la suma.
2. En los planes de asignatura Tesis Doctoral I, Tesis Doctoral II, Tesis Doctoral III y Tesis Doctoral IV, se complementó lo correspondiente al Sistema de Evaluación.
3. En las asignaturas de Geoestadística y Ecosistemas marinos avanzada se sugiere revisar que en el sistema de evaluación se está incluyendo como parte de la evaluación sumativa la coevaluación y la autoevaluación, lo que implicaría que se deberían por lo menos reseñar en las calificaciones; eliminar un texto que especifica "Componente teórico 100%"; incluir la bibliografía correspondiente o describirlo en caso de que se defina durante el curso.
4. En la asignatura Tópicos avanzados en evolución, unificar el nombre del plan de asignatura con el que aparece en la Tabla 6. Asignaturas electivas; en los indicadores de logros mejorar la redacción y eliminar la sección de calificación, pues los aspectos ya se abordan en la equivalencia cuantitativa.

Corresponde a Planeación realizar el análisis de aspectos reglamentarios, financieros, administrativos y de gestión del programa de forma que se ajusten a la normatividad nacional e institucional vigente.

Finalmente, la continuación del proceso del programa queda pendiente, en espera de una nueva versión del documento que contemple las observaciones que se consideren pertinentes.

Se adjunta el documento PEP con comentarios.



Adriana Rocío Lizcano Dallos
Revisora del documento curricular

2150
Bucaramanga, marzo 10 de 2022

Doctor
DANIEL ALFONSO SIERRA BUENO
Director de Planeación
Universidad Industrial de Santander
Presente

Respetado Doctor Sierra Bueno:

Una vez realizada la revisión de la última versión del documento de creación del programa de **Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre**, me permito adjuntar las respectivas observaciones.

La continuación del proceso queda pendiente, en espera de una nueva versión del documento que contemple las observaciones que se consideren pertinentes.

Cordialmente,

ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ
Directora
Centro para el Desarrollo de la Docencia –CEDEDUIS

Anexos: Observaciones a la propuesta
Documento PEP con resaltados y comentarios.

OBSERVACIONES AL DOCUMENTO DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE

Sexto concepto

A continuación, se enumeran los aspectos a resaltar en esta nueva versión del documento de Creación del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre que la Universidad Industrial de Santander proyecta ofrecer en la ciudad de Bucaramanga, tomando como base los siguientes documentos de normativa nacional e institucional:

- Decreto 1330 de 2019 emitido por el Ministerio de Educación Nacional,
- Resolución 21795 del 19 de noviembre de 2020 emitida por el Ministerio de Educación Nacional,
- Guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS aprobada el 17 de agosto de 2021.
- Lineamientos para gestión curricular de programas académicos aprobados por Consejo Académico el 29 de septiembre de 2020,
- Reglamento general de posgrado

I. Contexto del programa.

Incluyen la misión y la visión de la Escuela de Geología, así como los programas ofrecidos por la unidad.

II. Identificación del programa.

El programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, se plantea en modalidad presencial, con una duración de ocho (8) semestres académicos, con admisión por cohorte semestral para cincuenta (5) estudiantes y con 97 créditos académicos.

Se sintetizan los argumentos para la selección de la denominación, enfocado en la denominación planteada por el Science Education Resource Center – Calenton College, la intención formativa del programa y la proyección de la UIS con respecto a la formación doctoral, el nivel de formación de Doctorado, los contenidos curriculares y el perfil del egresado; según lo solicitado en el Artículo 7 de la Resolución 021795 de 2020.

III. Consideraciones para el ingreso al programa

Se describen las características académicas, personales y motivacionales del aspirante al programa, donde se resalta la posibilidad de ingreso de una amplia diversidad de profesionales en las áreas de ciencias e ingeniería, así como la síntesis del proceso de admisión al programa según lo establecido en el reglamento general de posgrado. Se especifica un proceso de nivelación para los candidatos que involucra dos asignaturas Introducción a las Geociencias y otra asignatura del plan de estudios del pregrado en Geología, define sus requisitos de acuerdo con los artículos correspondientes de Reglamento de posgrados.

IV. Propuesta Curricular.

1. En las páginas 11- 20 se presenta un análisis de la oferta nacional e internacional, en el área. Asimismo, se realiza un análisis de matriculados, graduados y de empleabilidad en un conjunto de

programas seleccionados a nivel nacional y se sacan conclusiones al respecto. En la página 13 revisar la referencia a algunas Tablas que no contienen la información prevista.

2. En el análisis de oportunidades de desarrollo socioeconómico, tecnológico o cultural se plantea la apuesta regional por la formación a nivel doctoral, así como el mejoramiento del ecosistema de innovación.
3. Se hace explícitos los rasgos distintivos del programa, que incluyen en la posibilidad de admisión de diversidad de profesiones, el enfoque metodológico basado en problemas y ejecutado por proyectos, así como el carácter interdisciplinar y transversal de los problemas abordados.
4. Es necesario revisar la justificación del programa de manera que se aborden los aspectos solicitados en el artículo 8, literales a.3, b, c.1, c.2 y c.3 y e de la Resolución 021795 y el artículo 9 literales c.
5. La conceptualización teórica y epistemológica (numeral 4.2) presenta el concepto de geología, la evolución de dicha área de conocimiento en el país y el significado del abordaje actual de Ciencia del Sistema Terrestre y su carácter interdisciplinar, se definen las líneas de investigación del programa. Revisar si la sección identificada como Modelo para el crecimiento económico sostenible en Colombia hace parte de la conceptualización o debe ser movida a la sección de justificación.
6. El objeto de estudio del programa es el sistema Tierra desde la integración de las ciencias físicas, químicas, biológicas y sociales y la interacción con los seres humanos.
7. Los propósitos del programa son coherentes con las intencionalidades formativas expresadas en el perfil de egreso y el nivel de formación de doctorado en términos de la creación de conocimiento científico.
8. En el componente formativo se hace explícita la organización del plan de estudios en tres niveles: Básico, Intermedio y Avanzado.
9. En el plan de estudios propuesto (Tabla 12) el cálculo de (HT+HP+HTI) y la correspondencia en número de créditos es coherente. En general las horas TAD del programa corresponden a 928 y las horas TI corresponden a 3728, que suman 4656 horas totales del programa, que corresponden a los 97 créditos planteados. La relación entre horas TAD:TI, presenta diferencias entre las asignaturas 1 TAD:3 TI, las actividades académicas de Propuesta de tesis doctoral (I, II, III) con una relación 1TAD:4TI y la Tesis doctoral (I, II, III, IV y V) que tiene una relación 1TAD:5TI. Se presentan requisitos en la línea vinculada con la tesis doctoral, lo cual es comprensible debido a la importancia de la misma en los estudios doctorales.
10. Es de resaltar que todas las horas TAD corresponden a horas teóricas, no se encuentra asignación de horas prácticas, no obstante, la importancia de la aplicación práctica de los conceptos abordados en la tesis doctoral, y la implicación de la práctica en la solución de problemas del contexto como se remarca en los propósitos del programa. Se entiende que institucionalmente se privilegie las horas teóricas por las implicaciones de gestión académica que conllevan, pero se quiere dejar esta anotación para la consideración institucional.
11. La revisión del plan de estudios con base en los lineamientos para gestión curricular de programas académicos aprobados por Consejo Académico el 29 de septiembre de 2020, presenta lo siguiente:
    - Los niveles 1, II, III y IV cumplen con el límite máximo de créditos de 16 de acuerdo con lo estipulado en el lineamiento (entre 13 y 16). Sin embargo, en el nivel V, VI, VII y VIII.
    - Se incluyen cuatro (4) asignaturas electivas para un total de 16 créditos, que corresponden al 15,46 % de los créditos del plan de estudios.
    - Se presentan requisitos entre asignaturas y la ruta crítica está vinculada con las asignaturas Propuesta de tesis doctoral I, II, III, Tesis Doctoral I, II, III, IV y V, que va del nivel I al VIII, es decir el 100% de la duración del programa.
    - Para el desarrollo de la tesis doctoral se incluyen Tesis Doctoral I, II, III, IV y V desde el IV nivel.

12. Se formulan 7 resultados de aprendizaje para la formación a nivel de Doctorado, de los cuales 6 corresponden a aspectos de la profesión y 1 corresponden a aspectos actitudinales y axiológicos. Se sugiere revisar la posibilidad de integrar algunos que parecieran enfocarse en los mismos aspectos, por ejemplo, los resultados 2 y 4, analizar si efectivamente será posible evidenciar el logro del resultado de aprendizaje 7, considerar si el egresado del doctorado podrá demostrar que Forma recurso humano con sensibilidad y responsabilidad ambiental, como lo plantea el resultado de aprendizaje 3, es decir que el egresado del doctorado mostrará capacidad docente. Procurar utilizar en la formulación de los resultados de aprendizaje una sola acción (verbo), aquella que corresponde a procesos cognitivos de orden más alto, o la que engloba otras acciones, por ejemplo, Indagar, Debatir y Argumentar, podría sintetizarse con Argumentar, pues esta acción implica las otras anteriores.
13. Se definen un conjunto de ocho (8) competencias generales, que se vinculan con el perfil de egreso, de las cuales cuatro (4) corresponden a específicas, tres (3) son genéricas y 1 una (1) es ciudadana. En la Tabla 15 se presenta la relación entre competencias y resultados de aprendizaje, así como las asignaturas vinculadas. Se sugiere de igual manera seleccionar un solo verbo de acción para cada competencia, aquella que corresponde al nivel cognitivo más alto.
14. En el perfil de egreso (numeral 4.5.3) se plantea un perfil general del programa acorde con la misión institucional.
15. La revisión del componente formativo a partir de la Resolución 021795 muestra que es necesario definir lo que corresponde al artículo 13 literales a.1, a.2, a.3 y a.4. Se recomienda retomar en las rutas formativas las líneas estudio presentadas en las electivas e incluir subtítulos vinculados con cada una de las evidencias solicitadas en el artículo 13.
16. En el numeral 4.6.1 del componente pedagógico se cita la actualización del modelo pedagógico de la UIS y el Proyecto Institucional, se destacan los valores y principios, así como un conjunto de lineamientos que orientan las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Se describen las estrategias pedagógicas implementadas en general en las asignaturas. En el recurso humano que apoya el componente pedagógico solo se mencionan los profesores, que cumplen un papel fundamental, no obstante, se sugiere revisar si no se cuenta con otro rol como auxiliares de laboratorio, por ejemplo, que colaboren en el desarrollo de las actividades formativas. De igual manera se sugiere mencionar la figura del director de tesis doctoral y los colaboradores de los grupos de investigación pues favorecen espacios de discusión de las ideas de investigación. En las estrategias de interacción se sugiere considerar la posibilidad de realizar puesta en común entre los estudiantes en los grupos de investigación sobre los avances de la tesis doctoral.
17. En el componente pedagógico se sugiere revisar lo correspondiente a los literales b y c, del artículo 15 de la Resolución 21795.
18. En el componente de interacción (numeral 4.7) se sugiere organizar incluyendo subtítulos de acuerdo con las evidencias solicitadas en el artículo 17 de la Resolución 21795. Es importante considerar que el componente de interacción busca hacer explícita la manera como las dinámicas del contexto se involucran en el proceso formativo del programa, lo cual puede implicar la vinculación del programa con actores externos a la UIS, pero también hacer explícitas las estrategias en las cuales las problemática sociales, ambientales, tecnológicas, culturales puedan ser abordadas como parte de los casos, ejemplos y/o problemas que se analizan en los espacios de formación previstos en el programa y en la tesis doctoral.
19. En los mecanismos de evaluación se cita el Reglamento general de posgrado, se describe el proceso de desarrollo de la tesis doctoral, se definen mecanismos generales para hacer seguimiento a los resultados de aprendizaje y mecanismos de retroalimentación a los estudiantes. Se sugiere especificar claramente las asignaturas en las cuales se realizará seguimiento al desarrollo de las competencias y resultados de aprendizaje. La revisión de este numeral a la luz de la Resolución 21795 de 2020, resalta la importancia de organizar y completar la información solicitada en el artículo 21.

V. Organización de las actividades académicas y proceso formativo.

1. Se presentan un conjunto de estrategias, actividades y ambientes previstos para el proceso formativo de los estudiantes, que involucran los grupos de investigación, el director del trabajo de grado, las pasantías, entre otros. Se sugiere incluir una especificación de las diferentes relaciones TAD:TI que se aplicaron durante el diseño del plan de estudios con una descripción breve de la justificación para su selección.
2. No se plantean los requisitos de grado.
3. Se hace necesario revisar que se esté aportando toda la información solicitada en los artículos 23 y 24 de la Resolución 21795, si es necesario se citan las Tablas o Anexos en los cuales se ha detallado previamente la información solicitada, pero se requiere dar cuenta de cada uno de los literales involucrados.
4. Los planes de asignatura se encuentran en el Anexo A, y se realizan las siguientes observaciones:
    a. Todas las asignaturas utilizan el formato institucional aprobado para el diseño curricular de los programas a distancia y virtuales y definido en el Anexo A del Acuerdo 225 de 2010 y ratificado en la Guía Transitoria.
    b. El nombre de las asignaturas, horas teóricas, horas prácticas, horas de trabajo independiente y número de créditos coincide con lo definido en las Tabla 12 y 14 del plan de estudios.
    c. Todas las asignaturas están planteadas por competencias y describen las actividades de aprendizaje previstas, así como las estrategias de evaluación.
    d. La justificación en todas las asignaturas presenta la importancia de las competencias y contenidos abordados para el proceso formativo del Doctor en Ciencia del Sistema Terrestre, así como una descripción general de la intencionalidad formativa.
    e. En los propósitos de asignatura, se presentan las metas de enseñanza, pero deben sintetizarse y revisar el enfoque pues en algunos casos terminan siendo competencias, en las asignaturas Ciencia del suelo, Bioestratigrafía y biocronología, Cuencas sedimentarias, Paleoecología y evolución de los ecosistemas, Cambio climático y cambio global, Geoeducación, Geología planetaria.
    f. En la formulación de competencias de las asignaturas, se sugiere: **(i)** utilizar en la redacción de la competencia un verbo de acción que sea evidenciable y coherente con el propósito formativo, pues verbos como Conoce, Entiende, Estudie no son verificables, en las asignaturas Cuencas sedimentarias, Bioestratigrafía y biocronología, Ecosistemas marinos, Tópicos especiales en geoquímica; **(ii)** revisar que en todas las asignaturas se integren competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales, en cumplimiento de la intención de la formación integral y los referentes institucionales; **(iii)** revisar que se incluya la condición de referencia o utilidad de cada competencia, en las asignaturas Gestión y Transferencia del conocimiento, Propuesta de tesis doctoral I, II y III, Seminario I: Temas actuales de la ciencia del sistema terrestre, Seminario II. Avances y discusión de tema de tesis, Tesis Doctoral III, Tesis doctoral V, Meteorología, Historia ambiental, Geología médica y forense, Política y economía de georecursos; **(iv)** revisar la coherencia y claridad de la redacción en las asignaturas Gestión y Transferencia de conocimiento, Bioestratigrafía y biocronología, Ciencia del suelo, Paleoecología y evolución de los ecosistemas, Cambio climático y cambio global, Procesos hidroclimáticos, Ecosistemas marinos, Geología de recursos hídricos, especialmente en lo que respecta a la conjugación de la acción en 3ª persona del singular Identifica, Analiza, Aplica, Interpreta, Argumenta, Evalúa, Diseña, Calcula, etc.; **(v)** seleccionar un solo verbo que describa la acción a ejecutar, considerando el de mayor nivel cognitivo en la asignatura Bioestratigrafía y biocronología, Ciencia del suelo, Amenazas geológicas; **(vi)** reorganice la redacción de las competencias de acuerdo a su intencionalidad en las dimensiones cognitiva, procedimental y actitudinal en la asignatura Geoeducación.

g. En el sistema de evaluación se sugiere **(i)** incluir indicadores diferenciados que correspondan a acciones observables en los procesos evaluativos proyectados y vinculados con las competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales en todas las asignaturas, toda vez que en la evaluación debe verificarse el avance en el logro de todas las competencias vinculadas con la asignatura y cada asignatura aborda diferentes competencias; **(ii)** revisar la coherencia entre estrategias de evaluación y equivalencia cuantitativa en las asignaturas, pues se notan muy pocas variaciones en las asignaturas electivas; **(iii)** revisar los porcentajes asignados a los Previos en las asignaturas, pues se aprecia una preferencia de este tipo de estrategia en la equivalencia cuantitativa (alrededor del 50%), dejando de lado la importancia de la aplicación y las otras estrategias implementadas que acogen la colaboración, la producción textual y la comunicación, habilidades importantes y directamente relacionadas con los resultados de aprendizaje; **(iv)** en la sección de equivalencia cuantitativa especificar las consideraciones con las cuales se emitirá el concepto cualitativo de Aprobado en las asignaturas Gestión y transferencia de conocimiento, Seminario I: Temas actuales de la ciencia del sistema terrestre, Seminario II: Avances y discusión de tema de tesis, Seminario III: Ética en la investigación y comunicación científica, Tesis Doctoral I, II, III; **(v**) revisar la repetición de la equivalencia cuantitativa en las asignaturas Tesis Doctoral IV y V, de manera que se conforme una sola redacción; **(vi)** eliminar el texto "Componente teórico (100%)" pues no se considera que las asignaturas electivas solamente impliquen aspectos de tipo teórico, más aún cuando se plantean estrategias que implican la aplicación de conceptos en casos particulares; **(vii)** completar el sistema de evaluación incluyendo Indicadores, Estrategias y Equivalencia cuantitativa en las asignaturas Procesos hidroclimáticos.

h. Organizar los planes de asignatura por niveles.

VI. Investigación.

1. En la declaración de la Investigación e innovación se sugiere empezar referenciando las políticas institucionales que dan marco a la investigación en la UIS, citando el Proyecto Institucional y el Estatuto de Investigación - Acuerdo No. 043 del 2011, para luego sí especificar la manera como el programa define la investigación.
2. Se describen las estrategias para fortalecer la formación para la investigación en el programa dentro de las que se mencionan las asignaturas de Seminario I, II y III, no obstante, no se presenta la línea de asignaturas de Propuesta de Tesis de Doctoral I, II, III y Tesis doctoral I, II, III, IV, V vinculadas con el desarrollo de competencias en investigación y con el proceso institucional definido para la propuesta, aprobación y evaluación de la tesis doctoral. Se describen algunas estrategias a involucrar en el programa como resolución de problemas, acceso a laboratorios, revisión de bibliografía especializada, publicaciones y participación de conferencistas. Se sugiere especificar el desarrollo de la tesis doctoral acorde con lo especificado en el reglamento de posgrados e involucrar las estrategias que se abordarán en las electivas para profundizar en aspectos específicos de la investigación en algunas de las áreas.
3. En la descripción de las formas en que las actividades académicas se nutren de la investigación, se sugiere considerar que la realimentación de los resultados de investigación realizados por los grupos de investigación vinculados al programa puede ser tenida en cuenta en la actualización de las asignaturas que hacen parte del programa o la apertura de nuevas electivas, con el fin de mantener actualizado el currículo.
4. Se sintetizan los datos de los grupos de investigación, su categoría MinCiencias, áreas de desarrollo y líneas de investigación, además se cita el Anexo B con la información de los 8 grupos de investigación de otras Escuelas (todos en categoría A de MinCiencias) que apoyarán el programa de Doctorado y los dos grupos de la Escuela de Geología (en categoría A y C).
5. Se presenta una agenda de investigación e innovación para la vigencia del registro calificado.
6. La revisión de este numeral a la luz de la Resolución 21795 de 2020, resalta la importancia de especificar lo correspondiente al artículo 29 literal c, artículo 31literal d (una síntesis de productos con

citación al anexo correspondiente) y h. Puede que esta información se encuentre en el Anexo 5, pero se considera necesario sintetizarla en el cuerpo del documento mencionando cada uno de los literales solicitados.

VII. Relación con el sector externo.

Se recomienda incluir la cita a la normativa institucional que proporciona marco a las iniciativas de extensión de la UIS.

En el documento se plantea la vinculación del programa con el sector externo a través de la participación en cooperación y otras alianzas productivas, el vínculo con los egresados y el diálogo con los diferentes sectores de la sociedad. Se sugiere revisar la posibilidad de incluir proyectos de investigación, consultorías, informes técnicos, pruebas de laboratorio, pasantías y demás actividades de extensión que la Escuela de Geología realiza con las empresas de diversos sectores económicos, en coherencia con lo planteado en el plan de vinculación.

Se presenta un listado de convenios nacionales e internacionales existentes que podrían aportar al Doctorado y se cita el Anexo C, con 134 convenios internacionales y 29 convenios nacionales, de los cuales se sugiere seleccionar aquellos que le aportarían directamente al programa.

VIII. Profesores

Se realiza la descripción de Características del grupo de profesores, Perfiles, Asignación y gestión de las actividades de los profesores, Permanencia, desarrollo y capacitación profesoral y Seguimiento y evaluación de profesores, acorde con lo especificado en la normativa nacional. Se abordan los principales elementos de la Guía Transitoria y la Resolución 21795, no obstante, se sugiere complementar lo solicitado en el artículo 38 literal a, b.4, b.5, artículo 42 literal b y artículo 44 literal d. De igual manera se sugiere organizar subtítulos con cada uno de los literales de las evidencias solicitadas, para hacer más evidente la relación de cada uno de los componentes solicitados.

IX. Medios educativos

Se describen los recursos de biblioteca, el acceso a recursos electrónicos, el CENTIC, los recursos de conectividad y videoconferencia en el edificio Jorge Bautista Vesga, de igual manera los laboratorios especializados que se ponen a disposición del programa en la sede Bucaramanga y en el Parque Tecnológico de Guatiguará. Se sugiere incluir el uso del aula virtual de aprendizaje Moodle, Zoom y Teams. De igual manera se presentan el Plan de adquisición y el Plan de mantenimiento de acuerdo con la política presupuestal institucional, los procesos para la asignación de medios y las estrategias para garantizar la atención a las barreras de acceso. Se sugiere revisar las evidencias solicitadas en la Resolución 21795, artículo 46 literales b, c; y complementar lo correspondiente al artículo 48 literales b y c.

X. Infraestructura física y tecnológica.

En la infraestructura física y tecnológica se presenta la disponible en la UIS, en la sede Guatiguará y la infraestructura específica del Edificio Jorge Bautista Vesga al servicio del programa. Se describen los recursos tecnológicos y los compromisos presupuestales para renovación de licencias de software institucional y se listan los sistemas de información disponibles de la UIS. Se sugiere organizar de acuerdo con las evidencias solicitadas en la Resolución 21795 artículo 50 y 52.

XI. Evaluación del programa

Se presenta la normativa que da marco a los procesos de autoevaluación de los programas académicos en la Universidad y se describe el proceso correspondiente.

Corresponde a Planeación realizar el análisis de aspectos reglamentarios, financieros, administrativos y de gestión del programa de forma que se ajusten a la normatividad nacional e institucional vigente.

El documento se encuentra organizado en las secciones de primer nivel siguiendo las pautas proporcionadas por la Guía Transitoria para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS aprobada el 17 de agosto de 2021 no obstante y con base en los conceptos emitidos por el Ministerio de Educación Nacional, se sugiere que cada sección incluya como subtítulos las evidencias solicitadas por la Resolución 21795 de 2020, para hacer explícita la relación de cada uno de los componentes solicitados. Se recomienda corregir algunos aspectos de forma como errores de digitación y de redacción señalados en el documento digital, que se adjunta a este concepto.

Finalmente, la continuación del proceso queda pendiente, en espera de una nueva versión del documento que contemple las observaciones que se consideren pertinentes.



Adriana Rocío Lizcano Dallos
Revisora del documento curricular

2150
Bucaramanga, septiembre 12 de 2022

Doctora
ALEXANDRA CORTÉS AGUILAR
Directora de Planeación
Universidad Industrial de Santander
Presente

Respetado Doctora Cortés Aguilar:

Una vez realizada la revisión de la nueva versión del documento de creación del programa de **Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre**, me permito adjuntar las respectivas observaciones.

La continuación del proceso queda pendiente, en espera de una nueva versión del documento que contemple las observaciones que se consideren pertinentes.

Cordialmente,

ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ
Directora
Centro para el Desarrollo de la Docencia –CEDEDUIS

Anexos: Observaciones a la propuesta
Documento PEP con resaltados y comentarios.

OBSERVACIONES AL DOCUMENTO DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE

Séptimo concepto

A continuación, se enumeran los aspectos a resaltar en esta nueva versión del documento de Creación del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre que la Universidad Industrial de Santander proyecta ofrecer en la ciudad de Bucaramanga, tomando como base los siguientes documentos de normativa nacional e institucional:

- Decreto 1330 de 2019 emitido por el Ministerio de Educación Nacional,
- Resolución 21795 del 19 de noviembre de 2020 emitida por el Ministerio de Educación Nacional,
- Guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS aprobada el 17 de agosto de 2021.
- Lineamientos para gestión curricular de programas académicos aprobados por Consejo Académico el 29 de septiembre de 2020.
- Referentes Institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.
- Reglamento general de posgrado

I. Contexto del programa.

Incluyen la misión y la visión de la Escuela de Geología, así como los programas ofrecidos por la unidad.

II. Identificación del programa.

El programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, se plantea en modalidad presencial, con una duración de ocho (8) semestres académicos, con admisión por cohorte semestral para cinco (5) estudiantes y con 100 créditos académicos.

Se sintetizan los argumentos para la selección de la denominación, enfocado en el nombre planteado por el Science Education Resource Center – Calenton College, la intención formativa del programa y la proyección de la UIS con respecto a la formación doctoral, el nivel de formación de Doctorado, los contenidos curriculares y el perfil del egresado; según lo solicitado en el Artículo 7 de la Resolución 021795 de 2020.

III. Consideraciones para el ingreso al programa

Se describen las características académicas, personales y motivacionales del aspirante al programa, donde se resalta la posibilidad de ingreso de una amplia diversidad de profesionales en las áreas de ciencias e ingeniería, así como la síntesis del proceso de admisión al programa según lo establecido en el reglamento general de posgrado. Se especifica un proceso de nivelación para los candidatos que involucra dos asignaturas Introducción a las Geociencias y otra asignatura del plan de estudios del pregrado en Geología, define sus requisitos de acuerdo con los artículos correspondientes del Reglamento de posgrados.

IV. Propuesta Curricular.

1. En las páginas 11- 20 se presenta un análisis de la oferta nacional e internacional, en el área. Asimismo, se realiza un análisis de matriculados, graduados y de empleabilidad en un conjunto de programas seleccionados a nivel nacional y se sacan conclusiones al respecto.
2. En el análisis de oportunidades de desarrollo socioeconómico, tecnológico o cultural se plantea la apuesta regional por la formación a nivel doctoral, así como el mejoramiento del ecosistema de innovación.
3. Se hace explícitos los rasgos distintivos del programa, que incluyen la posibilidad de admisión de diversidad de profesiones, el enfoque metodológico basado en problemas y ejecutado por proyectos, así como el carácter interdisciplinar y transversal de los problemas abordados.
4. En la sección 4.1.4 se describen los desafíos académicos, formativos de extensión y científicos, vinculados con la implementación de las políticas nacionales en asuntos ambientales y sociales, especialmente lo relacionado con el sector minero-energético.
5. En la sección 4.1.5 se presenta una justificación de la modalidad presencial y la oferta en la sede Bucaramanga, argumentada en las condiciones requeridas para el desarrollo de las competencias en investigación del programa, así como la dedicación requerida y la disposición de recursos. Además, se mencionan los subsidios previstos para que los estudiantes puedan cumplir con la dedicación requerida.
6. La conceptualización teórica y epistemológica (numeral 4.2) presenta el concepto de geología, la evolución de dicha área de conocimiento en el país y el significado del abordaje actual de Ciencia del Sistema Terrestre y su carácter interdisciplinar, se definen las líneas de investigación del programa y su relación con los grupos de investigación, así: (i) Geosfera, (ii) Geosfera+Pedosfera+Biosfera, (iii) Geosfera + Pedosfera + Biosfera + Hidrosfera + Atmosfera, (iv) Geosfera + Antroposfera.
7. El objeto de estudio del programa es el sistema Tierra desde la integración de las ciencias físicas, químicas, biológicas y sociales y la interacción con los seres humanos.
8. Los propósitos del programa son coherentes con las intencionalidades formativas expresadas en el perfil de egreso y el nivel de formación de doctorado en términos de la creación de conocimiento científico. Además, expresan las intencionalidades del programa en las funciones de docencia, investigación y extensión.
9. En el componente formativo se hace explícita la organización del plan de estudios en tres niveles: Básico, Intermedio y Avanzado.
10. En el plan de estudios propuesto (Tabla 12) el cálculo de (HT+HP+HTI) y la correspondencia en número de créditos es coherente. En general las horas HIP del programa corresponden a 784 y las horas HTI corresponden a 4016, que suman 4800 horas totales del programa, que corresponden a los 100 créditos planteados. La relación entre horas HIP:HTI, presenta diferencias entre las asignaturas 1 HIP:3 HTI, las actividades académicas de Propuesta de tesis doctoral (I, II, III) con una relación 1 HIP:4 HTI y la Tesis doctoral I que tiene una relación 1HIP:4 HTI y Tesis Doctoral II, III, IV y V que tienen una relación de 1 HIP:11 HTI. Todas las relaciones HIP y HTI cumplen con los rangos definidos en los Referentes Institucionales en las Tablas 8 y 9.
11. Se presentan requisitos en la línea vinculada con la tesis doctoral, que incluyen la Propuesta de Tesis Doctoral I, II, III y la Tesis Doctoral I, II, III, IV, V, es decir que la ruta crítica involucra todos los niveles del programa, es decir el 100% del programa. Ahora bien, esto es comprensible debido a la importancia de la misma en los estudios doctorales.
12. Se resalta que todas las horas HIP corresponden a horas teóricas, no se encuentra asignación de horas prácticas, no obstante, la importancia de la aplicación práctica de los conceptos abordados en la tesis doctoral, y la implicación de la práctica en la solución de problemas del contexto como se remarca en los propósitos del programa. Se entiende que institucionalmente se privilegie las horas teóricas por las implicaciones de gestión académica que conllevan, pero se quiere dejar esta anotación para la consideración institucional.

13. La revisión del plan de estudios con base en los lineamientos para gestión curricular de programas académicos aprobados por Consejo Académico el 29 de septiembre de 2020, presenta lo siguiente:
    - Los niveles I, II, III y IV cumplen con los rangos de créditos mínimo y máximo estipulado en el lineamiento (entre 13 y 16). Sin embargo, en el nivel V, VI, VII y VIII se tienen 12 créditos académicos por nivel, que está por debajo del rango inferior, lo anterior se entiende pues la dedicación de tiempo se centra en el desarrollo de la tesis doctoral
    - Se incluyen cuatro (4) asignaturas electivas para un total de 16 créditos, que corresponden al 16 % de los créditos del plan de estudios.
    - Se presentan requisitos entre asignaturas y la ruta crítica está vinculada con las asignaturas Propuesta de tesis doctoral I, II, III, Tesis Doctoral I, II, III, IV y V, que va del nivel I al VIII, es decir el 100% de la duración del programa. Se entiende que estos requisitos están vinculados con el buen desarrollo del trabajo doctoral y no se observan cambios en la nueva versión, por lo cual se considera que la decisión del colectivo del programa se mantiene.
    - Para el desarrollo de la tesis doctoral se incluyen Tesis Doctoral I, II, III, IV y V desde el IV nivel.
14. Se formulan 6 resultados de aprendizaje para la formación a nivel de Doctorado, de los cuales 6 corresponden a aspectos de la profesión y no se observa alguno que corresponda a aspectos actitudinales y axiológicos. De igual manera se observa que no está involucrados los aspectos éticos de la investigación, ni consideraciones alrededor de lo ambiental.
15. No obstante, se definen un conjunto de ocho (8) competencias generales, que se vinculan con el perfil de egreso, de las cuales cuatro (4) corresponden a específicas, dos (2) son genéricas y dos (2) son ciudadanas. En la Tabla 15 se presenta la relación entre competencias y resultados de aprendizaje, así como las actividades académicas vinculadas a cada una de ellas.
16. En el perfil de egreso (numeral 4.5.3) se plantea un perfil general del programa acorde con la misión institucional, los resultados de aprendizaje y las competencias del programa.
17. La revisión del componente formativo a partir de la Resolución 021795 muestra que se incluyen los diferentes aspectos, en coherencia con el plan de estudios y lo expresado en el Modelo Pedagógico UIS21 y los Referentes Institucionales.
18. En el numeral 4.6.1 del componente pedagógico se cita la actualización del modelo pedagógico de la UIS y el Proyecto Institucional, se destacan los valores y principios, así como un conjunto de lineamientos que orientan las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Se describen las estrategias pedagógicas implementadas en general en las actividades académicas. En el recurso humano que apoya el componente se mencionan los profesores, los auxiliares de laboratorio, el director de tesis doctoral y los colaboradores de los grupos de investigación, todos los cuales interactúan para favorecer el desarrollo de las competencias de los estudiantes del Doctorado. En las estrategias de interacción se incluyen actividades académicas y espacios académicos macro, meso y micro-curriculares, así como de interacción con los grupos de investigación.
19. En el componente de interacción (numeral 4.7) se sugiere revisar la redacción inicial en la sección "Descripción de la forma en la cual se evidencia…" pues no es clara la conexión de los párrafos con la intención de la sección. Los demás elementos de la sección muestran coherencia con las características del programa y el plan de actividades para favorecer la internacionalización involucra proyectos, movilidad entrante y saliente de profesores y estudiantes, así como participación en eventos científicos internacionales.
20. En los mecanismos de evaluación se cita el Reglamento general de posgrado, se describe el proceso de desarrollo de la tesis doctoral, se definen mecanismos generales para hacer seguimiento a los resultados de aprendizaje enfocados en las estrategias de evaluación definidas para cada una de las actividades académicas en el plan correspondiente, así como los mecanismos de retroalimentación a los estudiantes. En esta nueva versión, se mantiene la generalidad en lo que corresponde al seguimiento al desarrollo de las competencias y resultados de aprendizaje y

no se hacen precisiones sobre puntos de medición específicos de los resultados y competencias a lo largo del plan de estudios, ni las formas de evaluación a implementar; por tanto, se entiende que la Escuela no acogió la sugerencia realizada al respecto.

V. Organización de las actividades académicas y proceso formativo.

1. Se presentan un conjunto de estrategias, actividades y ambientes previstos para el proceso formativo de los estudiantes, que involucran los grupos de investigación, el director del trabajo de grado, las pasantías, entre otros. Se incluye una especificación de las diferentes relaciones TAD:TI que se aplicaron durante el diseño del plan de estudios.
2. La revisión de la información aportada con respecto a lo solicitado en los artículos 23 y 24 de la Resolución 21795, muestra que se da cuenta de cada uno de los literales involucrados.
3. Los planes de asignatura se encuentran en el Anexo A, y se realizan las siguientes observaciones:
    a. Todas las asignaturas utilizan el formato institucional aprobado para el diseño curricular de los programas a distancia y virtuales y definido en el Anexo A del Acuerdo 225 de 2010 y ratificado en la Guía Transitoria.
    b. El nombre de las asignaturas, horas teóricas, horas prácticas, horas de trabajo independiente y número de créditos coincide con lo definido en las Tabla 12 y 14 del plan de estudios.
    c. Todas las asignaturas están planteadas por competencias y describen las actividades de aprendizaje previstas, así como las estrategias de evaluación.
    d. La justificación en todas las asignaturas presenta la importancia de las competencias y contenidos abordados para el proceso formativo del Doctor en Ciencia del Sistema Terrestre, así como una descripción general de la intencionalidad formativa.
    e. En los propósitos de asignatura, se presentan las metas de enseñanza, en coherencia con las competencias y los contenidos. Se recomienda sintetiza los propósitos y revisar el enfoque pues terminan siendo competencias, en la actividad académica Paleoecología y paleogeografía; además de mejorar la redacción en la actividad académica Geología planetaria.
    f. En la formulación de competencias de las asignaturas, se mantienen algunos inconvenientes en la redacción, por lo que se reitera la sugerencia de: **(i)** utilizar en la redacción de la competencia un verbo de acción que sea evidenciable y coherente con el propósito formativo, pues verbos como Conoce, Entiende, Estudie no son verificables, en las asignaturas Cuencas sedimentarias, Tópicos especiales en geoquímica; **(ii)** revisar que en todas las asignaturas se integren competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales, en cumplimiento de la intención de la formación integral y los referentes institucionales; **(iii)** revisar que se incluya la condición de referencia o utilidad de cada competencia, en las asignaturas Propuesta de tesis doctoral II y III, Tesis Doctoral III, Tesis doctoral V, Meteorología, Historia ambiental, Geología médica y forense, Política y economía de georecursos, Bioestratigrafía y biocronología, Geología de recursos hídricos; **(iv)** revisar la coherencia y claridad de la redacción en las asignaturas Gestión y Transferencia de conocimiento, Paleoecología y paleogeografía, Procesos hidroclimáticos, Ecosistemas marinos, Geología de recursos hídricos, Amenazas geológicas, especialmente en lo que respecta a la conjugación de la acción en 3ª persona del singular Identifica, Analiza, Aplica, Interpreta, Argumenta, Evalúa, Diseña, Calcula, etc.; **(v)** revisar la inclusión de la actividad de Leer como una competencia en la asignatura Ecosistemas marinos, pues no corresponde con la definición de competencia.
    g. En el sistema de evaluación se sugiere **(i)** incluir indicadores diferenciados que correspondan a acciones observables en los procesos evaluativos proyectados y vinculados con las competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales en todas las asignaturas, toda vez que en la evaluación debe verificarse el avance en el logro de todas las competencias

vinculadas con la asignatura y cada asignatura aborda diferentes competencias; **(ii)** revisar la coherencia entre estrategias de evaluación y equivalencia cuantitativa en las asignaturas, pues se notan muy pocas variaciones en las asignaturas electivas; **(iii)** se reitera la sugerencia de revisar los porcentajes asignados a los Previos en las asignaturas, pues se aprecia una preferencia de este tipo de estrategia en la equivalencia cuantitativa (alrededor del 50%), dejando de lado la importancia de la aplicación y las otras estrategias implementadas que acogen la colaboración, la producción textual y la comunicación, habilidades importantes y directamente relacionadas con los resultados de aprendizaje; **(iv)** en la sección de equivalencia cuantitativa especificar las consideraciones con las cuales se emitirá el concepto cualitativo de Tesis Doctoral I, II, III, IV, V.

VI. Investigación.

1. En la declaración de la Investigación e innovación se empieza referenciando las políticas institucionales que dan marco a la investigación en la UIS, citando el Proyecto Institucional y el Estatuto de Investigación - Acuerdo No. 043 del 2011, para luego especificar la manera como el programa define la investigación.
2. Se describen las estrategias para fortalecer la formación para la investigación en el programa dentro de las que se mencionan las asignaturas de Seminario I, II y III, así como la línea de asignaturas de Propuesta de Tesis de Doctoral I, II, III y Tesis doctoral I, II, III, IV, V vinculadas con el desarrollo de competencias en investigación y con el proceso institucional definido para la propuesta, aprobación y evaluación de la tesis doctoral.
3. Se describen las estrategias a involucrar en el programa como resolución de problemas, acceso a laboratorios, revisión de bibliografía especializada, publicaciones y participación de conferencista, así como el desarrollo de la tesis doctoral y la profundización en áreas específicas que se aborda mediante las electivas.
4. En la descripción de las formas en que las actividades académicas se nutren de la investigación, se considera la realimentación de los resultados de investigación realizados por los grupos de investigación, así como la experiencia de investigación de los profesores y las posibilidades de trabajo en proyectos de investigación de los grupos.
5. Se sintetizan los datos de los grupos de investigación, su categoría MinCiencias, áreas de desarrollo y líneas de investigación, además se cita el Anexo B con la información de los 8 grupos de investigación de otras Escuelas (todos en categoría A de MinCiencias) que apoyarán el programa de Doctorado y los dos grupos de la Escuela de Geología (en categoría A y C).
6. Se presenta una agenda de investigación e innovación para la vigencia del registro calificado.
7. Para la producción de investigación e innovación se cita el Anexo 5.

VII. Relación con el sector externo.

Se cita la normativa institucional que proporciona marco a las iniciativas de extensión de la UIS.
En el documento se plantea la vinculación del programa con el sector externo a través de la participación en cooperación y otras alianzas productivas, el vínculo con los egresados y el diálogo con los diferentes sectores de la sociedad, el desarrollo de proyectos de investigación, consultorías, informes técnicos, pruebas de laboratorio, pasantías y demás actividades de extensión que la Escuela de Geología realiza con las empresas de diversos sectores económicos, en coherencia con lo planteado en el plan de vinculación.
Se presenta un listado de convenios nacionales e internacionales existentes que podrían aportar al Doctorado y se cita el Anexo C, con 134 convenios internacionales y 29 convenios nacionales, de los cuales se sugiere seleccionar aquellos que le aportarían directamente al programa.

VIII. Profesores

Se realiza la descripción de Características del grupo de profesores, Perfiles, Asignación y gestión de las actividades de los profesores, Permanencia, desarrollo y capacitación profesoral

y Seguimiento y evaluación de profesores, acorde con lo especificado en la normativa nacional. Se abordan los principales elementos de la Guía Transitoria y la Resolución 21795 y se organizó el capítulo de acuerdo con los artículos correspondientes de la Resolución 21795.

IX. Medios educativos

Se describen los recursos de biblioteca, el acceso a recursos electrónicos, el CENTIC, los recursos de conectividad y videoconferencia en el edificio Jorge Bautista Vesga, de igual manera los laboratorios especializados que se ponen a disposición del programa en la sede Bucaramanga y en el Parque Tecnológico de Guatiguará, así como el aula virtual de aprendizaje Moodle, Zoom y Teams. De igual manera se presentan el Plan de adquisición y el Plan de mantenimiento de acuerdo con la política presupuestal institucional, los procesos para la asignación de medios y las estrategias para garantizar la atención a las barreras de acceso. La información se organiza de acuerdo con lo solicitado en la Resolución 21795.

X. Infraestructura física y tecnológica.

En la infraestructura física y tecnológica se presenta la disponible en la UIS, en la sede Guatiguará y la infraestructura específica del Edificio Jorge Bautista Vesga al servicio del programa. Se describen los recursos tecnológicos y los compromisos presupuestales para renovación de licencias de software institucional y se listan los sistemas de información disponibles de la UIS. Se encuentra organizada de acuerdo con las evidencias solicitadas en la Resolución 21795 artículo 50 y 52.

XI. Evaluación del programa

Se presenta la normativa que da marco a los procesos de autoevaluación de los programas académicos en la Universidad y se describe el proceso correspondiente.

Corresponde a Planeación realizar el análisis de aspectos reglamentarios, financieros, administrativos y de gestión del programa de forma que se ajusten a la normatividad nacional e institucional vigente.

El documento se encuentra organizado siguiendo las pautas proporcionadas por la Guía Transitoria para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS aprobada el 17 de agosto de 2021, además de las evidencias solicitadas por la Resolución 21795 de 2020.

Finalmente, la continuación del proceso queda pendiente, en espera de una nueva versión del documento que contemple las observaciones que se consideren pertinentes.



Adriana Rocío Lizcano Dallos
Revisora del documento curricular

2150
Bucaramanga, noviembre 21 de 2022

Doctora
ALEXANDRA CORTÉS AGUILAR
Directora de Planeación
Universidad Industrial de Santander
Presente

Respetado Doctora Cortés Aguilar:

Una vez realizada la revisión de la nueva versión del documento de creación del programa de **Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre**, me permito adjuntar las respectivas observaciones.

Se considera que esta última versión acoge las recomendaciones realizadas desde el CEDEDUIS y por ende puede continuar el trámite institucional correspondiente.

Cordialmente,

ESPERANZA REVELO JIMÉNEZ
Directora
Centro para el Desarrollo de la Docencia –CEDEDUIS

Anexos: Observaciones a la propuesta

OBSERVACIONES AL DOCUMENTO DE CREACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE

Octavo concepto

A continuación, se enumeran los aspectos a resaltar en esta nueva versión del documento de Creación del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre que la Universidad Industrial de Santander proyecta ofrecer en la ciudad de Bucaramanga, tomando como base los siguientes documentos de normativa nacional e institucional:

- Decreto 1330 de 2019 emitido por el Ministerio de Educación Nacional,
- Resolución 21795 del 19 de noviembre de 2020 emitida por el Ministerio de Educación Nacional,
- Guía transitoria del Consejo Académico para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS aprobada el 17 de agosto de 2021.
- Lineamientos para gestión curricular de programas académicos aprobados por Consejo Académico el 29 de septiembre de 2020.
- Referentes Institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad Industrial de Santander.
- Reglamento general de posgrado

I. Contexto del programa.

Incluyen la misión y la visión de la Escuela de Geología, así como los programas ofrecidos por la unidad.

II. Identificación del programa.

El programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se plantea en modalidad presencial, con una duración de ocho (8) semestres académicos, con admisión por cohorte semestral para cinco (5) estudiantes y con 100 créditos académicos.

Se sintetizan los argumentos para la selección de la denominación, enfocado en el nombre planteado por el Science Education Resource Center – Calenton College, la intención formativa del programa y la proyección de la UIS con respecto a la formación doctoral, el nivel de formación de Doctorado, los contenidos curriculares y el perfil del egresado; según lo solicitado en el Artículo 7 de la Resolución 021795 de 2020.

III. Consideraciones para el ingreso al programa

Se describen las características académicas, personales y motivacionales del aspirante al programa, donde se resalta la posibilidad de ingreso de una amplia diversidad de profesionales en las áreas de ciencias e ingeniería, así como la síntesis del proceso de admisión al programa según lo establecido en el reglamento general de posgrado. Se especifica un proceso de nivelación para los candidatos que involucra dos asignaturas Introducción a las Geociencias y otra asignatura del plan de estudios del pregrado en Geología, define sus requisitos de acuerdo con los artículos correspondientes del Reglamento de posgrados.

IV. Propuesta Curricular.

1. En las páginas 11- 20 se presenta un análisis de la oferta nacional e internacional, en el área. Asimismo, se realiza un análisis de matriculados, graduados y de empleabilidad en un conjunto de programas seleccionados a nivel nacional y se sacan conclusiones al respecto.
2. En el análisis de oportunidades de desarrollo socioeconómico, tecnológico o cultural se plantea la apuesta regional por la formación a nivel doctoral, así como el mejoramiento del ecosistema de innovación.
3. Se hace explícitos los rasgos distintivos del programa, que incluyen la posibilidad de admisión de diversidad de profesiones, el enfoque metodológico basado en problemas y ejecutado por proyectos, así como el carácter interdisciplinar y transversal de los problemas abordados.
4. En la sección 4.1.4 se describen los desafíos académicos, formativos de extensión y científicos, vinculados con la implementación de las políticas nacionales en asuntos ambientales y sociales, especialmente lo relacionado con el sector minero-energético.
5. En la sección 4.1.5 se presenta una justificación de la modalidad presencial y la oferta en la sede Bucaramanga, argumentada en las condiciones requeridas para el desarrollo de las competencias en investigación del programa, así como la dedicación requerida y la disposición de recursos. Además, se mencionan los subsidios previstos para que los estudiantes puedan cumplir con la dedicación requerida.
6. La conceptualización teórica y epistemológica (numeral 4.2) presenta el concepto de geología, la evolución de dicha área de conocimiento en el país y el significado del abordaje actual de Ciencia del Sistema Terrestre y su carácter interdisciplinar, se definen las líneas de investigación del programa y su relación con los grupos de investigación, así: (i) Geosfera, (ii) Geosfera+Pedosfera+Biosfera, (iii) Geosfera + Pedosfera + Biosfera + Hidrosfera + Atmosfera, (iv) Geosfera + Antroposfera.
7. El objeto de estudio del programa es el sistema Tierra desde la integración de las ciencias físicas, químicas, biológicas y sociales y la interacción con los seres humanos.
8. Los propósitos del programa son coherentes con las intencionalidades formativas expresadas en el perfil de egreso y el nivel de formación de doctorado en términos de la creación de conocimiento científico. Además, expresan las intencionalidades del programa en las funciones de docencia, investigación y extensión.
9. En el componente formativo se hace explícita la organización del plan de estudios en tres niveles: Básico, Intermedio y Avanzado.
10. En el plan de estudios propuesto (Tabla 12) el cálculo de (HT+HP+HTI) y la correspondencia en número de créditos es coherente. En general las horas HIP del programa corresponden a 784 y las horas HTI corresponden a 4016, que suman 4800 horas totales del programa, que corresponden a los 100 créditos planteados. La relación entre horas HIP:HTI, presenta diferencias entre las asignaturas 1 HIP:3 HTI, las actividades académicas de Propuesta de tesis doctoral (I, II, III) con una relación 1 HIP:4 HTI y la Tesis doctoral I que tiene una relación 1HIP:4 HTI y Tesis Doctoral II, III, IV y V que tienen una relación de 1 HIP:11 HTI. Todas las relaciones HIP y HTI cumplen con los rangos definidos en los Referentes Institucionales en las Tablas 8 y 9.

11. Se presentan requisitos en la línea vinculada con la tesis doctoral, que incluyen la Propuesta de Tesis Doctoral I, II, III y la Tesis Doctoral I, II, III, IV, V, es decir que la ruta crítica involucra todos los niveles del programa, es decir el 100% del programa. Ahora bien, esto es comprensible debido a la importancia de la misma en los estudios doctorales.
12. Se resalta que todas las horas HIP corresponden a horas teóricas, no se encuentra asignación de horas prácticas, no obstante, la importancia de la aplicación práctica de los conceptos abordados en la tesis doctoral, y la implicación de la práctica en la solución de problemas del contexto como se remarca en los propósitos del programa. Se entiende que institucionalmente se privilegie las horas teóricas por las implicaciones de gestión académica que conllevan, pero se quiere dejar esta anotación para la consideración institucional.
13. La revisión del plan de estudios con base en los lineamientos para gestión curricular de programas académicos aprobados por Consejo Académico el 29 de septiembre de 2020, presenta lo siguiente:
    - Los niveles I, II, III y IV cumplen con los rangos de créditos mínimo y máximo estipulado en el lineamiento (entre 13 y 16). Sin embargo, en el nivel V, VI, VII y VIII se tienen 12 créditos académicos por nivel, que está por debajo del rango inferior, lo anterior se entiende pues la dedicación de tiempo se centra en el desarrollo de la tesis doctoral
    - Se incluyen cuatro (4) asignaturas electivas para un total de 16 créditos, que corresponden al 16 % de los créditos del plan de estudios.
    - Se presentan requisitos entre asignaturas y la ruta crítica está vinculada con las asignaturas Propuesta de tesis doctoral I, II, III, Tesis Doctoral I, II, III, IV y V, que va del nivel I al VIII, es decir el 100% de la duración del programa. Se entiende que estos requisitos están vinculados con el buen desarrollo del trabajo doctoral y no se observan cambios en la nueva versión, por lo cual se considera que la decisión del colectivo del programa se mantiene.
    - Para el desarrollo de la tesis doctoral se incluyen Tesis Doctoral I, II, III, IV y V desde el IV nivel.
14. Se formulan 7 resultados de aprendizaje para la formación a nivel de Doctorado, de los cuales 6 corresponden a aspectos de la profesión y 1 a aspectos actitudinales y axiológicos, este último involucra la responsabilidad social y ambiental. En los resultados vinculados con el desarrollo de proyectos y la argumentación se hace explícito el uso de los criterios científicos.
15. No obstante, se definen un conjunto de ocho (8) competencias generales, que se vinculan con el perfil de egreso, de las cuales cuatro (4) corresponden a específicas, dos (2) son genéricas y dos (2) son ciudadanas. En la Tabla 15 se presenta la relación entre competencias y resultados de aprendizaje, así como las actividades académicas vinculadas a cada una de ellas.
16. En el perfil de egreso (numeral 4.5.3) se plantea un perfil general del programa acorde con la misión institucional, los resultados de aprendizaje y las competencias del programa.

17. La revisión del componente formativo a partir de la Resolución 021795 muestra que se incluyen los diferentes aspectos, en coherencia con el plan de estudios y lo expresado en el Modelo Pedagógico UIS21 y los Referentes Institucionales.
18. En el numeral 4.6.1 del componente pedagógico se cita la actualización del modelo pedagógico de la UIS y el Proyecto Institucional, se destacan los valores y principios, así como un conjunto de lineamientos que orientan las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Se describen las estrategias pedagógicas implementadas en general en las actividades académicas. En el recurso humano que apoya el componente se mencionan los profesores, los auxiliares de laboratorio, el director de tesis doctoral y los colaboradores de los grupos de investigación, todos los cuales interactúan para favorecer el desarrollo de las competencias de los estudiantes del Doctorado. En las estrategias de interacción se incluyen actividades y espacios académicos macro, meso y micro curriculares, así como de interacción con los grupos de investigación.
19. En el componente de interacción (numeral 4.7) se describen las formas propuestas para la vinculación del programa de Doctorado con las problemáticas del entorno, la articulación con el proceso formativo y de investigación, así como la internacionalización.
20. En los mecanismos de evaluación se cita el Reglamento general de posgrado, se describe el proceso de desarrollo de la tesis doctoral, se definen mecanismos generales para hacer seguimiento a los resultados de aprendizaje enfocados en las estrategias de evaluación definidas para cada una de las actividades académicas en el plan correspondiente, así como los mecanismos de retroalimentación a los estudiantes. En esta nueva versión, se mantiene la generalidad en lo que corresponde al seguimiento al desarrollo de las competencias y resultados de aprendizaje y no se hacen precisiones sobre puntos de medición específicos de los resultados y competencias a lo largo del plan de estudios, ni las formas de evaluación a implementar; por tanto, se entiende que la Escuela no acogió la sugerencia realizada al respecto.

V. Organización de las actividades académicas y proceso formativo.

1. Se presentan un conjunto de estrategias, actividades y ambientes previstos para el proceso formativo de los estudiantes, que involucran los grupos de investigación, el director del trabajo de grado, las pasantías, entre otros. Se incluye una especificación de las diferentes relaciones TAD:TI que se aplicaron durante el diseño del plan de estudios.

2. La revisión de la información aportada con respecto a lo solicitado en los artículos 23 y 24 de la Resolución 21795, muestra que se da cuenta de cada uno de los literales involucrados.

3. Los planes de asignatura se encuentran en el Anexo A, y se realizan las siguientes observaciones:

a. Todas las asignaturas utilizan el formato institucional aprobado para el diseño curricular de los programas a distancia y virtuales y definido en el Anexo A del Acuerdo 225 de 2010 y ratificado en la Guía Transitoria.
b. El nombre de las asignaturas, horas teóricas, horas prácticas, horas de trabajo independiente y número de créditos coincide con lo definido en las Tabla 12 y 14 del plan de estudios.
c. Todas las asignaturas están planteadas por competencias y describen las actividades de aprendizaje previstas, así como las estrategias de evaluación.

d. La justificación en todas las actividades académicas presenta la importancia de las competencias y contenidos abordados para el proceso formativo del Doctor en Ciencia del Sistema Terrestre, así como una descripción general de la intencionalidad formativa.
e. En los propósitos de asignatura, se presentan las metas de enseñanza, en coherencia con las competencias y los contenidos.
f. En la formulación de competencias de las asignaturas se plantean las metas formativas acordes con el propósito y los contenidos.
g. En el sistema de evaluación se incluyen indicadores de aprendizaje, estrategias y consideraciones para la equivalencia cuantitativa o la emisión del concepto cualitativo según corresponde.

VI. Investigación.

1. En la declaración de la Investigación e innovación se empieza referenciando las políticas institucionales que dan marco a la investigación en la UIS, citando el Proyecto Institucional y el Estatuto de Investigación - Acuerdo No. 043 del 2011, para luego especificar la manera como el programa define la investigación.
2. Se describen las estrategias para fortalecer la formación para la investigación en el programa dentro de las que se mencionan las asignaturas de Seminario I, II y III, así como la línea de asignaturas de Propuesta de Tesis de Doctoral I, II, III y Tesis doctoral I, II, III, IV, V vinculadas con el desarrollo de competencias en investigación y con el proceso institucional definido para la propuesta, aprobación y evaluación de la tesis doctoral.
3. Se describen las estrategias a involucrar en el programa como resolución de problemas, acceso a laboratorios, revisión de bibliografía especializada, publicaciones y participación de conferencista, así como el desarrollo de la tesis doctoral y la profundización en áreas específicas que se aborda mediante las electivas.
4. En la descripción de las formas en que las actividades académicas se nutren de la investigación, se considera la realimentación de los resultados de investigación realizados por los grupos de investigación, así como la experiencia de investigación de los profesores y las posibilidades de trabajo en proyectos de investigación de los grupos.
5. Se sintetizan los datos de los grupos de investigación, su categoría MinCiencias, áreas de desarrollo y líneas de investigación, además se cita el Anexo B con la información de los 8 grupos de investigación de otras Escuelas (todos en categoría A de MinCiencias) que apoyarán el programa de Doctorado y los dos grupos de la Escuela de Geología (en categoría A y C).
6. Se presenta una agenda de investigación e innovación para la vigencia del registro calificado.
7. Para la producción de investigación e innovación se cita el Anexo 5.

VII. Relación con el sector externo.

Se cita la normativa institucional que proporciona marco a las iniciativas de extensión de la UIS.
En el documento se plantea la vinculación del programa con el sector externo a través de la participación en cooperación y otras alianzas productivas, el vínculo con los egresados y el diálogo con los diferentes sectores de la sociedad, el desarrollo de proyectos de investigación, consultorías, informes técnicos, pruebas de laboratorio, pasantías y demás actividades de

extensión que la Escuela de Geología realiza con las empresas de diversos sectores económicos, en coherencia con lo planteado en el plan de vinculación.
Se presenta un listado de convenios nacionales e internacionales existentes que podrían aportar al Doctorado y se cita el Anexo C, con 36 convenios internacionales y 6 convenios nacionales, que son seleccionados por su aporte al programa.

VIII. Profesores

Se realiza la descripción de Características del grupo de profesores, Perfiles, Asignación y gestión de las actividades de los profesores, Permanencia, desarrollo y capacitación profesoral y Seguimiento y evaluación de profesores, acorde con lo especificado en la normativa nacional. Se organizó el capítulo de acuerdo con los artículos correspondientes de la Resolución 21795.

IX. Medios educativos

Se describen los recursos de biblioteca, el acceso a recursos electrónicos, el CENTIC, los recursos de conectividad y videoconferencia en el edificio Jorge Bautista Vesga, de igual manera los laboratorios especializados que se ponen a disposición del programa en la sede Bucaramanga y en el Parque Tecnológico de Guatiguará, así como el aula virtual de aprendizaje Moodle, Zoom y Teams. De igual manera se presentan el Plan de adquisición y el Plan de mantenimiento de acuerdo con la política presupuestal institucional, los procesos para la asignación de medios y las estrategias para garantizar la atención a las barreras de acceso. La información se organiza de acuerdo con lo solicitado en la Resolución 21795.

X. Infraestructura física y tecnológica.

En la infraestructura física y tecnológica se presenta la disponible en la UIS, en la sede Guatiguará y la infraestructura específica del Edificio Jorge Bautista Vesga al servicio del programa. Se describen los recursos tecnológicos y los compromisos presupuestales para renovación de licencias de software institucional y se listan los sistemas de información disponibles de la UIS. Se encuentra organizada de acuerdo con las evidencias solicitadas en la Resolución 21795 artículo 50 y 52.

XI. Evaluación del programa

Se presenta la normativa que da marco a los procesos de autoevaluación de los programas académicos en la Universidad y se describe el proceso correspondiente.

Corresponde a Planeación realizar el análisis de aspectos reglamentarios, financieros, administrativos y de gestión del programa de forma que se ajusten a la normatividad nacional e institucional vigente.

El documento se encuentra organizado siguiendo las pautas proporcionadas por la Guía Transitoria para la construcción de los proyectos educativos en los procesos de creación, reforma, modificación o renovación del registro calificado de los programas académicos de la UIS aprobada el 17 de agosto de 2021, además de las evidencias solicitadas por la Resolución 21795 de 2020.

Finalmente, se considera que esta última versión acoge las recomendaciones realizadas desde el CEDEDUIS y por ende puede continuar el trámite institucional correspondiente.



Adriana Rocío Lizcano Dallos
Revisora del documento curricular

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGIA

CONSEJO DE ESCUELA AMPLIADO VIRTUAL
EXTRACTO DE ACTA PERTINENTE
ACTA 46 DE 2021

Fecha: 06 de diciembre de 2021

Lugar: Reunión Presencial Remota desarrollada en coherencia con las directivas del ministerio de educación nacional No. 04 de 22 de marzo de 2020 y las resoluciones de Rectoría y los acuerdos del Consejo Académico de la UIS, relacionados con las recomendaciones y sugerencias para la prevención y contención del contagio por COVID-19.

Hora: 14:00 horas

CONTROL DE ASISTENCIA

NOMBRE	CARGO	ASISTENCIA/CONEXIÓN
Carlos Alberto Ríos Reyes	Director Escuela Geología	Convocante / Microsoft Teams
Francisco A. Velandia Patiño	Representante de los profesores	Presente / Microsoft Teams
Mario García González	Representante de los profesores	Presente / Microsoft Teams
Juan Diego Colegial Gutiérrez	Coordinador Académico	Presente / Microsoft Teams
Sait Khurama Velásquez	Coordinador de la Maestría en Geología	Presente / Microsoft Teams
Camilo Andrés Flórez R.	Representante estudiantil pregrado	Presente / Microsoft Teams
Rocío Del Pilar Bernal Olaya	Docente	Presente / Microsoft Teams
Gatsby Emperatriz López O.	Docente	Presente / Microsoft Teams
Giovanny Jiménez Díaz	Docente	Presente / Microsoft Teams
Luis Enrique Cruz Guevara	Docente	Presente / Microsoft Teams
Luis Carlos Mantilla Figueroa	Docente	Presente / Microsoft Teams
Carlos Alberto García Ramírez	Docente	Presente / Microsoft Teams

ORDEN DEL DIA

1. LECTURA DEL ACTA ANTERIOR
2. ASUNTOS ESTUDIANTES
3. ASUNTOS PROFESORES
4. VARIOS

DESARROLLO DEL ORDEN DEL DÍA

Escuela de Geología - Universidad Industrial de Santander - Bucaramanga.
Ciudad Universitaria. Carrera 27 con Calle 9. Edificio Jorge Bautista Vesga. Oficina 213.
PBX: (57-7) 6344000 Ext. 2306 – Fax: 6343457 Email: secregeo@uis.edu.co

CONSEJO DE ESCUELA AMPLIADO VIRTUAL
EXTRACTO DE ACTA PERTINENTE
ACTA 46 DE 2021

1. LECTURA DEL ACTA ANTERIOR

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

2. ASUNTOS ESTUDIANTES

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

3. ASUNTOS PROFESORES

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

4. VARIOS

4.3 Aval "Proyecto educativo del Proyecto Educativo del "Programa del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre"

El profesor Carlos Alberto Ríos Reyes, Director de Escuela, presenta para su análisis y Visto buen los documentos de creación del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre (Ver anexos).

- Proyecto Educativo del Programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.
- Documento de Recursos Financieros.

Los ajustes realizados a los documentos en mención con respecto a la última versión incluyen la adición de la información de la profesora Gatsby López a la planta profesoral de la Escuela de Geología; la actualización de la información del PEP y del documento de recursos financieros con los datos del año 2021 y la actualización de la encuesta a egresados interesados en el Doctorado.

CONCEPTO: El Consejo de Escuela Ampliado de Geologia una vez realizada la revisión de los documentos "Proyecto Educativo del Programa de Doctorado en Ciencias del Sistema Terrestre" y "Recursos Financieros" emite concepto Favorable, y remite para continuar con el tramite pertinente ante el Consejo de Facultad de Ingenierías fisicoquímicas.

CARLOS ALBERTO RÍOS REYES
Presidente del Consejo de Escuela de Geología

Escuela de Geología - Universidad Industrial de Santander - Bucaramanga.
Ciudad Universitaria. Carrera 27 con Calle 9. Edificio Jorge Bautista Vesga. Oficina 213.
PBX: (57-7) 6344000 Ext. 2306 – Fax: 6343457 Email: secregeo@uis.edu.co

DECANATO FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
CONSEJO DE FACULTAD
EXTRACTO DEL ACTA No. 44

Fecha: miércoles 15 de diciembre de 2021
Hora: 7:00 a.m. Sala de juntas Decanato Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

CONSEJEROS ASISTENTES:
Profesora SANDRA JUDITH GARCÍA VERGARA, Decana
Profesora ANA EMILSE COY ECHEVERRÍA, Directora Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales
Profesor ARLEX CHAVES GUERRERO, Director Escuela de Ingeniería Química
Profesor FERNANDO ENRIQUE CALVETE GONZÁLEZ, Director Escuela de Ingeniería de Petróleos
Profesor CARLOS ALBERTO RIOS, Director Escuela de Geología
Profesor ERIK GIOVANY MONTES PÁEZ, DIEF de Ingenierías Fisicoquímicas
Profesor SAIT KHURAMA VELÁSQUEZ, Representante de los profesores al Consejo de Facultad
JHOAN SEBASTIÁN UMAÑA CABALLERO, Representante de los estudiantes al Consejo de Facultad

ORDEN DEL DIA
6.ASUNTOS DE ESCUELA
6.1. Proyecto Educativo del Programa de Doctorado en Ciencias del Sistema Terrestre y documento de Recursos Financieros. El profesor Carlos Alberto Ríos, Director de la Escuela de Geología, después de recibir nuevamente la aprobación por parte del Consejo Académico a la propuesta de intención para la creación del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, presenta para aval a los miembros del Consejo de Facultad el *"Proyecto Educativo del Programa de Doctorado en Ciencias del Sistema Terrestre" y* el documento "*Recursos Financieros"*. El profesor Rios informa que se realizó la revisión del documento en la cual se atendieron las observaciones hechas por parte de Planeación y CEDEDUIS al "*Proyecto Educativo del Programa de Doctorado en Ciencias del Sistema Terrestre"*. El profesor manifiesta que las correcciones realizadas son las siguientes:

En el PEP del programa:

- ✓ Se incluyó a la profesora Gatsby Emperatriz López Otálvaro en el listado de la planta profesoral de la Escuela.

En el documento de Recursos Financieros se hicieron los siguientes ajustes:

- Información de Identificación del programa
- Análisis de la oferta y demanda (encuestas realizadas en 2021)
- Ingresos vigencia 2021
- Actualización de los honorarios administrativos y docentes a vigencia 2021.

Una vez revisados el extracto 046 de 2021 del Consejo de Escuela y los documentos "*Proyecto Educativo del Programa de Doctorado en Ciencias del Sistema Terrestre" y* "*Recursos Financieros"*, el Consejo de Facultad verifica que cumple con lo establecido en el Acuerdo 1330 del Ministerio de Educación Nacional y emite concepto ***Favorable*** a los documentos "*Proyecto Educativo del Programa de Doctorado en Ciencias del Sistema Terrestre" y* "*Recursos Financieros del programa"* presentados por el Director de Escuela de Geología. Se envía el presente extracto a la Dirección de Escuela para que se continúe con el trámite correspondiente.

SANDRA JUDITH GARCÍA VERGARA
Decana, Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre

Proyecto Educativo del Programa

Universidad Industrial de Santander



Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre

Proyecto Educativo del Programa

MARIO GARCÍA GONZÁLEZ
Director Escuela Geología

JUAN DIEGO COLEGIAL GUTIÉRREZ
Coordinador Académico

Profesores

CARLOS ALBERTO GARCÍA RAMÍREZ

CARLOS ALBERTO RÍOS REYES

FRANCISCO ALBERTO VELANDIA PATIÑO

GIOVANNY JIMENEZ DIAZ

JORGE EDUARDO PINTO VALDERRAMA
(Hasta abril 10 de 2021)

LUIS CARLOS MANTILLA FIGUEROA

LUIS ENRIQUE CRUZ GUEVARA

ROCIO DEL PILAR BERNAL OLAYA

SAIT KHURAMA VELÁSQUEZ

GATSBY EMPERATRIZ LÓPEZ OTÁLVARO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
2023

ELABORADO POR:	APROBADO POR:
Escuela de Geología	Consejo Académico Acta N° 45 de octubre 26 de 2021 Consejo de Escuela Acta N° 46 de diciembre 06 de 2021 Consejo de Facultad Acta N° 44 de diciembre 15 de 2021

© Universidad Industrial de Santander-2023

TABLA DE CONTENIDO

I. CONTEXTO DEL PROGRAMA 2

1.1 MISIÓN DE LA ESCUELA DE GEOLOGÍA 2
1.2 VISIÓN DE LA ESCUELA DE GEOLOGÍA 3
1.3 PROGRAMAS OFRECIDOS POR LA UNIDAD ACADÉMICA 3

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA 4

2.1 DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA 4
2.1.1 ANÁLISIS PARA LA DEFINICIÓN DE LA DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA 4
2.1.2 CORRESPONDENCIA ENTRE EL TÍTULO, EL NIVEL DE FORMACIÓN, LOS CONTENIDOS CURRICULARES Y EL PERFIL DEL EGRESADO 6
2.2 TITULO QUE OTORGA....6
2.3 CAMPOS DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DEL PROGRAMA 6
2.4 MODALIDAD....6
2.5 LUGAR DONDE SE OFRECE EL PROGRAMA....6
2.6 DURACIÓN DEL PROGRAMA....6
2.7 JORNADA DE OFRECIMIENTO DEL PROGRAMA....6
2.8 NÚMERO DE CRÉDITOS ACADÉMICOS....6
2.9 PERIODICIDAD DE LA ADMISIÓN 7
2.10 NÚMERO DE ESTUDIANTES ADMITIDOS POR COHORTE 7

3. CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA 8

3.1 PERFIL DEL ASPIRANTE 8
3.2 CRITERIOS Y PROCESOS DE ADMISIÓN 9

4. PROPUESTA CURRICULAR I I

4.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA....11
4.1.1 EL ESTADO DE LA OFERTA DE LA EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DEL PROGRAMA 12
4.1.2 ANÁLISIS POR PERIODOS ACADÉMICOS DE LOS INDICADORES DE INSCRITOS, ADMITIDOS, MATRICULADOS, GRADUADOS, DESERCIÓN Y EMPLEABILIDAD PARA LOS PROGRAMAS SIMILARES DE REFERENCIA 14
4.1.3 ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO, TECNOLÓGICO O CULTURAL QUE SE PODRÍAN MATERIALIZAR CON EL PROGRAMA ACADÉMICO QUE SE PROPONE 21
4.1.4 LOS DESAFÍOS ACADÉMICOS, FORMATIVOS, DE EXTENSIÓN Y/O CIENTÍFICOS QUE ATIENDE EL PROGRAMA, COMO PRODUCTO DE LA REFLEXIÓN DEL ESTADO DEL ARTE DEL CAMPO DE LA EDUCACIÓN Y FORMACIÓN 21
4.1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA MODALIDAD Y DEL LUGAR EN EL QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA 23
4.1.6 LAS NECESIDADES DEL PAÍS O DE LA REGIÓN Y SU ARTICULACIÓN CON LA PROPUESTA CURRICULAR 24

4.1.7 JUSTIFICACIÓN DE LOS ATRIBUTOS O FACTORES QUE REPRESENTAN LAS CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES Y/O SIMILARES DEL PROGRAMA ACADÉMICO, FRENTE A LA OFERTA NACIONAL, CON EL FIN DE DETERMINAR EL VALOR AGREGADO DEL PROGRAMA 26
4.2 CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA DEL PROGRAMA 27
4.3 OBJETO DE ESTUDIO DEL PROGRAMA 30
4.4 PROPÓSITOS GENERALES DEL PROGRAMA 31
4.5 COMPONENTE FORMATIVO 32
4.5.1 PLAN GENERAL DE ESTUDIOS 32
4.5.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE 40
4.5.3 PERFIL DE EGRESO 44
4.6 COMPONENTE PEDAGÓGICO 44
4.7 COMPONENTE DE INTERACCIÓN 52
4.8 MECANISMOS DE EVALUACIÓN 60

5. ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y PROCESO FORMATIVO 65

5.1 PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS 70

6. INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 71

6.1 DECLARACIÓN DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 71
6.2 PROCESO FORMATIVO EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 72
6.3 PRODUCCIÓN CIENTÍFICA E INNOVACIÓN 75

7. RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO 85

7.1 CONVENIOS QUE FACILITAN LA RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL SECTOR EXTERNO 87

8. PROFESORES 89

8.1 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE PROFESORES 89
8.2 PERFILES 90
8.3 ASIGNACIÓN Y GESTIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PROFESORES 99
8.4 PERMANENCIA, DESARROLLO Y CAPACITACIÓN PROFESORAL 102
8.5 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PROFESORES 106

9. MEDIOS EDUCATIVOS 112

9.1 SELECCIÓN Y COBERTURA DE MEDIOS EDUCATIVOS 112
9.2 DISPONIBILIDAD Y ACCESO A LOS MEDIOS EDUCATIVOS 126

10. INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA 131

10.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA 131
10.2 DISPONIBILIDAD Y ACCESO A LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA 138

11. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA 143

12. RECURSOS FINANCIEROS 147

ANEXO A 151

ANEXO B 306

ANEXO C 421

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Especialización científica en otras economías emergentes diferentes a Colombia 20
Figura 2. Marco de Gestión del Conocimiento articulado con el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre..... 23
Figura 3. Estructura conceptual de saber Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre 29
Figura 4. Líneas de investigación del Doctorado Ciencia del Sistema Terrestre..... 30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Programas ofrecidos por la Escuela de Geología 3
Tabla 2. Perfil del aspirante al programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre. 8
Tabla 3. Aspectos para evaluar a los aspirantes al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.. 9
Tabla 4. Oferta Educativa a nivel nacional de programas con denominaciones en áreas afines al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre 12
Tabla 5. Oferta Educativa Nacional en Geociencias 13
Tabla 6. Programas con denominación similar a la de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, tomados como referencia 15
Tabla 7. Relación de inscritos, admitidos y matriculados en primer curso de programas con denominación similar o afín al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre tomados como referencia* 15
Tabla 8. Matriculados en programas con denominación similar de referencia al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre 17
Tabla 9. Graduados de programas similares de referencia al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre. 17
Tabla 10. Índice base de cotización de los graduados de programas similares de referencia. 18
Tabla 11. Oferta Educativa Mundial de programas de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre y/o afines. 19
Tabla 12. Plan de estudios del Doctorado Ciencia del Sistema Terrestre. 33
Tabla 13. Total de créditos Plan de estudios Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre..... 34
Tabla 14. Actividades académicas electivas. 35
Tabla 15. Relación entre resultados de aprendizaje, competencias generales y actividades académicas. 42
Tabla 16.Tipos de interacción docente - estudiante. 55
Tabla 17. Actividades para favorecer la internacionalización del Programa para los próximos siete (7) años. 56
Tabla 18. Grupos de investigación que apoyan el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre. 75
Tabla 19. Líneas de investigación grupos adscritos al programa de Geología. 78
Tabla 20. Plan de actividades de investigación para los próximos siete (7) años. 79
Tabla 21. Categoría de investigadores que apoyan el Doctorado. 80
Tabla 22. Plan de vinculación de la comunidad académica del Programa de Doctorado en CST en la vigencia del registro calificado. 86
Tabla 23. Profesores del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre adscritos a la Escuela de Geología. 91
Tabla 24. Profesores adscritos a diferentes unidades académicas de la UIS comprometidos con el Doctorado CST. 95
Tabla 25. Plan de desarrollo y capacitación de los profesores para la vigencia del registro calificado. 105
Tabla 26. Recursos bibliográficos UIS, 2022. 114
Tabla 27. Bases de datos disponibles en la biblioteca central en el área de Ciencia del Sistema Terrestre. 115
Tabla 28. Participación en redes universitarias de biblioteca. 116

Tabla 29. Recursos tecnológicos, de comunicación, información y audiovisuales al servicio del programa. 118
Tabla 30. Laboratorios y dotación. 121
Tabla 31. Equipo robusto utilizado para la investigación en el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre. 123
Tabla 32. Recursos presupuestales destinados a financiar la inversión institucional (millones de pesos). 126
Tabla 33. Presupuesto aprobado 2015-2021 - División de Mantenimiento Tecnológico y Planta Física. 127
Tabla 34. Espacios de la Biblioteca de la UIS. 132
Tabla 35. Zonas deportivas. 132
Tabla 36. Auditorios UIS. 133
Tabla 37. Parqueaderos. 133
Tabla 38. Cafeterías. 134
Tabla 39. Áreas Construidas UIS a 2021. 134
Tabla 40. Recursos Físicos UIS a 2022. 134
Tabla 41. Zonas administrativas de la Escuela. 136
Tabla 42. Espacios físicos para el desarrollo de las actividades del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre. 137
Tabla 43. Recursos presupuestales destinados a financiar la inversión física (millones de pesos). 140
Tabla 44. Presupuesto aprobado para el año 2022 en las subcuentas de los fondos de la Escuela de Geología. 149
Tabla 45. Inversiones realizadas en los últimos cinco (5) años en la Escuela de Geología. 150

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Programas de las actividades académicas
ANEXO B. Grupos de investigación
ANEXO C. Convenios Institucionales Nacionales e Internacionales

1. CONTEXTO DEL PROGRAMA

El Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se plantea como un programa multidisciplinario, orientado a generar conocimiento que contribuya al entendimiento de los diferentes elementos constitutivos del sistema tierra y de sus interacciones. Este conocimiento es fundamental para la sociedad en general, considerando que la comprensión de la evolución de nuestro planeta, y el entendimiento de los procesos terrestres actuales, son claves para construir el presente y para proyectar el futuro de la humanidad.

Este programa de doctorado en ciencia del sistema terrestre es congruente con los objetivos estratégicos del Plan de Desarrollo Institucional (PDI)[1], en lo referente a la formación integral e innovación pedagógica (Universidad frente a la comunidad regional, nacional e internacional). Adicionalmente, este programa aporta al Plan de Mejoramiento Institucional, en el sentido que está orientado a enfocar sus investigaciones a la solución de los problemas y las necesidades regionales, nacionales y globales [2].

El objetivo fundamental de la Ciencia del Sistema Terrestre (CST) es lograr un entendimiento científico del Sistema Tierra a escala global, describiendo cómo funcionan e interactúan sus partes constitutivas (geosfera, pedosfera, biósfera, hidrosfera, atmósfera, antroposfera), cómo éstas han evolucionado, para consecuentemente intentar proyectar su evolución futura, en diferentes escalas espaciotemporales[3].

Con la creación de este programa de posgrado, se espera que la Universidad Industrial de Santander contribuya a la generación de conocimiento sobre el origen y evolución de la Geosfera, su interacción (a través del tiempo) con la pedosfera, biosfera, hidrósfera, atmósfera y antroposfera, y a la formación de científicos que sugieran aplicaciones de este conocimiento a la solución de problemas actuales a nivel local, regional, nacional y global.

1.1 MISIÓN DE LA ESCUELA DE GEOLOGÍA

La Escuela de Geología, como unidad académica y administrativa adscrita a la Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas de la Universidad Industrial de Santander (UIS), tiene como propósito fundamental la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional en el campo de las Geociencias, capaces de trabajar en forma interdisciplinaria, generar y adecuar conocimiento, fomentando la interacción con el medio externo para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.

[1] Planeación. Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030. Universidad Industrial de Santander. 2021.
[2] Plan de Mejoramiento. Universidad Industrial de Santander. 2013, pp 201.
[3] National Research Council. Earth System Science: Overview: A Program for Global Change. Washington, DC: The National Academies Press. 1986.

1.2 VISIÓN DE LA ESCUELA DE GEOLOGÍA

Conformar una Escuela a nivel nacional e internacional, cuyos egresados lideren la búsqueda y aprovechamiento sostenible de los recursos minerales, energéticos, aguas subterráneas y respeto por el medio ambiente, apoyados en centros de investigación sólidos y estudios de posgrado en beneficio del desarrollo del país y de la comunidad en general.

1.3 PROGRAMAS OFRECIDOS POR LA UNIDAD ACADÉMICA

La Escuela de Geología ha desarrollado programas para diferentes ciclos de formación profesional con el fin de contribuir de manera racional, y en armonía con el medio ambiente, en la caracterización y explotación de los recursos naturales no renovables, permitiendo así mejorar la calidad de vida de las comunidades y la sociedad en general.

Tabla 1. Programas ofrecidos por la Escuela de Geología

Programa	Nivel de Formación	Código SNIES	Norma legal de creación	Título que otorga
Geología	Pregrado	706	Acuerdo ICFES No. 2335 de 09/20/1988. Acuerdo N° 026 de 22 de abril de 1982 del Consejo Superior. Resolución de registro calificado: 09222 de 07 de junio de 2018 del MEN. Resolución de acreditación del programa: 573 de 22 de enero de 2018 del MEN	Geólogo
Maestría en Geología	Maestría	53492	Resolución del Ministerio de Educación Nacional N° 1154 de febrero 29 de 2008, Vigencia 7 años	Magíster en Geología
Maestría en Geofísica	Maestría	102648	Resolución del Ministerio de Educación Nacional N° 8681 de julio 10 de 2013	Magíster en Geofísica

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

2.1 DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA

Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre (Doctorado en CST)

2.1.1 ANÁLISIS PARA LA DEFINICIÓN DE LA DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA

Se sustenta en la tendencia mundial de integrar varios campos del saber para entender el planeta Tierra en su manifestación como un sistema a partir de la interacción entre la geosfera, pedosfera, biosfera, hidrosfera, atmosfera y antroposfera. A través de este programa convergen diferentes disciplinas en las que se incluye la geología y otras ciencias afines que progresivamente han venido aumentando en interés ante la necesidad de comprender la historia y el funcionamiento del planeta Tierra, lo cual proporciona conocimientos esenciales sobre cómo enfrentar los desafíos planetarios más graves causados por la humanidad con el fin de brindar soluciones a numerosos problemas de gran trascendencia social, económica y ambiental, relacionados en alto grado con la ocurrencia de fenómenos naturales. Por lo tanto, el programa de doctorado constituye un eje de saberes científicos que busca responder a nivel avanzado a las demandas de la sociedad y sus necesidades, desde una perspectiva global con relación a la mitigación de los riesgos naturales, los crecientes problemas ambientales, como el cambio climático, la sostenibilidad ambiental y la gestión de recursos naturales.

De acuerdo con lo publicado por The Science Education Resource Center - Carlenton College[4], ubicado en Minnesota, Estados Unidos, Centro de Recursos de Educación Científica fundado para mejorar la educación en las ciencias de la Tierra, menciona:

La Ciencia del Sistema Terrestre se basa en las disciplinas fundamentales, que forman la base científica integradora para cualquier discusión sobre el sistema en su conjunto. Esta representación muestra la relación crítica de los conceptos de la Ciencia del Sistema Terrestre (Earth System Science (ESS, siglas en inglés)) como un puente entre las disciplinas y los esfuerzos cada vez más interpretativos e integradores de los procesos sociales humanos. El futuro de nuestro planeta y el destino de la humanidad dependen de esta pirámide interdisciplinaria de procesos y fenómenos del sistema terrestre.

Dada la preocupación de que la humanidad esté afectando el sistema climático físico de la Tierra, está surgiendo un concepto más amplio de la Tierra como Sistema, que incluye las dimensiones sociales y el reconocimiento de que la humanidad desempeña un papel cada vez más importante en el

[4] Página web de Science Education Resource Center (SERC): https://serc.carleton.edu/introgeo/earthsystem/nutshell/index.html Consultado, julio de 2021.

cambio global. Dentro de este concepto, el conocimiento de las disciplinas tradicionales de las ciencias de la Tierra (geología, meteorología, oceanografía, ecología, biología ...) se está recopilando e integrando para formar una base física para la Ciencia del Sistema Terrestre.

La CST contribuye a entender el mundo en el cual vivimos y sobre el cual la humanidad busca alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. La comprensión de nuestro planeta representa un desafío fundamental para la comunidad científica a nivel mundial, como quiera que la mayor parte de los aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales serán cada vez más afectados por nuestra interacción con la Tierra. El programa de doctorado contribuye al avance del conocimiento tecnológico mundial en las diferentes áreas de la Ciencia del Sistema Terrestre desde una perspectiva social, económica y ambiental.

La Universidad Industrial de Santander tiene una gran responsabilidad con el país y uno de los retos que enfrenta para contribuir con el desarrollo de la sociedad son los programas de doctorado. De esta manera, el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre fortalecerá y consolidará la oferta de programas de posgrado en nuestro país, planteándose como una alternativa novedosa e innovadora bajo estándares de calidad académica que trascienda las fronteras disciplinarias para tratar a la Tierra como un sistema integrado y contribuyendo a la comprensión de las interacciones físicas, químicas, biológicas y humanas que determinan su evolución. La interdisciplinariedad del programa de doctorado se manifiesta en el aprendizaje basado en problemas y ejecutado por proyectos formulados a partir de retos científicos y tecnológicos, así como en el apoyo de investigadores nacionales e internacionales adscritos a diferentes disciplinas, generando el desenvolvimiento de las competencias y conocimientos integrados del estudiante de doctorado para responder ante los desafíos relacionados con la sostenibilidad y el cambio global.

El programa de doctorado brindará a sus egresados los conocimientos necesarios sobre química, física, biología, humanidades, geología e ingenierías dentro de un marco de desarrollo sustentable, así como las capacidades para identificar problemas y brindar soluciones a los problemas regionales, nacionales y mundiales, respondiendo ante los retos y las necesidades que enfrenta la humanidad. Por otra parte, su formación a nivel doctoral permitirá a los egresados participar en actividades de docencia en instituciones de educación superior públicas o privadas, comunicación y transmisión de conocimiento en grupos y centros de investigación y consultoría en empresas dedicadas a la exploración y explotación de recursos naturales, a la evaluación y gestión de impacto ambiental y riesgos geológicos, entre otros aspectos, organizaciones gubernamentales, respondiendo a la oferta y demanda de profesionales con alto nivel de escolaridad en el país, fortaleciendo su recurso humano para el avance de la ciencia, la tecnología y la innovación.

2.1.2 CORRESPONDENCIA ENTRE EL TÍTULO, EL NIVEL DE FORMACIÓN, LOS CONTENIDOS CURRICULARES Y EL PERFIL DEL EGRESADO

El programa se denomina Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, otorga el título de Doctor o de Doctora en Ciencia del Sistema Terrestre y corresponde al máximo nivel de formación (doctoral). El estudiante debe terminar el programa en un total de ocho (8) semestres académicos, con acompañamiento docente y apoyado con recursos de tipo académico para el desarrollo de su tesis doctoral y la obtención de su título como doctor. El Programa define al futuro graduado como un científico autónomo con capacidad para desarrollar nuevo conocimiento de alta calidad e impacto lo cual es acorde con lo establecido en los programas de las actividades académicas (Ver anexo A), la flexibilidad del plan de estudios y los resultados de aprendizaje.

2.2 TITULO QUE OTORGA

Doctor (a) en Ciencia del Sistema Terrestre.

2.3 CAMPOS DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DEL PROGRAMA

- Campo amplio: 05 ‘Ciencias naturales, matemáticas y estadística’
- Campo detallado: 0532 ‘Ciencias de la tierra’
- Campo específico: 053 ‘Ciencias físicas’

2.4 MODALIDAD

Presencial.

2.5 LUGAR DONDE SE OFRECE EL PROGRAMA

Bucaramanga, Santander.

2.6 DURACIÓN DEL PROGRAMA

Ocho (8) semestres.

2.7 JORNADA DE OFRECIMIENTO DEL PROGRAMA

El programa se ofrecerá en jornada única.

2.8 NÚMERO DE CRÉDITOS ACADÉMICOS

100 créditos.

2.9 PERIODICIDAD DE LA ADMISIÓN

Anual.

2.10 NÚMERO DE ESTUDIANTES ADMITIDOS POR COHORTE

Se establece un número máximo de cinco (5) estudiantes por cohorte.

3. CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA

3.1 PERFIL DEL ASPIRANTE

El aspirante a cursar el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre deberá poseer los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes e intereses básicos descritos en la Tabla 2. Dado el carácter interdisciplinario y colaborativo de la Ciencia del Sistema Terrestre, se ha concebido un perfil del aspirante muy amplio que permita a egresados de diversas ramas de las ciencias (Química, Biología, Física, Microbiología, Matemática), Geología, e Ingeniería (Química, Metalurgia, Petróleos, Minas, Electrónica, Civil, Sistemas, Ambiental) desarrollar investigación en una de las cuatro líneas generales de investigación del programa: (I) Geosfera; (II) Geosfera + Pedosfera + Biosfera; (III) Geosfera+ Pedosfera+ Biosfera + Hidrosfera +Atmosfera; (IV) Geosfera +Antroposfera.
A continuación, en la Tabla 2 se puede observar el perfil del aspirante al programa.

Tabla 2. Perfil del aspirante al programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Competencia	Descripción	Indicador
Cognitivas	• Poseer una fundamentación sólida en ciencias básicas para entender el sistema terrestre. Por tanto, el perfil del aspirante puede ser de diversas ramas de las ciencias	Hoja de vida Examen de ingreso
	• Conocer una segunda lengua (inglés) para facilitar su acceso al conocimiento y ampliar su audiencia	Certificación de suficiencia en lengua extranjera (este se solicita antes de ingresar el estudiante A2).
	• Demostrar experiencia en el uso de herramientas analíticas y/o computacionales aplicadas a la solución de problemas.	Planteamiento de una Propuesta de Investigación
Procedimentales	• Poseer la capacidad para identificar problemas de investigación y para proponer soluciones.	Planteamiento de una Propuesta de Investigación
	• Plantear proyectos de investigación para resolver problemas científicos	
Actitudinales	• Capacidad para comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias.	Entrevista
	• Demostrar curiosidad científica para identificar nuevos problemas. • Tener capacidad para interactuar y trabajar en equipo de investigación. • Demostrar una actitud rigurosa comprometida, honesta, ética y responsable en la ejecución de proyectos de investigación. • Contar con un espíritu crítico, creativo, recursivo y reflexivo en los procesos de generación de conocimiento.	Hoja de vida Entrevista Planteamiento de una propuesta de Investigación

3.2 CRITERIOS Y PROCESOS DE ADMISIÓN

Los procesos de selección y admisión del aspirante se rigen por el título VI, Artículos 117 al 120 del Reglamento General de Posgrado de la Universidad Industrial de Santander del Consejo Superior, Acuerdo No. 075 del 2013 [5].

El proceso de selección de los aspirantes a los diferentes programas de doctorado estará a cargo del Comité Asesor de Programas de Posgrado de la unidad académica, que realizará la selección de acuerdo con los resultados obtenidos por los aspirantes en la evaluación de la hoja de vida, el examen de conocimientos y una entrevista. Los criterios para la realización y puntuación de estos aspectos están definidos en el Reglamento General de Posgrado.

El aspirante podrá ser admitido al programa de doctorado siempre y cuando alcance, luego del proceso de selección, un puntaje no menor que setenta (70) puntos y existan cupos disponibles.

Admisión

Los criterios y el proceso de admisión al doctorado se regirán por la normatividad vigente en la Universidad, la cual, al momento de presentar este PEP, corresponde con los Artículos 117 a 120 del Reglamento General de Posgrado, aprobado por el Consejo Superior de la UIS por Acuerdo No. 075 de 2013[6] y el documento de Referentes Institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad[7], ya que en éste se establece que durante los tres (3) primeros años de su vigencia los programas de doctorado tendrán como requisito de ingreso un nivel de dominio A2 según el Marco Común Europeo de Referencia(MCER) en lengua extranjera, luego de los cuales debe demostrar un nivel B1.

En la Tabla 3 se presentan los aspectos que se tienen en cuenta en la valoración de los candidatos.

Tabla 3. Aspectos para evaluar a los aspirantes al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Aspecto	Puntuación parcial	Total
Hoja de vida		
Experiencia laboral o investigativa en un área relacionada al programa	Hasta 7 puntos: 2 puntos. Por año certificado de experiencia	45 pts.
Certificado de lengua extranjera	3 puntos:	
	1 punto por certificado de nivel A2 o B1	
	2 puntos. Por certificado de nivel B2	
	3 puntos. Por certificado de nivel C1 y C2	
Distinciones académicas	Hasta 3 puntos:	
	1 punto por distinciones de la universidad de origen y distinciones	

[5] Acuerdo No. 075 del 2013, *Op. cit.*, p. 1.
[6] *Ibíd.*, p. 1.
[7] Acuerdo No. 023 de 2022.Consejo Académico.

Aspecto	Puntuación parcial		Total
	regionales		
	2 puntos. Por distinción cum laude y distinciones nacionales		
	3 puntos. Por distinción suma cum laude o distinciones internacionales		
Promedio ponderado en pregrado	Promedio	Puntos	
	3,50	6	
	3,51 a 3,70	9	
	3,71 a 3,90	12	
	3,91 a 4,10	15	
	4,11 a 4,30	18	
	4,31 a4,60	21	
	4,61 a 4,80	24	
	4,81 a 5,00	26	
	6 puntos:	26	
Publicaciones y participación con ponencias en congresos	6 puntos: 1 punto por publicación no indexada o ponencia regional		
	2 puntos. Por publicación indexada tipo C o ponencia nacional o equivalente o capítulo de libro		
	3 puntos. Por publicación indexada en categoría B o A, o equivalente, o ponencia internacional o libro de autoría del aspirante		
	Se tomará en cuenta la publicación vigente de PUBLINDEX, de COLCIENCIAS, o las equivalencias de tales categorías en los índices de impacto de publicación seriadas.		
Examen de Conocimientos (propuesta)	El examen de conocimientos 25 pts Propuesta 10 pts Sustentación de la propuesta 10 pts		45 pts.
Entrevista			10pts

Fuente: CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 075 de 2013. Art. 118.

De los cursos de nivelación

El plan de nivelación se realiza según lo previsto en el Artículo 121 del reglamento de posgrado. El plan de nivelación para los candidatos al Doctorado CST consta de dos actividades académicas: (I) Introducción a la Geociencias, (II) Cualquier actividad académica del área disciplinar del plan de estudios vigente del pregrado en Geología.

4. PROPUESTA CURRICULAR

4.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

Es importante recordar que la Geología es concebida como la ciencia que estudia la composición, estructura, dinámica e historia de la Tierra, incluyendo sus recursos naturales (energía, minerales, agua…), así como los procesos que repercuten en su superficie y, por tanto, en el medio ambiente y que hoy en día está llevando al mundo en miras y aras de la investigación globalizada siempre desde una perspectiva sustentable y renovable.

El programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre en la Universidad Industrial de Santander se sustenta a partir del análisis y la evaluación, de las tendencias, expectativas y necesidades del Geólogo que esté llamado a afrontar para trascender en la búsqueda y soluciones de problemas científicos; así como también dar respuestas a las necesidades de una región y país que actualmente está cada vez sobrepoblado, pero en miras de elevar su calidad de vida y sostenibilidad.

Por otro lado, en Santander es importante el aporte que tendría el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre dado que nos permite entender los procesos de todo el sistema terrestre y naturales que han favorecido y/o amenazado nuestra región, y su tratado está ligado tanto al estudio de los flujos de energía en la naturaleza y al aprovechamiento de estos.

De esta forma el programa Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre estaría con el nuevo "Plan Estratégico Institucional del Servicio Geológico de Colombia". *El SGC no es una excepción en esta tendencia global y, a punto de cumplir su primer centenario, un cambio radical acaba de producirse en su mandato institucional, al incluirse el Programa de Ciencias de la Tierra dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Este cambio trascendental, de forma coherente con la tendencia internacional, ubica a la investigación en geología, geoquímica y geofísica entre los procesos de desarrollo científico que impulsan al país en la dinámica de desarrollo global, además de que se constituye en insumo importante para el desarrollo de las políticas de Estado.*[8]

El Informe de la UNESCO sobre la ciencia, señala que América Latina debe buscar una nueva estrategia de crecimiento, para promover la ciencia y la investigación. Sin embargo, la inversión económica de los gobiernos latinos en investigación y desarrollo (I+D) es escasa. El número de patentes es aún limitado y pocos son los productos básicos impulsados por la tecnología [9]. Esta

[8]Servicio Geológico de Colombia (SGC): https://www2.sgc.gov.co/ControlYRendicion/planes-presupuesto-gestion/Indicadores/2015%20Plan%20estrat%C3%A9gico%20del%20Conocimiento%202014-2023.pdf
[9]UNESCO. Programa internacional de ciencias de la tierra. Tomado de: http://www.UNESCO.org/new/es/natural-sciences/environment/earth-sciences/international-geoscience-programme/proposal-submission/. Consultado 20 de octubre de 2021.

situación es el reflejo de la poca innovación, especialmente en las PYME [10], por la falta de investigadores y de personal cualificado que la promuevan. Las empresas latinoamericanas tienen tres veces más probabilidades de tener que afrontar problemas operativos graves debido a la escasez de capital humano que las empresas del sur de Asia, y 13 veces más que las empresas de la región de Asia y el Pacífico [11].

4.1.1 EL ESTADO DE LA OFERTA DE LA EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DEL PROGRAMA

Análisis de la oferta local, nacional e internacional

Ámbito Nacional

De acuerdo con el sistema Nacional de Información de la Educación Superior - SNIES, en Colombia no se encuentra registrado ningún programa denominado Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre. Solo se oferta un programa de Doctorado en Ciencias de la Tierra[12], el cual por definición centra el objeto de estudio exclusivamente en la geosfera y no en el conocimiento y las interacciones entre las partes constitutivas del Sistema Terrestre, programa que se encuentra en la ciudad de Medellín, Departamento de Antioquia.

En el nivel de formación de maestría, actualmente no hay ningún programa denominado como ''Ciencia del Sistema Terrestre'', a nivel nacional existen tres maestrías denominadas en ''Ciencias de la tierra'', por otra parte, en el nivel de formación de pregrado, existe un nuevo programa denominado Ciencias del Sistema Tierra, programa ofertado en Bogotá, Cundinamarca, con Resolución otorgada por el MEN en noviembre de 2020, siendo el único en Colombia en su nivel de formación con esta denominación, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Oferta Educativa a nivel nacional de programas con denominaciones en áreas afines al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre

Denominación del Programa	Nombre Institución	Ciudad y Departamento	Nivel de Formación	Duración del programa	Fecha Resolución	Modalidad	Reconocimiento del Ministerio
Doctorado en Ciencias de La Tierra	Universidad EAFIT-	Medellín, Antioquia	Doctorado	Seis (6) semestres	18/12/2019	Presencial	Registro Calificado
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad Pedagógica Y Tecnológica De	Sogamoso, Boyacá	Maestría	Cuatro (4) semestres	14/07/2015	Presencial	Registro Calificado

[10] Estados Unidos Mexicanos. Secretaria de Economía. Ciencias de la Tierra Geología, Geofísica, Minas y Metalurgia. Tomado de: econoia.gob.mx/swb/es/economia/p_Mineria. Consultado 20 de octubre de 2021. Tomado de: https://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/ciencias_de_la_tierra_folleto_1013.pdf.

[11] Mendoza, Morales Alberto. Contexto general impulso a las ciencias de la tierra. Boletín Situación de las Ciencias de la Tierra en Colombia. Sociedad Geográfica de Colombia, Academia de Ciencias Geográficas. 1998. Tomado de: https://www.sogeocol.edu.co/documentos/ciencias1/Impulso%20a%20las%20Ciencias%20de%20la%20Tierra.html.

[12] Consultado el 27 de mayo de 2021: https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/detallePrograma

Denominación del Programa	Nombre Institución	Ciudad y Departamento	Nivel de Formación	Duración del programa	Fecha Resolución	Modalidad	Reconocimiento del Ministerio
	Colombia - UPTC						
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad De Caldas	Caldas, Manizales	Maestría	Cuatro (4) semestres	14/07/2015	Presencial	Registro Calificado
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	Medellín, Antioquia	Maestría	Cuatro (4) semestres	30/09/2015	Presencial	Acreditación Alta Calidad
Ciencias del Sistema Tierra	Çolegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario	Bogotá, Cundinamarca	Pregrado	Ocho (8) semestres	24/11/2020	Presencial	Registro Calificado

En la Tabla 5 se muestra la oferta educativa a nivel nacional en Geociencias, cabe precisar, que existen diferentes programas en el área de Geociencias; sin embargo, no hay ningún programa concebido como el aquí propuesto.

Tabla 5. Oferta Educativa Nacional en Geociencias

Nombre Institución	Código SNIES Programa	Nombre Programa	Nivel de Formación	Modalidad	Reconocimiento del Ministerio
Universidad Nacional de Colombia	55124	Doctorado en Geociencias	Doctorado	Presencial	Registro calificado
Universidad Nacional de Colombia	19902	Maestría en Ciencias - Geología	Maestría	Presencial	N/A
Universidad Nacional de Colombia	19903	Maestría en Ciencias - Meteorología	Maestría	Presencial	Registro Calificado
Universidad Nacional de Colombia	106669	Maestría en Ciencias - Geomorfología Y Suelos	Maestría	Presencial	N/A
Universidad Nacional de Colombia	19905	Maestría en Ciencias - Geofísica	Maestría	Presencial	N/A
Universidad Surcolombiana	54279	Maestría en Ecología Y Gestión De Ecosistemas Estratégicos	Maestría	Presencial	Registro Calificado
Universidad de Antioquia	54894	Maestría en Ciencias Ambientales	Maestría	Presencial	Registro Calificado
Universidad Industrial de Santander	53492	Maestría en Geología	Maestría	Presencial	Registro Calificado
Universidad Industrial de Santander	102648	Maestría en Geofísica	Maestría	Presencial	Registro Calificado
Fundación Universidad de Bogotá - Jorge Tadeo Lozano	20921	Maestría en Ciencias Ambientales	Maestría	Presencial	Registro Calificado
Universidad	20105	Especialización en	Especialización	Virtual	Registro Calificado

Nombre Institución	Código SNIES Programa	Nombre Programa	Nivel de Formación	Modalidad	Reconocimiento del Ministerio
Autónoma de Occidente		Gestión Ambiental	Universitaria		
Universidad de Ciencias Aplicadas Y Ambientales UDCA.	91132	Maestría en Ciencias Ambientales	Maestría	Presencial	Registro Calificado
Escuela Naval de Suboficiales Arc Barranquilla	91247	Especialización Tecnológica En El Manejo Integrado De Las Zonas Costeras.	Especialización Tecnológica	Presencial	Registro Calificado
Universidad Antonio Nariño	105629	Maestría en Hidrogeología Ambiental	Maestría	Presencial	Registro Calificado
Universidad Pedagógica Y Tecnológica de Colombia - UPTC	104702	Maestría en Ciencias de la Tierra	Maestría	Presencial	Registro Calificado
Universidad de Caldas	54276	Maestría en Ciencias de la Tierra	Maestría	Presencial	Registro Calificado
Universidad Externado de Colombia	103388	Especialización en Derecho De Tierras	Especialización Universitaria	Presencial	Registro Calificado
Universidad de Medellín (Medellín)	102027	Especialización en Derecho De Tierras	Especialización Universitaria	Presencial	Registro Calificado
Universidad de Medellín (Bogotá)	103762	Especialización en Derecho De Tierras	Especialización Universitaria	Presencial	Registro Calificado

4.1.2 ANÁLISIS POR PERIODOS ACADÉMICOS DE LOS INDICADORES DE INSCRITOS, ADMITIDOS, MATRICULADOS, GRADUADOS, DESERCIÓN Y EMPLEABILIDAD PARA LOS PROGRAMAS SIMILARES DE REFERENCIA

Programas similares o afines con la denominación del doctorado en ciencia del sistema terrestre a nivel nacional

Como se ha mencionado anteriormente, a nivel nacional no existe ningún programa denominado como el Doctorado propuesto, existe un programa denominado Doctorado en Ciencias de la Tierra; no obstante, para el análisis se utilizará la información reportada por el SNIES de este Doctorado y de programas con denominación similar o afín ofertados en Colombia, presentados en la Tabla 7; de acuerdo con este listado se analizarán los indicadores de personas inscritas, admitidas y matriculadas en primer curso de los cuatro (4) programas con denominación similar tomados como referencia. (ver Tabla 6)

Tabla 6. Programas con denominación similar a la de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, tomados como referencia

Nombre Programa	Nombre Institución	Ciudad y Departamento	Nivel de Formación
Doctorado en Ciencias de La Tierra	Universidad EAFIT-	Medellín, Antioquia	Doctorado
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia - UPTC	Sogamoso, Boyacá	Maestría
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad De Caldas	Caldas, Manizales	Maestría
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	Medellín, Antioquia	Maestría

Inscritos, admitidos y matriculados en primer curso

En consecuencia, se presenta la relación de inscritos, admitidos y matriculados en primer curso de programas tomados como referencia dado su reconocimiento a nivel nacional y denominación similar a la del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre. Cabe precisar, que la información reportada en las siguientes Tablas se obtuvo del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), con datos oficiales hasta el año 2020, por tanto, para el análisis se toman datos desde 2016 a 2020.

Tabla 7. Relación de inscritos, admitidos y matriculados en primer curso de programas con denominación similar o afín al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre tomados como referencia*.

Año	Denominación del Programa	Nombre de las instituciones	Inscritos	Admitidos	Matriculados en primer curso
2020	Doctorado en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	3	2	2
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC	13	11	14
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad de Caldas	1	21	20
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	6	5	5
2019	Doctorado en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	10	5	
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC	5	5	6
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad de Caldas	-	-	-
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	2	3	2
2018	Doctorado en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	1	1	1
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC	9	9	7

Año	Denominación del Programa	Nombre de las instituciones	Inscritos	Admitidos	Matriculados en primer curso
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad de Caldas	15	15	13
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	14	13	12
2017	Doctorado en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	8	7	7
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC	3	8	8
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad de Caldas	-	-	-
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	9	7	7
2016	Doctorado en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	-	-	-
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC	21	18	17
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad de Caldas	12	12	10
	Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	6	5	4

*Los datos relacionados en la tabla son la sumatoria de dos periodos académicos.
Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior -SNIES (julio de 2021)

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 7, durante los años 2016 a 2020 se ha incrementado el número de personas inscritas al Programa de Doctorado en Ciencias de la Tierra de la Universidad EAFIT-, lo que permite considerar que existe gran interés de estudiar un posgrado en esta área de conocimiento, lo mismo ocurre con la Maestría en Ciencias de la Tierra de la Universidad de Caldas, ubicadas geográficamente en los Departamentos de Antioquia y Caldas. Es importante precisar, que ninguno de estos programas de posgrado se oferta en el Departamento de Santander, específicamente donde se ofertará el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre de la UIS.

Matriculados

Por otra parte, en la Tabla 8 se puede analizar la información de los matriculados a los programas similares de referencia al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre de los cuatro (4) programas de posgrado seleccionados.

Tabla 8. Matriculados en programas con denominación similar de referencia al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre

Denominación del Programa	Institución	Matriculados*				
		2016	2017	2018	2019	2020
Doctorado en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	2	8	9	8	13
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC	16	14	25	16	57
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad de Caldas	18	26	29	18	65
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	3	10	19	15	20

*La información relacionada en la tabla corresponde a corte del segundo periodo del año.
Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior -SNIES, consultado en julio de 2021.

De acuerdo con la tabla anterior, los programas con mayor número de matriculados en programas con denominación en área relacionada con el Doctorado en CST a 2020, son los de la Universidad de Caldas y la UPTC, ubicadas en Caldas y Boyacá, respectivamente.

Graduados

En la siguiente tabla se reporta el número de graduados de los programas de posgrado con denominación similar a la del Doctorado en CST, se puede apreciar que uno de los programas con más trayectoria se ubica en el Departamento de Caldas, por otra parte, el Doctorado en Ciencias de la Tierra aún no reporta graduados según la información disponible en el SNIES, lo que permite inferir que es un programa que se oferte recientemente.

En la Tabla 9 se encuentra la información de graduados desde el año 2016-I hasta el 2020-II de los programas de posgrado similares de referencia.

Tabla 9. Graduados de programas similares de referencia al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Denominación del Programa	Institución	2016		2017		2018		2019		2020	
		I	II	I	II	I	I	I	II	I	II
Doctorado en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC	-	-	-	-	-	2	3	4	3	5
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad de Caldas	1	2	2	1	2	5	3	1	-	2
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT-	1	1	-	2	-	-	3	2	2	-

Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior -SNIES julio de 2021)

Tasas de deserción

Los programas de posgrado similares o afines al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre no reportan tasas de deserción en los sistemas de información por lo que no se puede inferir un

comportamiento a nivel nacional. El Sistema Nacional de Información para la Educación Superior reporta datos de deserción desde el nivel técnico profesional hasta el universitario y no incluye los programas de posgrado.

Análisis de la empleabilidad

Los estudiantes del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre de la UIS adquieren conocimientos científicos, tecnológicos y técnicos que les permiten proponer iniciativas innovadoras que puedan llevar a la solución de problemas relacionados con el Sistema Terrestre, tanto en la región como a nivel nacional e internacional. En la siguiente tabla 10 se analizan los programas similares de referencia, que permiten evidenciar la vinculación laboral de los graduados.

Tabla 10. Índice base de cotización de los graduados de programas similares de referencia.

Denominación del Programa	Institución	Año	IBC estimado**	Tasas cotizantes
Doctorado en Ciencias de la Tierra*	Universidad EAFIT-	-	-	-
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – UPTC 104702	2019		100%
		2018	-	-
		2017	-	-
		2016	-	-
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad de Caldas 54276	2019	-	81,8%
		2018	-	93,3%
		2017	-	66,7%
		2016	$3.105.000	55,6%
Maestría en Ciencias de la Tierra	Universidad EAFIT- 9310	2019	-	78,6%
		2018	-	81,1%
		2017	-	78,04%
		2016	$5.697.914	80,0%

*Programa similar de referencia sin graduados reportados en la ventana de 2016 a 2019.
**Para los años 2017, 2018 y 2019 no se encontró información reportada.
Fuente: Observatorio Laboral para la Educación - OLE (julio de 2021)

Teniendo en cuenta la tabla anterior, según la tasa de cotizantes en promedio, el 79,46% de los graduados de programas con denominaciones similares al área de formación del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre hacen aportes al Sistema General de Seguridad Social (SGSS), lo que permite demostrar el posicionamiento de estos en el mercado laboral.

Ámbito Internacional

En el ámbito internacional existe una amplia gama de programas en Ciencia del Sistema Terrestre, con la misma denominación y denominaciones relacionadas, que resalta la convergencia de la formación de expertos del Sistema Terrestre con el desarrollo científico y tecnológico. En universidades europeas, asiáticas, norteamericanas y centroamericanas se encuentran unidades académicas como departamentos y facultades de Ciencias de la Tierra y de Ciencia del Sistema Terrestre, dedicados a la investigación, docencia y extensión, así como al

desarrollo sustentable, económico, científico y tecnológico de la sociedad, evidenciando así la gran importancia que este programa representa para el desarrollo del conocimiento y la innovación. La Tabla 11 presenta un listado de universidades que ofrece programas afines.

Tabla 11. Oferta Educativa Mundial de programas de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre y/o afines.

Programa	Universidad	País
Doctorado en Ciencias de la Tierra	Universitat de Barcelona	España
Doctorado en Ciencias de la Tierra	Universidad de Granada	España
Doctorado en Evolución Humana, Paleoecología del Cuaternario y Técnicas Geofísicas Aplicadas en la Investigación	Universidad de Alcalá	España
Earth Sciences - Smart monitoring of catchment water quality, Ph.D.	Cardiff University	Reino Unido
Geology / Earth Sciences, Ph.D.	University of Bern	Suiza
Ph.D. in earth Science	University of Cambridge	Inglaterra
Doctoral School of Earth Sciences, Ph.D.	Eötvös Loránd University	Hungría
Ph. D. Earth System Science	Stanford University	Estados Unidos
Doctorate in the Earth Science	ETH Zurich	Suiza
Earth Sciences, Ph.D.	University of Pisa	Italia
Earth Resources, Ph.D.	Instituto Superior Técnico	Portugal
Earth Sciences, Ph. D, M. Sc by research	University of Bristol	Inglaterra
Ph. D. in Earth Sciences	Boston University Earth & Environment	Estados Unidos
Earth Sciences Ph. D. /M. phil	University of Birmingham	Inglaterra
Environmental Science, Policy and Management	University of California	Estados Unidos
Geography Ph.D. (Urban and Regional Studies)	University of Birmingham	Inglaterra
Earth and Planetary Sciences - Environment, Ph.D.	McGill University	Canadá
Earth System Sciences, Ph.D	Yonsei University	Corea del Sur
Earth Sciences - Ecology - Modern Environmental Studies, Ph.D.	RUDN University	Rusia
Doctor of Philosophy (PhD) (Engineering: Minerals and Materials) (Double Award PhD with Chalmers University of Technology)	University of South Australia	Australia
PhD - Doctor of Philosophy (Geology and Physical Geography)	The University of Western Australia (UWA)	Australia

Por otra parte, en los últimos cinco (5) años se evidenció un interés en las patentes direccionadas hacia los recursos naturales (minería) y la agricultura, presentando un pequeño aumento, según lo indicado por Science–Metrix en la Figura 1, en la que se presenta la especialización científica de otras economías emergentes [13].

[13] UNESCO. Informe de la UNESCO sobre la Ciencia Hacia 2030, Panorámica de América Latina y el Caribe. 2018.

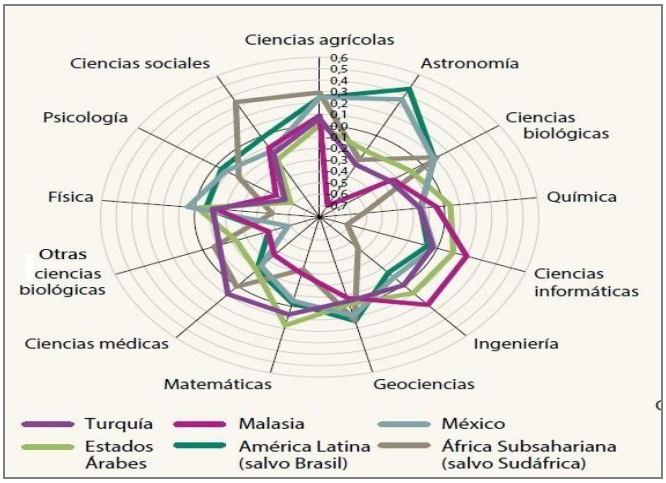


Figura 1. Especialización científica en otras economías emergentes diferentes a Colombia [14].

No obstante, el cambio climático ha impactado las actividades económicas, las condiciones sociales y los ecosistemas; además es muy probable que su efecto se intensifique en el futuro. América Latina y el Caribe presentan una vulnerabilidad particular a los efectos del cambio climático por su ubicación geográfica, variedad de climas, condiciones socioeconómicas y demográficas e incluso, la alta sensibilidad de sus activos naturales, como los bosques y la biodiversidad [15].

Las estimaciones realizadas a 2050 para América Latina (aunque todavía son preliminares), presentan un alto nivel de incertidumbre y no incorporan todos los efectos potenciales o los procesos de retroalimentación o de adaptación. Sugieren que los costos económicos del cambio climático se ubican entre el 1,5% y el 5% del PIB regional [16]. Destaca que los efectos son no lineales y heterogéneos por regiones y períodos, y que incluso en algunos casos pueden existir impactos positivos [17]. Por tanto, se requiere la formación de científicos con conocimientos en la Ciencia del Sistema Terrestre, con habilidades para resolver problemas relacionados con la sostenibilidad y el cambio ambiental cuyo impacto y efectos se ven reflejados a nivel global, nacional y regional.

[14] UNU-MERIT, a partir de la Web of Science (Thomson Reuters); tratamiento de datos por Science–Metrix.
[15] Naciones Unidas. La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe, Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible. 2015. Santiago de Chile. 2015. Tomado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37310/4/S1420656_es.pdf.
[16] UNESCO, *Op. cit.*, p. 9.
[17] MINMINAS CONEXIONES. La Red de Gestión del Conocimiento en Asuntos Ambientales y Sociales para el Sector Minero-Energético. Tomado de: http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/469-plantilla-cambio- climatico-25.

4.1.3 ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO, TECNOLÓGICO O CULTURAL QUE SE PODRÍAN MATERIALIZAR CON EL PROGRAMA ACADÉMICO QUE SE PROPONE

La Misión Internacional de Sabios para el avance de la ciencia la tecnología y la innovación compuesta por un grupo de 47 expertos nacionales e internacionales cuyo objetivo es aportar a la construcción e implementación de la política pública de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación, así como a las estrategias que debe construir Colombia a largo plazo, para responder a los desafíos productivos y sociales de manera escalable, replicable y sostenible, analizó diferentes focos temáticos, entre ellos lo relacionado con biotecnología, bioeconomía y medio ambiente; Ciencias Básicas y del Espacio.

En estas áreas de desarrollo potencial, el Programa podrá generar capacidades en la comunidad regional y nacional para fomentar, gestionar y evaluar de manera sostenible, el estado poblacional, el nivel de contaminación y las metodologías de diagnóstico y remediación ambiental, así como comprender los fenómenos asociados a la naturaleza y al sistema terrestre.

En el marco del desarrollo social y científico, el país ha mostrado un comportamiento de constante aumento en su participación en el aporte a la ciencia lo cual evidencia la demanda de profesionales capacitados para continuar con el aporte y posicionar al país como un destino atractivo para la investigación, capaz de motivar a más jóvenes investigadores a apostarle a la investigación nacional, en lugar de buscar opciones en países de primer mundo.

Así mismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 la hoja de ruta que establece los objetivos del gobierno, fija programas, inversiones y metas para el cuatrienio, allí se propone el Pacto por la Sostenibilidad que busca un equilibrio entre el desarrollo productivo y la conservación del ambiente que potencie nuevas economías y asegure los recursos naturales para futuras generaciones, promoviendo el conocimiento en la comunidad sobre los riesgos de desastres y el cambio climático para tomar mejores decisiones en el territorio, en este sentido, lo anteriormente descrito permite favorecer los vínculos del Programa con las agendas nacionales y, adicionalmente, tener oportunidades de desarrollo socioeconómico y tecnológico que materialicen el programa de doctorado.

4.1.4 LOS DESAFÍOS ACADÉMICOS, FORMATIVOS, DE EXTENSIÓN Y/O CIENTÍFICOS QUE ATIENDE EL PROGRAMA, COMO PRODUCTO DE LA REFLEXIÓN DEL ESTADO DEL ARTE DEL CAMPO DE LA EDUCACIÓN Y FORMACIÓN

Hoy en día el gobierno de Colombia creó el modelo para el crecimiento económico sostenible, requiriendo la formación de Geo-científicos competitivos, que desarrollen metodologías sectoriales encaminadas a reducir la vulnerabilidad al cambio climático desde el sector minero

energético, a la promoción del uso sostenible de los recursos, y a la implementación de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono-ECDBC [18].

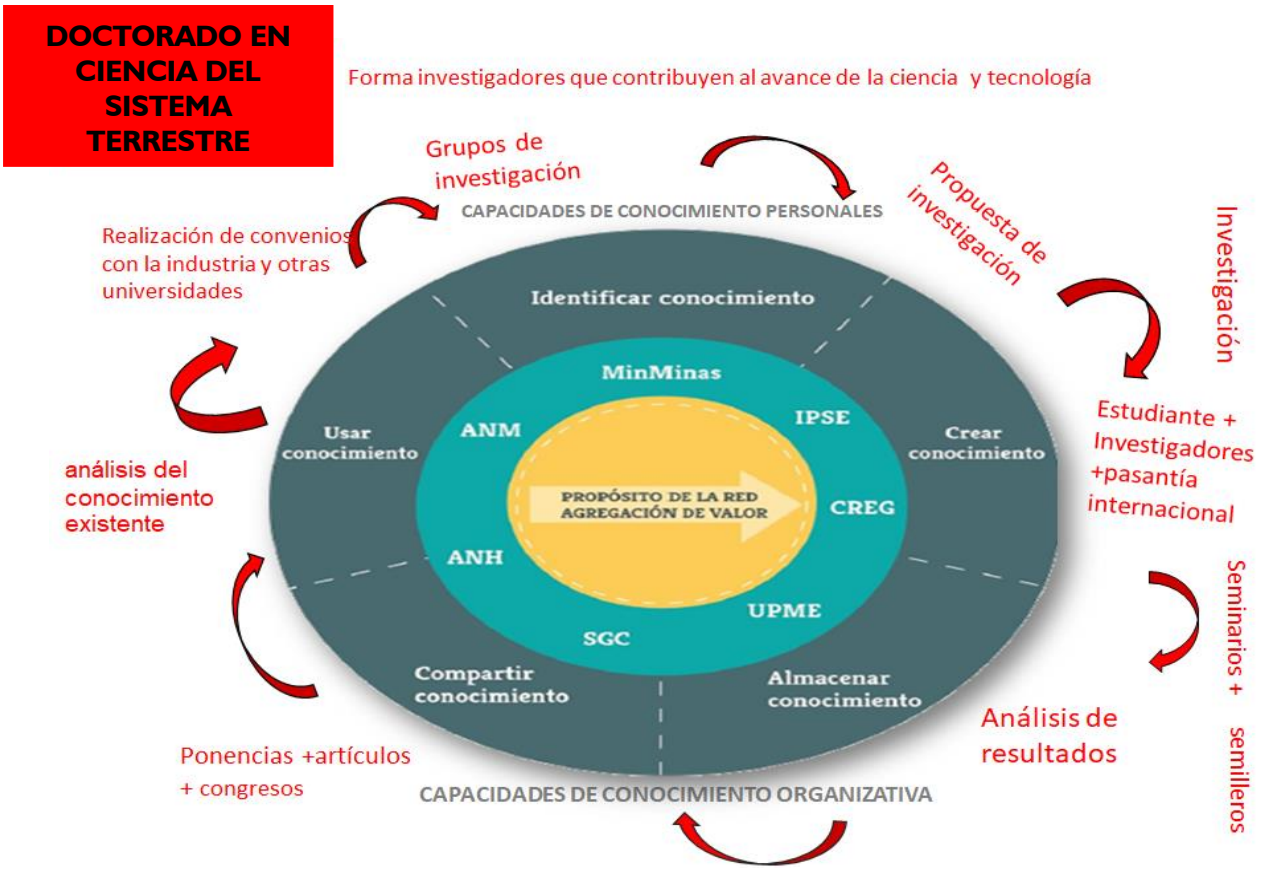
Entre las políticas nacionales se creó la Red de Gestión del conocimiento en Asuntos Ambientales y Sociales para el Sector Minero Energético-CONEXIONES [19], un mecanismo de comunicación, articulación y cooperación horizontal que facilita los procesos de la gestión del conocimiento: identificar, crear, almacenar, compartir y usar el conocimiento en los asuntos ambientales y sociales del Sector Minero Energético [20]. La red priorizó seis temáticas de trabajo: (I) Cambio Climático, (II) Gestión del riesgo, (III) Gestión del conocimiento, (IV) Biodiversidad, (V) Asuntos Sociales, (VI) Gestión Hídrico. La creación de la red busca la integración horizontal de las entidades gubernamentales adscritas al sector Minero Energético para compartir el conocimiento y generar una respuesta efectiva a los desafíos públicos.

El gobierno Nacional planteó el Modelo de Gestión del Conocimiento-MGC a partir de un enfoque basado en la cultura [21]. El modelo considera tres etapas (I) el propósito de la gestión del conocimiento en un entorno de red; (II) las actividades básicas de gestión del conocimiento y (III) ser facilitadores de los procesos (Figura 2). El modelo marca el camino hacia la generación de información y conocimiento que permitirán el desarrollo del sector con base en el fortalecimiento de capacidades de las personas que lo conforman; en este sentido la aplicación del modelo implica la participación de un grupo de dinamizadores encargados de sembrar las semillas de la cooperación interinstitucional.

En la Figura 2 se muestra la articulación del modelo MGC con el programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre aquí propuesto. Se espera que este postgrado aporte al desarrollo del país a través de: la formación de doctores especializados que gestionen y apliquen el conocimiento de manera integral; sugieran metodologías de aprovechamiento de nuestros recursos de manera sostenible; la reconfiguración de procesos orientados al intercambio multidisciplinario de conocimientos, la comunicación y la colaboración.

En otras palabras, se necesita la formación de científicos expertos en las Ciencia del Sistema Terrestre, que puedan gestionar un equilibrio entre el crecimiento económico, la administración ambiental ecológica, y la justicia social.

[18] Estados Unidos Mexicanos, *Op. cit.,* p. 9.
[19] Red conformada por las siguientes organizaciones: SGC: Servicio Geológico Colombiano, MINMINAS, ANH: Agencia Nacional de Hidrocarburos, UPME: Unidad de Planeación Minero-Energética; CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas. IPSE: Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas y la Agencia Nacional de Minería.
[20] MINMINAS, Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC). 2019. Tomado de: http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/469-plantilla-cambio-climatico-25..
[21] Ibíd., p. 19.



Fuente: Adaptado y modificado de CONEXIONES[22]

Figura 2. Marco de Gestión del Conocimiento articulado con el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Uno de los grandes desafíos del Programa son la búsqueda de fuentes de financiación de la investigación de entidades como el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias), el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), o entidades territoriales a través del Sistema General de Regalías, para ello el Programa generará estrategias y mecanismos que permitan aprovechar estas oportunidades para el desarrollo de la investigación propiciando una formación científica interdisciplinar, enfocada en el análisis y búsqueda de soluciones integrales de problemas relacionados con la Ciencia del Sistema Terrestre.

4.1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA MODALIDAD Y DEL LUGAR EN EL QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA

El programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre tiene modalidad presencial y su lugar de oferta es el municipio de Bucaramanga, departamento de Santander.

[22] MINMINAS CONEXIONES, *Op. cit.*, p. 10.

La formación en investigación a un nivel doctoral requiere de unas condiciones específicas para garantizar el logro de los objetivos, no solo para cada estudiante, sino para el programa en general.

De esta manera, la UIS ha definido que todos sus programas doctorales se ofrezcan en modalidad presencial, con el fin de garantizar la dedicación de tiempo requerida para el logro de los objetivos de formación, así como la disposición de los recursos necesarios para el desarrollo del proceso formativo de los estudiantes.

Se considera importante mencionar que la Institución ha establecido subsidios a la matrícula y créditos condonables (artículos156 y 182-192 del Reglamento General de Posgrados) para estudiantes, de modo que sea posible aportar a la dedicación y trabajo presencial establecido por el programa.

Ahora bien, la Institución constituye un eje central de formación e investigación en el nororiente colombiano. De esta manera y a lo largo de su trayectoria, sus actividades académicas han comprendido una base para la formación de profesionales de la región y de toma de decisiones con base en rigurosos procesos investigativos.

Con base en esto, el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se ofertará desde su sede central, ubicada en Bucaramanga, por los siguientes motivos:

▪ Considerando que el doctorado sería el primer programa de su tipo en la región nororiental del país, se hace necesario que se ofrezca en la sede central de la Universidad como elemento dinamizador de las actividades académicas consolidadas de sus integrantes.

▪ El Programa se soporta en una base de docentes investigadores y de grupos de investigación que realizan sus actividades desde la sede central de Bucaramanga, por tanto, las actividades académicas e investigativas durante el doctorado deben realizarse desde el mismo lugar.

▪ Disponibilidad de recursos físicos, académicos y tecnológicos, en la sede de Bucaramanga, para el desarrollo adecuado de las actividades académicas y de investigación del Programa.

4.1.6 LAS NECESIDADES DEL PAÍS O DE LA REGIÓN Y SU ARTICULACIÓN CON LA PROPUESTA CURRICULAR

La forma en que el programa se articula con el contexto social, cultural, ambiental, tecnológico, económico y científico

En el ámbito regional ninguna institución educativa ofrece un programa de postgrado denominado Ciencia del Sistema Terrestre.

A nivel regional se encuentran los programas de formación y especialización en la Universidad Industrial de Santander (como las Maestrías en Geología y Geofísica). Estos son los únicos

programas a nivel de postgrado que guardan alguna relación afín con el programa de postgrado aquí propuesto.

No obstante, de acuerdo con lo señalado en El Plan de Desarrollo 2020-2023 de la Gobernación de Santander[23] se menciona el bajo número de graduados de doctorado a nivel departamental y se espera a 2030 aumentar la inversión en actividades de ciencia tecnología e innovación, así como duplicar el número de doctores y triplicar los programas de formación doctoral asentados en la región. A continuación, se citan los párrafos expuestos en el Plan de Desarrollo:

> *Teniendo en cuenta los resultados de algunos talleres provinciales y los insumos de los Comités de trabajo se establecieron los pilares y ejes estratégicos y se elaboraron seis estudios de análisis de dichos pilares y ejes trasversales que conforman el Plan Regional de Competitividad - PRC 2018 - 2032, los cuales arrojaron los siguientes resultados:*
>
> *5. Ciencia, Tecnología e Innovación:*
>
> - *Bajo desempeño en entorno regulatorio, infraestructura general, instituciones, absorción de conocimiento y producción de conocimiento y tecnología.*
> - *Baja inversión en I+D como porcentaje del PIB (0,003%), así como en Actividades de CTeI.*
> - *Bajo número de graduados en doctorado.*
> - *Pocos programas de apoyo a estancias posdoctorales.*
> - *Pocas revistas indexadas (13 en Santander), y baja calidad en las mismas (sólo 2 en categoría B).*
> - *Producción de baja calidad científica y recurso humano capacitado de baja investigación.*
> - *Necesidad de consolidación del ecosistema de innovación.*
>
> *HIPÓTESIS 5. DESARROLLO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN[24]:*
>
> *En el 2030 Santander habrá superado la meta de inversión nacional, que es del 1%, en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación – ACTI (0.391% - 2009) y triplicado la inversión en Investigación y Desarrollo - I+D (0.161%-2009). De esta manera será uno de los tres principales polos de innovación, transferencia de tecnología y competitividad del país, mediante la articulación entre la universidad-empresa- estado, lo que favorecerá la generación de avances significativos en investigación y su posterior vinculación al sector productivo. Así entonces, el Departamento estará encaminado hacia una sociedad de conocimiento bajo el fortalecimiento de los centros de investigación y la creación de empresas de base tecnológica.*
>
> *En Santander se habrá duplicado el número de doctores y triplicado los programas de formación doctoral asentados en la región, acogido la legislación en materia de propiedad intelectual que conlleve a la generación de conocimiento.*

Aunado a lo anterior, la respuesta del Estado colombiano a estas problemáticas es mejorar el crecimiento y desarrollo económico a través de la generación y uso del conocimiento científico y

[23] Página web Gobernación de Santander: https://www.santander.gov.co/index.php/documentos-planeacion/category/2200-plan-de-desarrollo-2020-2023, página 60, consultado julio de 2021.
[24] Página web Gobernación de Santander: https://www.santander.gov.co/index.php/documentos-planeacion/category/2200-plan-de-desarrollo-2020-2023, página 77-78, consultado julio de 2021,

tecnológico como aparece consignado en la Política Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación [25].

Los problemas ambientales y de recursos globales trascienden las fronteras regionales y nacionales. La ciencia del sistema terrestre proporciona un marco científico para la cooperación internacional en la resolución de problemas ambientales y de recursos. De ahí la importancia de diseñar e implementar estrategias que permitan el desarrollo sostenible de la región y el país que incluyan la perspectiva del Sistema Terrestre para abordar problemas locales, regionales y globales.

El análisis sobre la potencial actividad profesional de los graduados del programa en el país y en la región de ofrecimiento

El graduado del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre desarrolla competencias que le abren la posibilidad de un desempeño profesional en:

▪ Creación de empresas en investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

▪ Instituciones de Educación superior realizando actividades como investigador y docente universitario.

▪ Centros de investigación públicos y privados.

▪ Entidades privadas y gubernamentales como funcionario en Ecopetrol, Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), Servicio Geológico Colombiano, entre otras.

4.1.7 JUSTIFICACIÓN DE LOS ATRIBUTOS O FACTORES QUE REPRESENTAN LAS CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES Y/O SIMILARES DEL PROGRAMA ACADÉMICO, FRENTE A LA OFERTA NACIONAL, CON EL FIN DE DETERMINAR EL VALOR AGREGADO DEL PROGRAMA

El programa se presenta como una propuesta que responde a las políticas económicas, ambientales, sociales y energéticas propuestas en el ámbito nacional, enmarcadas dentro de las áreas de investigación estratégica definidas por MINCIENCIAS y el Ministerio de Minas y Energía MINMINAS (sección 3.4.1), lo que le confiere los rasgos de interdisciplinariedad y transversalidad al programa, al querer formar profesionales de diferentes áreas en ciencias e ingenierías, con ética en la responsabilidad pública, con cultura de innovación y autocuidado.

Primer Programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre en el país.

[25] Consejo Nacional de Política Económica y Social. Política Nacional de ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2030. Bogotá. 2021. Tomado de: https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/conpes-borrador-cti.pdf.

Otro de los rasgos distintivos es su enfoque metodológico en formación, basada en problemas y ejecutada por proyectos, donde los problemas son de carácter científico y aplicado en el desarrollo socioeconómico y ambiental del país, buscando soluciones a los problemas nacionales y globales en el marco de leyes sustentables y sostenibles.

Por la naturaleza del programa, esta articulación abarcará varias disciplinas en forma transversal, por medio de grupos de trabajo transdisciplinares.

Por otra parte, el programa propuesto, tiene afinidad con los intereses de desarrollo y crecimiento de varios entes privados y gubernamentales, como Ecopetrol, ICP, UPME, Servicio Geológico Colombiano, ANH, ACP, entre otros, reflejada en proyectos de cooperación como se registra en los archivos de la Vicerrectoría de Investigación de la UIS.

4.2 CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA DEL PROGRAMA

De acuerdo con la Real Academia Española**,** la Geología es la ciencia que estudia "la historia del globo terrestre**,** así como la naturaleza, formación, evolución y disposición actual de las materias que lo componen" [26], es considerada como una ciencia histórica partiendo de la premisa de que el relieve del planeta es el resultado de una larga y variada evolución, por ello analiza este desarrollo espacial y temporal para señalar los factores y fuerzas que actuaron en el proceso y que le han dado la forma que actualmente conocemos, tanto en el exterior como en el interior de nuestro planeta[27], la Geología es una ciencia multidisciplinar y mestiza en la que se entremezclan casi todas las ramas del saber para una mejor comprensión de los procesos que modelan la tierra.

La historia de la Geología va ligada desde los inicios de la humanidad puesto que el hombre ha buscado entender todo lo que lo rodea. El filósofo Teofrasto de Ereso de Lesbos, por muchos es considerado como el padre de la geología, al abordar los minerales desde un punto de vista metodológico y no religioso. Otro gran aporte, lo da el medico Nicolás Steno, enunciando los principios fundamentales de la estratigrafía "el principio de superposición de capas o estratos". Posteriormente, Charles Lyell (padre de la Geología moderna) formula la teoría del "equilibrio dinámico en el contexto geológico", para después aplicarla al mundo orgánico, este trabajo está basando en las disertaciones de Charles Darwin. Los siglos posteriores XVI y XVII se desarrollaron las técnicas propias de la mineralogía y minería, siendo Georgius Agrícola y Alonso Barba los primeros autores de los tratados con la visión geocientífica [28]

Tras la Primera Guerra Mundial el país requería con urgencia la explotación de carbón para mover sus ferrocarriles, ante la imposibilidad de importarlo de Europa, este hecho propició la

[26] Real Academia Española (RAE). Tomado de: https://dle.rae.es/?id=J7TLZha.
[27] Servicio Geológico Mexicano. Tomado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf.
[28] Durán Antonio. Breve Historia de la Geología. Fueyo Editores. 2017, p. 350.

fundación de la Escuela de Minas de Medellín (1887), la Comisión Científica Nacional (1917), la creación del Ministerio de Minas y del Servicio Geológico Nacional (1940) y la creación del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico Mineras, Ingeominas (1969 -2011) [29]. En el año 2011 se restructuró el Servicio Geológico Colombiano siendo su función principal la investigación geológica. Con el paso de los años la necesidad de conocer la riqueza nacional fue creciendo, al igual que los riesgos asociados a la exploración y producción [30]. Sin embargo, el país no contaba con el capital humano formado para liderar la exploración y explotación petrolera, como causa de las empresas extranjeras que no tenían interés en capacitar a personal colombiano y menos suministrar la información geológica. Ante este urgente requerimiento, se creó la visión de explorar diferentes regiones, y de formar el capital humano idóneo que liderara los estudios geológicos básicos, para definir blancos de exploración. Los años 1850-1887 están marcados por las exploraciones nacionales a cargo de geólogos europeos (mientras se graduaban los primeros geólogos colombianos). Los años 1887-1917 la mayor parte de la actividad geológica se adelanta en Antioquia, bajo el impulso de la Escuela Nacional de Minas [31].

Con la fundación del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico Mineras, Ingeominas, se institucionalizaron las investigaciones geológicas sistemáticas del subsuelo nacional. iniciando la exploración sistemática y la cartografía geológica del territorio nacional. Al mismo tiempo se desarrollaron las Sociedades Geológicas, se institucionalizaron los Congresos Geológicos, se reglamentó la profesión y la consolidación de las facultades de geología existentes y se fundaron nuevas escuelas, contribuyendo a los estudios básicos para la construcción de represas hidroeléctricas, trazado de carreteras y vías férreas, así como otras investigaciones y proyectos. Adicionalmente, en 1983, después del terremoto de Popayán, se creó la red sismológica con estudios sistemáticos de amenaza sísmica, dado que Colombia es un país con características geológicas variadas, con una gran tradición minera la cual está rezagada para la implementación de tecnologías limpias, con impactos en el entorno ambiental y socio económico que se han convertido en problemáticas muy sentidas, debido que requieren soluciones integrales desde el punto de vista técnico científico y social.

Actualmente el país busca garantizar el crecimiento económico de manera sostenible, "el mundo necesita urgentemente un cambio radical en la forma en que la sociedad global interactúa con la Tierra. Las actividades humanas de hoy están trastornando nuestro planeta de maneras que amenazan nuestra calidad del aire, la confiabilidad del agua, la seguridad alimentaria y la estabilidad de nuestro clima y ecosistemas. Las transformaciones reales para superar estos desafíos solo ocurrirán si trabajamos juntos-ciencia, tecnología, negocios, gobierno y sociedad civil-como uno solo"[32]. El gobierno Nacional busca que las actividades productivas se realicen en armonía con el ambiente, por tanto, la Nación decretó la Ley del 2018 [33], estableciendo las

[29] Armando Espinosa. Historia de las investigaciones geológicas en Colombia notas a partir de la segunda mitad de siglo XIX. Cienc. Tec. Des. Bogotá. 1984, p. 1-265.
[30] La República. Los Cien Años de la Geología Colombiana. 2 de Julio de 2016. Tomado de: https://www.larepublica.co/opinion/editorial/los-cien-anos-de-la-geologia-colombiana-2395811
[31] Armando Espinosa, *Op. cit.*, p. 17.
[32] Ley 1931 del 2018. Directrices Para La Gestión Del T Cambio Climático. Congreso de Colombia.
[33] Ibíd.

directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la Nación, Departamentos, Municipios, Distritos, Áreas Metropolitanas y Autoridades Ambientales.

La Ciencia del Sistema Terrestre, busca la integración de diferentes ramas de la ciencia y el uso de tecnologías de modelado avanzadas, que permitan desarrollar una imagen más clara del pasado y proyectar varios escenarios para el futuro, entremezclando diferentes disciplinas vinculadas con el desarrollo sostenible, la prevención de riesgos geológicos, la hidrogeología, la evaluación de impacto ambiental en el planeta y en nuestra salud, en general, con el aprovechamiento racional de los recursos minerales y el mejoramiento y aseguramiento de nuestra calidad de vida[34]. Su noción es esencial para el desarrollo económico de los países, por tanto, requiere del desarrollo de investigaciones en Geología, Geofísica, Geoquímica, Hidrología y Ciencias de la Atmósfera, entre otras.

El programa de Doctorado busca evaluar integralmente la interacción de las distintas esferas que componen el sistema terrestre (Geosfera, Pedosfera, biosfera, Hidrosfera, Atmosfera y Antroposfera) a través de la observación y comprensión espacio temporal de los fenómenos naturales, la aplicación de métodos analíticos, la integración y generación de bases de datos, y el análisis e interpretación de datos y modelos de evolución espacio-temporal (ver figura 3). A largo plazo esperamos contribuir al desarrollo de políticas y programas de gestión de los recursos naturales, del riesgo y del medio ambiente, como parte de la transferencia del conocimiento desarrollado en el programa.

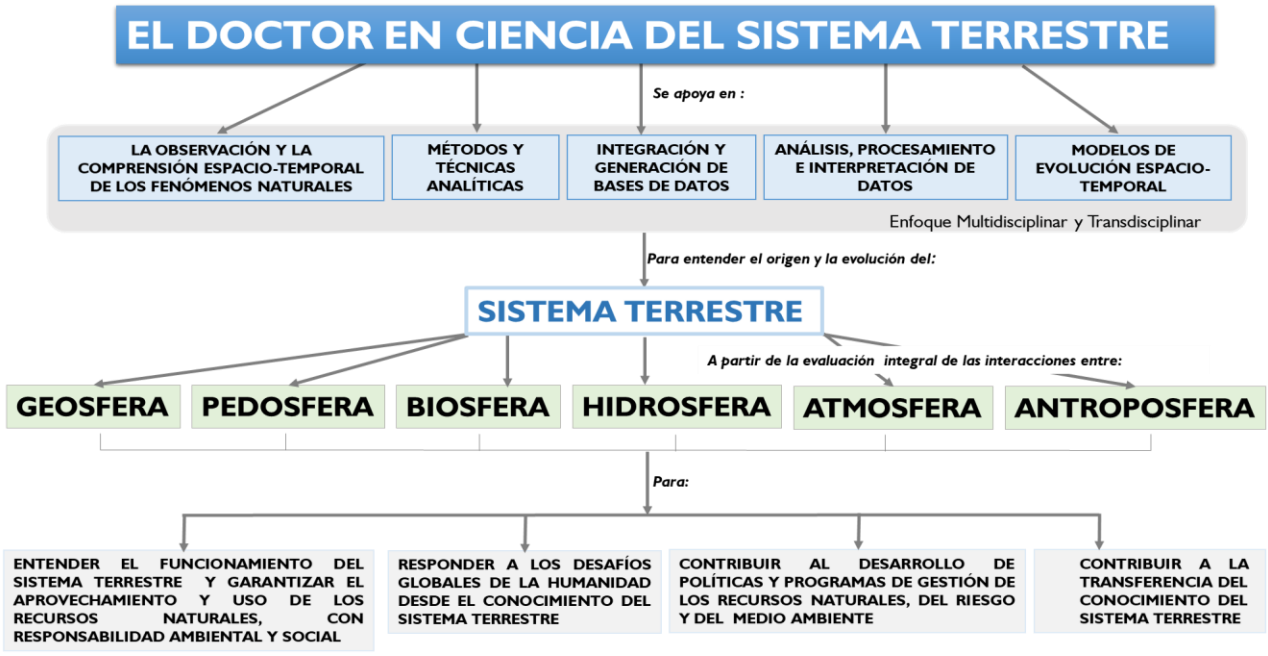


Figura 3. Estructura conceptual de saber Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre

[34] UNESCO, *Op. cit.*, p. 9.

Las líneas de investigación que se abordarán en el programa de postgrado mencionado son: (I) Geosfera; (II) Geosfera + Pedosfera + Biosfera; (III) Geosfera + Pedosfera + Biosfera + Hidrosfera +Atmosfera; (IV) Geosfera + Antroposfera (Figura 4). Estas líneas integran las líneas de trabajo establecidas por el Ministerio de Minas mencionadas anteriormente.



Figura 4. Líneas de investigación del Doctorado Ciencia del Sistema Terrestre

Las 4 líneas de investigación del Doctorado en CST están relacionadas con otros programas de posgrado institucionales, dado que nuestro programa abarca todas las componentes del Sistema Terrestre, por tanto, los grupos de investigación adscritos a diferentes áreas del conocimiento, pueden complementar nuestro enfoque generando proyectos innovadores. A grandes rasgos las líneas de investigación son respaldadas por diferentes grupos de investigación dependiendo de su enfoque, por ejemplo: (I) Geosfera es apoyada por los grupos de investigación de Ingeniería de Petróleos, Ingeniería Química e Ingeniería Mecánica; (II) Geosfera + Pedosfera +Biosfera, por los grupos de investigación de Biología, Química y Física; (III) Geosfera + Pedosfera + Biosfera + Hidrosfera +Atmosfera, está soportado por los grupos de investigación de Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones e Ingeniería Mecánica; (IV) Geosfera + Antroposfera, por los grupos de investigación de Trabajo Social, Economía y Administración y Diseño Industrial.

4.3 OBJETO DE ESTUDIO DEL PROGRAMA

El objeto de estudio del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre es el sistema Tierra a partir de la integración de las ciencias físicas, químicas, biológicas y sociales, y el estudio de sus procesos complejos, su evolución pasada, presente y futura y sus interacciones con los seres humanos a escalas local, regional y global.

4.4 PROPÓSITOS GENERALES DEL PROGRAMA

Propósito General:

El propósito general del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre es ofrecer una formación avanzada de profesionales para generar soluciones novedosas e innovadoras a necesidades asociadas al sistema Tierra y a los problemas de sostenibilidad en el ámbito nacional y mundial, con capacidad para incorporarse a la industria, agencias gubernamentales e instituciones de educación superior, y aprovechar las oportunidades que presenta un entorno altamente cambiante como el actual.

Propósitos Específicos:

- Atender a la creciente demanda nacional, regional y mundial de científicos especializados en las ciencias del sistema terrestre y sus numerosas aplicaciones.

- Generar un contexto académico que apoye un enfoque interdisciplinario y orientado a la investigación para la comprensión del sistema Tierra y sus interacciones con los seres humanos a escalas local, regional y global.

- Estudiar la interacción e interrelación entre la geosfera, pedosfera, biósfera, hidrosfera, atmósfera, antroposfera, generando conocimiento científico y tecnológico que contribuya al entendimiento del sistema terrestre.

- Investigar sobre los temas que afectan la vida en el sistema terrestre directamente como el cambio climático, el calentamiento global, el uso irracional de recursos naturales, desastres naturales, el uso de la tierra, la contaminación ambiental, la pérdida de la biodiversidad, etc.

- Desarrollar estrategias encaminadas a la búsqueda de soluciones innovadoras que respondan a los retos actuales y necesidades del ser humano.

- Gestionar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico para contribuir a la planificación y toma de decisiones con relación al cambio climático y ambiental, así como sus impactos, la adaptación a estos impactos, el desarrollo sostenible, la atención de desastres naturales/no naturales, el uso racional de los recursos naturales, y la comprensión de los problemas sociales.

- Divulgar, difundir y transferir el conocimiento científico y tecnológico sobre el sistema Tierra al interior de la comunidad científica y público en general.

4.5 COMPONENTE FORMATIVO

El Programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se interrelaciona con diferentes disciplinas como química, física, biología, humanidades, geología e ingenierías dentro de un marco de desarrollo sustentable, ambiental, económico, científico y tecnológico de la sociedad.

El componente formativo de este programa está contemplado en el aprendizaje basado en problemas y ejecutado por proyectos formulados a partir de retos de interés social, actuales y pertinentes. Esto incluye tanto retos científicos (modelos de evolución predictivos, integración y generación de bases de datos, geoquímica, química atmosférica etc.) como industriales (gestión del riesgo, procesos de innovación dentro de un marco de sostenibilidad, etc.).

Además, este cuenta con el apoyo de investigadores nacionales e internacionales adscritos a diferentes disciplinas, generando el desenvolvimiento de las competencias y conocimientos integrados del estudiante para resolver los desafíos relacionados con la sostenibilidad y el cambio ambiental global.

4.5.1 PLAN GENERAL DE ESTUDIOS

Las actividades académicas del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre están organizadas y estructuradas en ocho (8) semestres académicos y 100 créditos distribuidos en tres niveles:

- Nivel básico: Fundamentación en investigación. Constituido por los Seminarios I, II, III y la actividad académica de Gestión y Transferencia de Conocimiento donde el estudiante divulga y presenta los avances de la investigación mediante exposiciones, informes y demostraciones generando discusiones científicas y técnicas que aporten ideas para su tesis doctoral.
- Nivel intermedio: Profundización. Donde el estudiante define su área de interés y, dentro de los grupos de investigación, desarrolla las actividades académicas electivas dependiendo de la línea de investigación seleccionada. Cada línea de investigación está respaldada por, al menos, uno de los grupos de investigación de soporte al programa de Doctorado.
- Nivel avanzado: Desarrollo de tesis. Conformado por las actividades académicas Propuesta de tesis doctoral I - III y Tesis doctoral I - V donde el estudiante desarrolla su trabajo de investigación, el cual debe ser un aporte original y significativo en el dominio de investigación correspondiente.

En la Tabla 12 se muestra el plan de estudios para el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre y en la Tabla 13 se resumen los créditos por nivel.

En el desarrollo del programa de doctorado se fomentará la realización de pasantías de investigación de mínimo un semestre académico y será homologada por alguna(s) de las actividades académicas de Tesis Doctoral I, II, III y IV, de acuerdo con su duración, el plan de

pasantía es opcional; deberá ser aprobado previamente por el Comité Asesor de Programas de Posgrado y el director de la tesis.

Tabla 12. Plan de estudios del Doctorado Ciencia del Sistema Terrestre.

Nivel	Código	Actividad académica	Horas/Semana			Créditos	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	UAA a cargo de la actividad académica
			HIP		HTI				
			Teóricas	Prácticas					
I		Gestión y Transferencia de Conocimiento	4	0	8	4	Ninguno	Cuantitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		Electiva I	3	0	9	4	Ninguno	Cuantitativa	Escuelas UIS*
		Propuesta de tesis doctoral I	4	0	11	5	Ninguno	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**11**	**0**	**28**	**13**			
II		Seminario I: Temas Actuales de la Ciencia del Sistema Terrestre	3	0	9	4	Ninguno	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		Electiva II	3	0	9	4	Ninguno	Cuantitativa	Escuelas UIS*
		Propuesta de tesis doctoral II	4	0	11	5	Propuesta de tesis doctoral I	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**10**	**0**	**29**	**13**			
III		Seminario II: Avances y Discusión de Tema de Tesis	3	0	9	4	Seminario I	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		Electiva III	3	0	9	4	Ninguno	Cuantitativa	Escuelas UIS*
		Propuesta de tesis doctoral III	4	0	11	5	Propuesta de tesis doctoral II	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**10**	**0**	**29**	**13**			
IV		Seminario III: Ética en la Investigación y Comunicación Científica	3	0	9	4	Seminario II	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		Electiva IV	3	0	9	4	Ninguno	Cuantitativa	Escuelas UIS*
		Tesis doctoral I	4	0	11	5	Propuesta de tesis doctoral III	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**10**	**0**	**29**	**13**			

Nivel	Código	Actividad académica	Horas/Semana			Créditos	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	UAA a cargo de la actividad académica
			HIP		HTI				
			Teóricas	Prácticas					
V		Tesis doctoral II	4	0	32	12	Tesis doctoral I	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**4**	**0**	**32**	**12**			
VI		Tesis doctoral III	4	0	32	12	Tesis doctoral II	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**4**	**0**	**32**	**12**			
VII		Tesis doctoral IV	4	0	32	12	Tesis doctoral III	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**4**	**0**	**32**	**12**			
VIII		Tesis doctoral V	4	0	32	12	Tesis doctoral IV	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**4**	**0**	**32**	**12**			
SUMA TOTAL			**57**	**0**	**243**	**100**			

*** Esta actividad académica podrá ser ofrecida por los diferentes programas y grupos de investigación que apoyan el programa.**
Nota 1: Antes de finalizar el periodo III, el estudiante debe presentar el examen de candidatura
Nota 2: Al finalizar el periodo IV, el estudiante debe presentar y defender la propuesta de Tesis doctoral
Nota 3: Al finalizar el periodo VI, se sugiere hacer la pasantía internacional la cual puede ser homologada por Tesis doctoral II - V
Nota 4: Al finalizar el periodo VIII, se debe hacer la defensa privada de datos y la presentación de la Tesis doctoral.
Nota 5: La electiva del tercer nivel es flexible de ser tomada en cualquier otro nivel, anterior o posterior al tercero. Sin embargo, es requisito de grado haber completado la totalidad de créditos de actividades académicas avanzadas y electivas.

Tabla 13. Total de créditos Plan de estudios Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Nivel	HIP	HTI	Créditos Académicos
I	11	28	13
II	10	29	13
III	10	29	13
IV	10	29	13
V	4	32	12
VI	4	32	12
VII	4	32	12
VIII	4	32	12
Total	**57**	**243**	**100**

HIP: Horas de trabajo del estudiante con interacción con el profesor
HTI: Horas de trabajo independiente del estudiante.

En la Tabla 14 se presentan las actividades académicas electivas propuestas para el programa.

Tabla 14. Actividades académicas electivas.

Código	Electivas	Unidad Académica / Posgrado	Horas/Semana			Créditos	Requisitos
			HIP		HTI		
			Teóricas	Prácticas			
I Geosfera							
	Tópicos Avanzados de Geofísica	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Paleomagnetismo	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Física de Rocas	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Evolución Cortical y Metalogénesis	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geomecánica	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Análisis de Base de Datos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Cuencas Sedimentarias	Doctorado CST	3	0	9	4	-
II Geosfera + Pedosfera + Biosfera							
	Bioestratigrafía y Biocronología	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Ciencia del Suelo	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Paleoecología y Paleogeografía	Doctorado CST	3	0	9	4	-
III Geosfera + Pedosfera + Biosfera + Hidrosfera + Atmosfera							
	Paleoclimatología y cambio climático	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Procesos Hidroclimáticos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Ecosistemas Marinos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Ecosistemas Atmosféricos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geología de Recursos Hídricos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Amenazas Geológicas	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Tópicos Especiales en Geoquímica	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Meteorología	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geofluidos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
IV Geosfera + Antroposfera							
	Historia Ambiental	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geoeducación	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geología para la Planificación del Territorio	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geología Médica y Forense	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geología Planetaria	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Política y Economía de Georecursos	Doctorado CST	3	0	9	4	-

Trayectorias posibles de los estudiantes en el proceso formativo

El plan de estudios del Doctorado en CST plantea las actividades obligatorias que aportan las herramientas que permiten al investigador desarrollar las competencias establecidas, las cuales están basadas en el perfil de egreso propuesto y que le permitirán un desempeño adecuado en

las áreas definidas. En la tabla 14 se plantean las electivas que pueden ser elegidas por el estudiante de acuerdo con sus intereses particulares, a partir del primer nivel hasta el cuarto nivel, el estudiante puede elegir las actividades académicas electivas que quiere profundizar en las áreas de: I Geosfera, II Geosfera + Pedosfera + Biosfera, III Geosfera + Pedosfera + Biosfera + Hidrosfera + Atmosfera y IV Geosfera + Antroposfera. El coordinador del posgrado revisará en cada semestre la oferta de electivas de tal forma que haya diversidad y los estudiantes puedan contar con una mayor oportunidad para acceder a diferentes áreas de su interés.

En el caso de Propuesta de tesis doctoral I a la III y de Tesis doctoral I a la V, el estudiante es quien elige el tema de su propuesta y desarrolla su tesis doctoral de acuerdo con su interés investigativo y necesidades del contexto regional, nacional y global.

Estrategias de flexibilización y el plan para su implementación

El Modelo Pedagógico UIS21 menciona que, para identificar el modelo pedagógico de una institución de educación entre otras, se debe observar la flexibilidad curricular, entendida esta como "La organización de las experiencias y ambientes de aprendizaje en planes de estudio adaptables, centrados en el estudiante y en el proceso de aprendizaje, enfocados al desarrollo de las competencias genéricas, transversales y específicas requeridas para el ejercicio profesional, y el logro de los resultados de aprendizaje propuestos en la declaración de los propósitos de formación institucionales"[35]

La flexibilidad es una de las características del currículo que concreta los lineamientos del modelo pedagógico y que trabaja de forma sinérgica con la interdisciplinariedad para lograr la formación integral. Es así como la flexibilidad en la UIS se concreta en la *flexibilidad curricular* entendida esta como la selección y ajuste dentro del plan de estudios de contenidos pertinentes, útiles y adecuados a las necesidades del entorno y que permitan profundizar en el campo disciplinar y a su vez abordar otras disciplinas, la cual no sólo puede estar referida a actividades académicas optativas ya que su finalidad es la búsqueda de un egresado flexible. La *flexibilidad pedagógica* en la posibilidad de adaptar la relación docente – estudiante, la diversidad de ambientes de aprendizaje, la adopción de diversos recursos educativos y estrategias de enseñanza – aprendizaje y de evaluación y *flexibilidad desde el aprendiz* que "permite que los sujetos de aprendizaje puedan participar en la configuración de su ruta formativa concediéndole autonomía y responsabilidad sobre su propio proceso de construcción de conocimiento y formación integral"[36].

Con estas premisas la flexibilidad en el programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se concreta a través de las siguientes estrategias:

[35] Modelo Pedagógico UIS21, 2021, p. 8.
[36] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos, enero de 2022., p. 20.

- Actividades académicas electivas disciplinares y transdisciplinares: los estudiantes pueden elegir 16 créditos al cursar cuatro (4) actividades académicas que permiten el acercamiento y profundización en áreas de conocimiento del posgrado, una de ellas ofertada por una facultad diferente a la que se encuentra adscrito el programa de Doctorado.

- La selección libre por parte del estudiante de la Propuesta de tesis doctoral I a la III y de Tesis doctoral I a V de acuerdo con su campo investigativo de interés relacionado con la Ciencia del Sistema Terrestre.

- La adopción de mecanismos de evaluación diferencial siempre de acuerdo con las competencias a desarrollar y los indicadores de aprendizaje establecidos.

- El reconocimiento de actividades académicas cursadas por el estudiante en otras instituciones de educación superior o centros de investigación tal es el caso de una pasantía de investigación.

Acciones, procesos y actividades para garantizar la transversalización de la formación integral.

La Ley 30 de 1992, la cual organiza el servicio público de la Educación Superior en Colombia, estableció como uno de sus objetivos y en sus instituciones la formación integral que habilite a los egresados de programas académicos asumir funciones profesionales e investigativas. Por su parte la UNESCO en su conferencia mundial de 1998 establecía la necesidad de una "formación integral, general y profesional, que propicie el desarrollo de la persona como un todo y favorezca su crecimiento personal, su autonomía, su socialización y la capacidad de convertir en valores los bienes que la perfeccionan" e instaba a las instituciones a "realizar cambios en las estructuras organizativas y en las estrategias educativas a fin de lograr un alto grado de renovación, agilidad y flexibilidad en la oferta curricular". Posteriormente, la Ley 1188 de 2008 en sus lineamientos para la obtención de registro y decretos y resoluciones que la reglamentan determinó que las IES deben garantizar las estructuras académicas, físicas y tecnológicas, organizacionales que permitan la formación integral; recientemente, la Resolución 21795 de 2020 resalta la importancia de alcanzar la coherencia entre los ambientes de aprendizaje y las propuestas curriculares de los programas para lograr la transversalización de la formación integral.

La Universidad Industrial de Santander en su misión institucional, base conceptual de su Proyecto Institucional, la cual se concreta en el Modelo Pedagógico UIS21 tiene a la formación integral de profesionales como un compromiso expreso que se materializa transversalmente en las propuestas curriculares de los programas. Con ello, la Universidad promueve el despliegue de características de alta calidad en los programas académicos, como la interdisciplinariedad, flexibilidad, internacionalización e interculturalidad, así como la integración curricular, honrando

la declaración misional por una formación para la investigación e innovación, la ética, la ciudadanía y la interculturalidad vistas desde un enfoque diferencial.

La formación integral que se consigue con la transversalidad de la misión formativa institucional atiende al desarrollo de competencias genéricas, ciudadanas y específicas necesarias para el logro de profesionales competentes disciplinar e interculturalmente, éticos, versátiles, honestos, críticos, innovadores, sensibles, analíticos, responsables, alfabetizados tecnológicamente y socialmente comprometidos con el respeto por los derechos humanos, el desarrollo sostenible, la conservación de la biodiversidad, la convivencia pacífica, la cohesión social y la democracia. Es importante precisar que la formación integral se consigue en ambientes de aprendizaje diversos, tanto intra como extramurales y requiere que al interior de la universidad se articulen las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión con las actividades administrativas, para generar un proceso continuo, permanente y participativo que tiene a su disposición toda la estructura organizacional, normativa y física.

En el caso del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, las acciones de formación integral se enfocan en:

- Formación basada en competencias como propuesta de aprendizaje significativo que orienta los procesos de formación de los estudiantes del Doctorado, a partir del desarrollo de habilidades desde todas las perspectivas del ser; esta descripción se define en las actividades académicas del programa, así como en el perfil de formación y en los resultados de aprendizaje.
- El plan de estudios propicia la formación integral dado que cuenta con actividades académicas electivas I, II, III y IV que, además de ser área flexible favorece la interdisciplinariedad, igualmente, formación en investigación (Propuesta de tesis doctoral I, II y III, Seminarios I, II y III, y Tesis doctoral I, II, III, IV y V).
- La determinación de la construcción y sustentación de una tesis doctoral como producto principal del Doctorado, cuyo propósito es resolver un problema de la Ciencia del Sistema Terrestre desde el punto de vista científico, para aportar al desarrollo del conocimiento. Esta tarea, alrededor de la cual se realizan todos los procesos formativos del programa, demanda y procura el desarrollo de competencias en todas las dimensiones del ser humano.

Por otra parte, la Universidad también ofrece alternativas de formación y apoyo para promover la integralidad del currículo, las actividades de investigación, proyección social y de cultura universitaria están dispuestas para que los estudiantes del Doctorado fortalezcan sus competencias y favorezcan su formación integral.

Requisitos y condiciones para que el estudiante pueda cumplir con el plan general de estudios.

Los requisitos de grado para un estudiante de Doctorado se definen en el Reglamento General de Posgrados de la Universidad Industrial de Santander (Acuerdo del Consejo Superior No. 75

de 2013), específicamente en el Título VI, Capítulo VI, artículos 142-144 tal como se expresa a continuación:
ARTÍCULO 142. Para optar a un título de doctor, el estudiante deberá cumplir los siguientes requisitos:
a) Haber aprobado todas las asignaturas y actividades contempladas en el plan de estudios y tener un promedio ponderado acumulado no menor que tres coma cincuenta (3,50).
b) Haber recibido nota aprobado en la tesis doctoral.
c) Haber publicado o tener la aprobación para la publicación de un (1) artículo de su autoría en una revista homologada o indexada por Colciencias en categoría B o superior según la clasificación vigente de Publindex, de Colciencias, o en revistas con índice de impacto equivalente a estas categorías. Este artículo debe estar relacionado directamente con el tema de la tesis doctoral.
d) Haber participado con ponencia en un (1) evento académico internacional, en el campo disciplinar del doctorado. La ponencia debe estar relacionada directamente con el tema de su tesis doctoral.
e) Cancelar los derechos de grado exigidos por la Universidad Industrial de Santander y encontrarse a paz y salvo, por todo concepto, en la institución.
f) Presentar certificación de un nivel de lengua extranjera, según prueba estandarizada, equivalente o superior al nivel B1 según el Marco Común Europeo de referencia para las lenguas.

Parágrafo 1. El título de doctor no podrá obtenerse en un lapso superior a doce (12) períodos académicos consecutivos contados a partir de la fecha de la primera matrícula; ya que, alcanzado este plazo, el estudiante quedará excluido del programa de doctorado.

Parágrafo 2. Teniendo en cuenta el nivel de lengua extranjera para admisión a doctorados, el Instituto de Lenguas programará, para estos programas, dos (2) niveles curriculares de lengua extranjera por semestre. Quienes no se acojan a estos cursos o no los aprueben asumirán el costo de cursos de lengua extranjera en los horarios de extensión del Instituto de Lenguas Universidad Industrial de Santander o por fuera de esta. No obstante, el certificado de cumplimiento del nivel de lengua como requisito de grado debe estar certificado a partir de una prueba estandarizada y reconocida o practicada por el Instituto de Lenguas.

Parágrafo 3. El Instituto de Lenguas programará, para los estudiantes de posgrado de la Universidad Industrial de Santander, las pruebas de certificación del nivel de competencia en lengua extranjera exigido como requisito de grado. Quienes no la presenten en la fecha programada por el Instituto de Lenguas, deberán asumir los costos económicos que se deriven de las pruebas de competencia en lengua extranjera presentadas en fechas diferentes.

ARTÍCULO 143. Cumplidos todos los requisitos, el estudiante de doctorado deberá presentar la documentación requerida ante las instancias correspondientes (Dirección de Admisiones y Registro Académico y Secretaría General) y solicitar el grado, en las fechas establecidas por la Universidad Industrial de Santander en el calendario del período académico vigente, al Consejo Académico.

ARTÍCULO 144. La Universidad Industrial de Santander otorgará el título respectivo, en nombre de la República de Colombia y por autorización del Ministerio de Educación Nacional, a quienes hayan cumplido los requisitos del programa de posgrado con las exigencias establecidas en los reglamentos internos de la UIS y en las normas vigentes legales.
Parágrafo 1. El otorgamiento del título se hará constar en Acta de Grado y en el correspondiente diploma.

Parágrafo 2. En el caso de convenios con otras universidades o instituciones, o programas de posgrado con doble titulación, y en los cuales la Universidad Industrial de Santander sea titular del registro calificado del programa en Colombia, podrá mencionarse en el respectivo título el nombre de las demás entidades participantes del convenio, según lo establecido en dichos acuerdos.

Requisito de competencias plurilingües[37]como requisito de egreso para los estudiantes cuya lengua materna es el español: presentar certificación de un nivel de lengua extranjera, según prueba estandarizada, equivalente o superior al nivel B1 según el Marco Común Europeo de referencia para las lenguas, nivel que estará vigente hasta el segundo semestre académico de 2024. A partir del primer semestre académico de 2025 y hasta el segundo semestre académico de 2027 el nivel de egreso incrementará a B1+; y a partir del primer semestre académico de 2028 el requisito de grado será B2 según el Marco Común Europeo de referencia para las lenguas.

4.5.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Definición y análisis de los resultados de aprendizaje del Programa

Los Resultados de Aprendizaje (RA) son declaraciones expresas de lo que se espera que un estudiante conozca y demuestre al terminar un programa académico[38]. En relación con la definición de los RA, se partió de la definición de las competencias a desarrollar a través de los programas de las actividades académicas, se realizó consulta en la web sobre cómo redactar RA y revisión de perfiles de egreso de programas similares o afines al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre analizando la proyección en el contexto nacional e internacional. De acuerdo con las competencias generales definidas, se consolidó el perfil de egreso y se declararon los RA teniendo en cuenta que éstos reflejaran de manera específica los conocimientos, las actitudes y las habilidades investigativas que debe tener el estudiante al finalizar el Programa de Doctorado.
Lo anteriormente descrito, se realizó a través de diálogos y reuniones, con los profesores del programa, obteniendo el aval del claustro de profesores y del Consejo de Escuela de Geología mediante acta No. 5 y No. 26 de junio 21 de 2021, respectivamente.

[37] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Referentes Institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos. Numeral 6.6.2.3, Pág.128.
38 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Propuesta de actualización del Modelo Pedagógico. Numeral 3.1. Abril del 2021.

Como resultado, se obtuvo la declaración de los resultados de aprendizaje, las competencias generales y el perfil de egreso (ver numeral 4.5.3):

Resultados de Aprendizaje

Al finalizar el programa académico de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, el egresado estará en capacidad de:

- Desarrollar proyectos de investigación relacionados con áreas afines al sistema terrestre, para fines de contribuir al desarrollo científico, académico y socio - económico de la sociedad y el medio ambiente.
- Interpretar datos mediante el uso de herramientas informáticas especializadas enfocadas a identificar y entender las diferentes relaciones causa-efecto entre los diferentes fenómenos del sistema terrestre.
- Participar en iniciativas interdisciplinares de desarrollo científico en el área de Ciencia del Sistema Terrestre en instituciones de educación superior, entidades gubernamentales y del sector privado, y en otros espacios académicos e investigativos.
- Divulgar los resultados de las investigaciones con la comunidad académico- científica y el sector industrial, mediante la publicación de artículos científicos en revistas indexadas de circulación nacional e internacional, presentación de ponencias en foros académicos, públicos, entre otros escenarios que permiten la socialización y democratización del conocimiento.
- Argumentar con criterios científicos, apoyados siempre en datos robustos, derivados de la implementación de metodologías científicamente confiables que garantizan confiabilidad, repetividad y reproducibilidad de los datos.
- Aportar elementos y criterios claves para la formulación de políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación, los cuales son factores fundamentales en todos los procesos relacionados con el desarrollo de la sociedad.
- Proponer alternativas de solución a los problemas presentes en el Sistema Terrestre, haciendo uso eficiente de los recursos físicos, humanos y financieros con responsabilidad social y ambiental.

Competencias generales

- Clasifica la literatura científica para el análisis, evaluación, contextualización y solución de un problema de investigación.
- Argumenta críticamente la literatura científica de su área de conocimiento.
- Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación.
- Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento.
- Desarrolla habilidades para realizar trabajo interdisciplinario y en equipo.

- Utiliza un lenguaje técnico-científico apropiado y asertivo para la comunicación oral y escrita de sus investigaciones.
- Demuestra ser un ciudadano ético, comprometido con el desarrollo del país y la región desde la perspectiva socio - ambiental.
- Establece relaciones de respeto con investigadores y miembros de su entorno mediante una actitud crítica y argumentativa de las diferencias cognitivas.

Descripción de la forma en que se articulan los resultados de aprendizaje con el plan general de estudios.

A continuación, en la Tabla 15 se puede observar la relación entre los resultados de aprendizaje, las competencias generales y las actividades académicas del plan de estudios del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre:

Tabla 15. Relación entre resultados de aprendizaje, competencias generales y actividades académicas.

Resultados de Aprendizaje	Competencias generales	Actividades académicas
Desarrollar proyectos de investigación relacionados con áreas afines al sistema terrestre, para fines de contribuir al desarrollo científico, académico y socio - económico de la sociedad y el medio ambiente.	•Clasifica literatura científica para el análisis, evaluación, contextualización y solución de un problema de investigación. •Argumenta críticamente la literatura científica de su área de conocimiento. •Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación. •Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento. •Utiliza un lenguaje técnico-científico apropiado y asertivo para la comunicación oral y escrita de sus investigaciones.	✓ Gestión y transferencia de conocimiento. ✓ Propuesta de tesis doctoral I a III ✓ Tesis doctoral I a V.
Interpretar datos mediante el uso de herramientas informáticas especializadas enfocadas a identificar y entender las diferentes relaciones causa-efecto entre los diferentes fenómenos del sistema terrestre.	•Clasifica la literatura científica para el análisis, evaluación, contextualización y solución de un problema de investigación. •Argumenta críticamente la literatura científica de su área de conocimiento. •Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación. •Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento.	✓ Propuesta de Tesis doctoral I a III. ✓ Tesis doctoral I a V.
Participar en iniciativas interdisciplinares de desarrollo científico en el área de Ciencia del Sistema Terrestre en instituciones de	•Demuestra ser un ciudadano ético, comprometido con el desarrollo del país y la región desde la perspectiva socio - ambiental. •Establece relaciones de respeto con investigadores y miembros de su entorno	✓ Gestión y transferencia de conocimiento. ✓ Electiva I a IV. ✓ Seminario I a III.

Resultados de Aprendizaje	Competencias generales	Actividades académicas
educación superior, entidades gubernamentales y del sector privado, y en otros espacios académicos e investigativos.	mediante una actitud crítica y argumentativa de las diferencias cognitivas. • Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación.	
Divulgar los resultados de las investigaciones con la comunidad académico-científica y el sector industrial de forma ética, mediante la publicación de artículos científicos en revistas indexadas de circulación nacional e internacional, presentación de ponencias en foros académicos, públicos, entre otros escenarios que permiten la socialización y democratización del conocimiento.	•Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento. •Utiliza un lenguaje técnico-científico apropiado y asertivo para la comunicación oral y escrita de sus investigaciones. •Demuestra ser un ciudadano ético, comprometido con el desarrollo del país y la región desde la perspectiva socio - ambiental. •Desarrolla habilidades para realizar trabajo interdisciplinario y en equipo.	✓ Gestión y transferencia de conocimiento. ✓ Electiva I a IV. ✓ Propuesta de Tesis doctoral I a III. ✓ Seminario I a III. ✓ Tesis doctoral I a V.
Argumentar con criterios científicos, apoyados siempre en datos robustos, derivados de la implementación de metodologías científicamente confiables que garantizan confiabilidad, repetividad y reproducibilidad de los datos.	•Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación. •Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento. •Argumenta críticamente la literatura científica de su área de conocimiento.	✓ Seminario I a III. ✓ Propuesta de Tesis doctoral I a III. ✓ Tesis doctoral I a V.
Aportar elementos y criterios claves para la formulación de políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación, los cuales son factores fundamentales en todos los procesos relacionados con el desarrollo de la sociedad.	•Demuestra ser un ciudadano ético, comprometido con el desarrollo del país y la región desde la perspectiva socio - ambiental. •Clasifica la literatura científica para el análisis, evaluación, contextualización y solución de un problema de investigación. •Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación. •Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento.	✓ Tesis doctoral I a V.
Proponer alternativas de solución a los problemas presentes en el Sistema Terrestre, haciendo uso eficiente de los recursos físicos, humanos y financieros	•Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación. •Desarrolla habilidades para realizar trabajo	✓ Tesis doctoral I a V.

Resultados de Aprendizaje	Competencias generales	Actividades académicas
con responsabilidad social y ambiental.	interdisciplinario y en equipo. • Demuestra ser un ciudadano ético, comprometido con el desarrollo del país y la región desde la perspectiva socio - ambiental.	

Fuente: elaboración propia

4.5.3 PERFIL DE EGRESO

El egresado del Programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre de la UIS es un científico con altos valores éticos, sentido social y responsabilidad ambiental, cuya formación le permite proponer y liderar actividades académicas e investigativas enfocadas a establecer relaciones causa-efecto entre los diferentes procesos naturales del Sistema Terrestre, como también plantear hipótesis y teorías que coadyuven de manera innovadora a brindar soluciones a problemas científicos y aplicados. El Doctor en Ciencia del Sistema Terrestre es un investigador capaz de plantear proyectos, planes, programas y políticas públicas que contribuyan al desarrollo socio-económico de la región y el país, integrando conocimientos derivados de los diferentes procesos que tienen lugar en la geosfera, pedosfera, biosfera, hidrosfera, atmosfera y antroposfera.

Medios de comunicación y difusión a los estudiantes del plan general de estudios, los resultados de aprendizaje y el perfil de egreso.

Por otra parte, se utilizarán los siguientes medios de comunicación y difusión para socializar con los estudiantes el plan de estudios, el perfil de egreso y los resultados de aprendizaje del Programa:

- Correo electrónico de los estudiantes. Se enviará al inicio de cada año académico.
- Página web de la Escuela de Geología, sección Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.
- Página web Institucional y demás redes sociales utilizadas por el programa.
- Brochure o folleto que se facilitará al público en general y se entregará a los estudiantes en reunión de bienvenida.

4.6 COMPONENTE PEDAGÓGICO

Descripción del modelo pedagógico y didáctico del programa que conduce al logro de los resultados de aprendizaje

El Modelo Pedagógico de la UIS, el cual está articulado con el Proyecto Institucional, evidencia el desarrollo de la función sustantiva de la docencia, en armonía con los avances del conocimiento derivado de las ciencias del aprendizaje, afianzando la capacidad de la comunidad universitaria para el cumplimiento de la misión institucional de formar ciudadanos globales y futuros

profesionales que participen con responsabilidad ética y política en el devenir sostenible del proyecto común de humanidad[39].

El modelo pedagógico institucional fue actualizado en el año 2021 con el fin de fortalecer el actuar docente, con miras a alcanzar los propósitos descritos en la nueva misión y visión institucional, y responder a nuevos paradigmas sociales que reclaman la formación de profesionales competentes disciplinar e interculturalmente, éticos, versátiles, honestos, críticos, innovadores, sensibles, analíticos, responsables, alfabetizados tecnológicamente y socialmente comprometidos con el respeto por los derechos humanos, el desarrollo sostenible, la conservación de la biodiversidad, la convivencia pacífica, la cohesión social y la democracia.

Los procesos educativos de la UIS, además de formar desde y para la ciencia, proponen experiencias de aprendizaje que contribuyen a la expansión de la sensibilidad estética de nuestros estudiantes, privilegiando el desarrollo de competencias actitudinales que los lleven a tomar decisiones de actuación personal y profesional desde el respeto por sí mismo, el respeto por el otro, y el respeto por la vida y el medio ambiente. Los profesores y estudiantes logran, a través de los intrincados caminos formativos, confrontar historias individuales y colectivas, reconocer diferencias, y valorar semejanzas, comprendiendo el error como parte del proceso de aprendizaje, lo que permite enfocarse en encontrar las mejores maneras para alcanzar los resultados esperados.

El proceso formativo es el núcleo del modelo pedagógico, se sostiene conceptualmente en comprensiones acerca del aprendizaje y la enseñanza, se instrumentaliza a partir de principios pedagógicos generales y didácticas específicas, se dinamiza con enfoques y recursos para mediación eficaz del aprendizaje y se consolida en la relación profesor-estudiante-objeto de estudio, orientada al desarrollo de las competencias necesarias para obtener los resultados de aprendizaje esperados en los diversos perfiles de egreso de los programas. Las concepciones y enfoques respecto del aprendizaje que sustentan el proceso formativo no se orientan a describir o explicar cuánto conocimiento se logra al final del proceso, sino a demarcar la estructura y calidad con que desarrolla conocimiento el sujeto humano, en el entendido que el conocimiento no es exclusivamente declarativo sino también de orden procedimental y actitudinal. Igual de importante, es comprender que los caminos para llegar al conocimiento son variados y dependen centralmente –más no de forma exclusiva- del desarrollo de procesos de pensamiento cada vez más complejos y abstractos, así como del uso del lenguaje como recurso para la construcción de sentido.

[39] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo No. 233 del 10 de agosto de 2021. Modelo Pedagógico UIS21.

Descripción de los componentes pedagógicos, en consideración a la diversidad cultural, social y tecnológica de los estudiantes

El Modelo pedagógico de la Universidad se centra en los estudiantes, reconociendo a estos como: "sujetos multidimensionales, con motivaciones, necesidades y comportamientos sociales y éticos, biológicos, afectivos y estéticos, cognitivos y tecnológicos"[40], es decir, reconoce que el estudiante, más allá del objetivo de recibir una formación académica, también necesita desarrollarse e integrarse a una sociedad, de modo que, pueda trazar su proyecto de vida en esta, y al mismo tiempo asuma el rol como un actor dinamizador, innovador, y participativo en la resolución de las necesidades propias y de la sociedad. Por tanto, la Universidad plantea brindar una formación integral y de innovación pedagógica, de modo que: "Esta educación prepara a los estudiantes de la UIS para ser sensibles, analíticos y responsables, con el fin de asumir los retos planteados por la diversidad cultural y la defensa de los derechos humanos, las relaciones complejas entre la política y la economía, el uso del conocimiento y el sentido de la ciudadanía y del liderazgo en el mundo global. Los estudiantes de la UIS aprenden a hacer uso aprovechable y razonado de recursos tecnológicos, a comunicarse eficazmente y a desempeñarse en espacios multilingües."[41]

Principios que rigen el proceso formativo del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre

La innovación pedagógica es la estrategia que implica el monitoreo constante de cómo las nuevas formas de hacer pedagogía en educación superior se van interiorizando en los diferentes escenarios formativos, dentro y fuera de las aulas, así como dentro y fuera de los planes de estudio, en constante articulación con el contexto, las comunidades y los territorios, de tal manera que los resultados de aprendizaje de nuestros estudiantes y las experiencias de innovación pedagógica contribuyan a mejorar los indicadores de desarrollo social. Para que la formación para la innovación no se detenga en el planteamiento o el diseño de las soluciones, sino que logremos probarlas en el contexto, la Universidad, con base en su experiencia investigativa, desarrolla políticas de gestión académica para la innovación donde se integran los desarrollos propuestos en las experiencias de aprendizaje a oportunidades de financiación y esquemas de transformación digital, y emprendimientos de base tecnológica como spin-offs y start-ups, en estrecha relación con el sector externo.

Por otra parte, cabe precisar, que el diseño curricular del Programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre está basado por competencias, determinadas como actuaciones integrales para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto, desarrollando y aplicando de manera articulada diferentes saberes (saber ser, saber convivir, saber hacer y saber conocer)[42] y se evidencian en cada uno de los programas de las actividades académicas (ver anexo A).

[40] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Acuerdo No. 026 de 2018. Proyecto Institucional., p. 36.
[41] Ibid., p. 40.
[42] TOBÓN S. (2013:93). Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. Colombia; Ecoe Ediciones.

El Programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre está orientado a la formación de científicos con altos valores éticos, sentido social y responsabilidad ambiental, con capacidad de desarrollar proyectos de investigación transdisciplinares que coadyuven de manera innovadora a brindar soluciones a problemas científicos y aplicados presentes en los diferentes procesos naturales del sistema terrestre (geosfera, pedosfera, biosfera, hidrosfera, atmosfera y antroposfera).

Es importante resaltar que el Programa le apunta a tres (3) de los enfoques estratégicos definidos en el Proyecto Institucional de la UIS[43]:

- Investigación e innovación como ejes articuladores de las funciones misionales.
- Diseño de soluciones compartidas para atender prioridades nacionales y retos globales.
- Democratización del conocimiento para la transformación social y el logro del buen vivir con enfoque territorial.

En complemento con lo anterior, el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, para su proceso formativo, se rige por los valores y principios institucionales declarados en el Proyecto Institucional[44], de los cuales se destacan:

- **Dignidad.** Consiste en el reconocimiento de cada individuo como ser único e insustituible en una comunidad; la dignidad se manifiesta en el respeto de la integridad de los seres vivos y de los derechos políticos, sociales y culturales del ser humano.

- **Protagonismo académico.** La visibilidad académica de la UIS se sostiene sobre la excelencia y la honestidad intelectual, derivadas del compromiso de la comunidad con las áreas de conocimiento, la curiosidad, la imaginación y el fortalecimiento y la creación de líneas de investigación; se respalda en la responsabilidad con los programas educativos pertinentes y en la colaboración interdisciplinaria para responder a problemas nacionales y retos globales.

- **Cultura de innovación.** La UIS es un escenario que propicia la creatividad, la experimentación e innovación a partir de la comprensión del acervo científico, tecnológico y cultural para la solución de retos y el incremento de las capacidades de la universidad como agente de transformación propia y de los territorios de influencia.

- **Confianza e inteligencia colectiva**. La UIS se constituye como un espacio de reconocimiento mutuo en las relaciones intersubjetivas. Esto posibilita definir, elaborar e integrar propósitos, movilizar efectivamente el conocimiento y las competencias y abrir asertiva y creativamente canales de interacción y trabajo colaborativo y transdisciplinario, a fin de soportar la gestión institucional y la vida en comunidad y afrontar desafíos complejos.

[43] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 026 de 2018. Proyecto Institucional. Numeral 6.
[44] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 026 de 2018. Proyecto Institucional. Numeral 5.

- **Libertad de cátedra y de aprendizaje.** El diseño y el desarrollo de experiencias de aprendizaje están sujetos a unos referentes establecidos de manera consensuada en los proyectos educativos institucionales. El quehacer educativo de la UIS se fundamenta en el diálogo, la investigación y valoración de formas de aprendizaje y de objetos de conocimiento, en el respeto a la dignidad de las personas y de la institución y en una actitud crítica y propositiva.

- **Manejo responsable de la información y del conocimiento.** La UIS reconoce los principios inherentes a la ética de la información y la comunicación que exige honestidad, transparencia, pertinencia, suficiencia, veracidad y confiabilidad de las fuentes. Esto se relaciona de modo inherente con un gran sentido de responsabilidad frente a la preservación, divulgación y disposición del conocimiento.

Estrategias de enseñanza y aprendizaje

Las estrategias de enseñanza y aprendizaje estarán guiadas por los siguientes lineamientos:

- Reconocimiento del otro como persona, interlocutor válido, capaz de usar su propio entendimiento para la toma de decisiones. El "otro" es el profesor, el estudiante, el ciudadano o el mismo. El otro trasciende la persona individual y se constituye en un colectivo: los estudiantes, los profesores, las directivas, la comunidad universitaria, reconociendo su integralidad, sus derechos y deberes, sus logros, limitaciones y potencialidades.

- Construcción del ser, del saber y del hacer, entendiéndola como una tarea que le corresponde realizar a los interlocutores del proceso educativo, mediante la comunicación. Construir el ser se refiere al proceso de formación integral, de actualización de potencialidades, de desarrollo humano en las dimensiones subjetiva, social y científico tecnológico. Construir el saber se refiere a la generación y apropiación creativa del conocimiento y a la reflexión sobre su sentido y valor en un contexto. Construir el hacer se refiere al establecimiento de relaciones con el entorno natural y social, a la educación del sentir y del obrar en la cotidianidad, educación orientada a la formación del ciudadano.

- Articulación Universidad – Sociedad para la formación del ciudadano, que contribuye a la formación del ciudadano autónomo, la praxis ética y el ejercicio de la democracia participativa.

- Transformar al estudiante en un individuo con habilidad para interactuar con miembros de la comunidad científica en su medio y fuera de este.

Dichos principios se entrelazan mediante un proceso de diálogo pedagógico que genera la acción y la reflexión comunicativa entre interlocutores válidos sobre un tema particular de estudio.

La práctica del diálogo pedagógico se puede describir mediante tres momentos: del maestro, del estudiante y puesta en común.

El momento del maestro es aquel en el cual se despierta el interés, se orienta, se demuestra, se explica y se comparte el saber. En su momento, el estudiante se dedica a la indagación, la imaginación, el ensayo y el cuestionamiento. El momento de puesta en común es el de la síntesis cultural, la siembra de inquietudes y la evaluación. Es el tiempo dedicado a la contextualización del conocimiento, de formulación de críticas, de confrontación de ideas con el otro, de toma de conciencia de los avances logrados, y de las responsabilidades adquiridas, de búsquedas de acuerdo, de reconocimiento tolerante de las diferencias y divergencias.

El programa CST desarrolla su función pedagógica teniendo en cuenta las estrategias de enseñanza y aprendizaje, comprendidas como "el conjunto de procedimientos debidamente planificados, autorregulados, cuya implementación se evalúa permanentemente y están orientados a alcanzar los logros propuestos para la enseñanza o el aprendizaje" [45];estos logros propuestos para la enseñanza o el aprendizaje están descritos en el programa de cada actividad académica obligatoria y electiva del plan curricular, cumpliendo con los propósitos de formación y el perfil de científico en Ciencia del Sistema Terrestre, haciendo énfasis en la autonomía del aprendizaje, mejora de la aptitud para reflexionar y argumentar, aplicabilidad del conocimiento y el desarrollo de la capacidad para resolver procesos.

Es importante el papel que desempeña el docente en las estrategias de enseñanza, este tiene la labor de acompañar los procesos de formación integral de los alumnos y ofrecer las herramientas necesarias para ellos; no obstante, al docente le corresponde educar para vivir y no solamente para saber, es decir "debe desempeñar un papel de mediador del aprendizaje debido a que es necesario desarrollar competencias que le permitan a los egresados de la educación superior aprender a ser personas, aprender a vivir juntos, aprender a pensar, aprender a aprender, aprender a emprender, aprender a desaprende" [46] .Las condiciones que el docente debe tener en cuenta para los procesos de mediación son: La coherencia psicológica, la coherencia de contenidos, la motivación y la implicación de los estudiantes, aplicación y utilidad.

Las estrategias de enseñanza y aprendizaje favorecen el logro de aprendizajes significativos en los estudiantes; para el Doctorado en CST se aplican las siguientes:

1 **La Lectura y Escritura:** Estrategias para el desarrollo de competencias lingüísticas y comunicativas fundamentales. Un aspecto importante a tener en cuenta es la selección de textos pertinentes según los propósitos de formación y el nivel académico, además, es fundamental orientar a los estudiantes a la planificación, autorregulación y control del proceso de lectura de los textos, desarrollando la capacidad de interrogarse e interrogar. Respecto a la composición de textos Aebli [47]sugiere:

[45] Corredor, Martha Vitalia, Arbeláez, R.uby, y Pérez, Martha Ilce. Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje. CEDEDUIS. Bucaramanga. Docencia Universitaria. Universidad Industrial de Santander. 2009, 230 p.
[46] Ibíd
[47] Aebli, Hans. Doce formas básicas de enseñar. Una didáctica basada en la psicología. 1995, 350 p.

- Definición clara del tema y de la intención del efecto sobre el destinatario**.** Planificación del texto lo cual supone explicitar y jerarquizar los conceptos que se van a desarrollar.
- Pueden emplearse estrategias que faciliten la organización jerárquica de la información como son los mapas conceptuales.
- Escritura del texto y revisión del mismo.
- Ensayar el efecto del texto, lo que tiene que ver con la comprobación sobre los destinatarios, para lo que el mejor público son los propios compañeros.
- Corrección del texto con base en el ensayo del efecto.

2 **La Resolución de Problemas**: Estrategia que favorece el desarrollo de funciones cognitivas, metacognitivas y actitudinales; esta debe ser planeada y acondicionada desde el momento de la definición de las metas y propósitos curriculares con el fin de lograr los mejores resultados. El estudiante de doctorado debe desarrollar sus conocimientos, competencias y habilidades para la resolución de situaciones problemáticas y buscar estrategias que le permitan encontrar soluciones relacionadas con situaciones de la vida real.

3 **El Estudio de Casos:** Estrategia que favorece la unión de la teoría con la práctica relacionada con casos de la vida profesional; el estudiante de doctorado debe ser capaz de analizar los hechos, identificar las variables implicadas, tomar decisiones para dar solución a un caso relacionado a un área específica de conocimiento o de la actividad profesional.

4 **Los Mapas Conceptuales:** Estrategia para la organización y estructuración de la información, herramienta que favorece el aprendizaje de los estudiantes y ayuda a los docentes a organizar los contenidos de aprendizaje; estos se caracterizan por la jerarquización, simplificación y el impacto visual, facilitando el aprendizaje y estimulando el pensamiento lógico.

5 **El Aprendizaje Basado en Proyectos:** Estrategia que pretende que los estudiantes de doctorado afronten las situaciones que los lleven a poner en práctica las habilidades y los conocimientos en el desarrollo de distintas problemáticas que se le planteen; el propósito de esta estrategia es favorecer las relaciones teóricas y prácticas, así como el desarrollo de habilidades sociales. Los lineamientos para la implementación del aprendizaje basado en proyectos son los siguientes[48]:

- Planteamiento e identificación del problema
- Definición y análisis de la tarea
- Búsqueda de información
- Diseño de soluciones posibles y elección de las más adecuada
- Elaboración de la solución planteada
- Elaboración de la memoria

[48] Blanchard, Mercedes y Muzás, María Dolores. Propuestas metodológicas para profesores reflexivos. Cómo trabajar con la diversidad en el aula. Madrid. 2005, 200 p.

- Evaluación del proceso seguido y del trabajo realizado

6 **La Exposición:** La exposición es una estrategia que puede ser ejecutada por el docente y/o por el estudiante, esta estrategia es la presentación de un tema, relevante y lógicamente estructurado durante una sesión de clase con el propósito de lograr el aprendizaje de los estudiantes.

Ambientes de aprendizaje físicos y virtuales, así como de herramientas tecnológicas en el marco del modelo pedagógico

Se destaca que el Programa cuenta con espacios físicos y virtuales tales como aulas, salones, laboratorios (11), plataforma Moodle, sistema de enseñanza diseñado para crear y gestionar espacios de aprendizaje online adaptados a las necesidades de profesores y estudiantes, software licenciado y acceso a bases de datos que son herramientas claves en el proceso académico del Programa, como WEB OF SCIENCE, UpToDate, SCIFINDER SCHOLAR, JoVe, BIBLAT, ASTM INTERNATIONAL, EBSCOhost, SCIENCE AAAS, SPRINGER, SCIENCE DIRECT, entre otras.

A su vez, se dispone de las salas de cómputo del CENTIC para actividades como dirección de actividades académicas, cursos de formación y programación, sustentación de propuestas y de tesis de los estudiantes del Programa, también con salas de colecciones y material bibliográfico relacionados con las áreas de estudio del Doctorado.

Adicionalmente, la Universidad adquirió plataformas como ZOOM y TEAMS en las que se pueden desarrollar clases y otras actividades de manera presencial remota, cuenta con acceso a conectividad en el campus y permiten la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes. Específicamente para las actividades de investigación, los estudiantes disponen de laboratorios adecuados y dotados con recursos tecnológicos, que permiten realizar los procedimientos y análisis pertinentes.

Recurso humano que apoya el componente pedagógico y el aprendizaje activo

Para el desarrollo del proceso de formación de los estudiantes del Programa de Doctorado, se cuenta con una planta profesoral con amplia experiencia docente e investigativa, conformada por diez (10) profesores adscritos a la Escuela de Geología y nueve (9) profesores adscritos a otras Unidades académicas de la Universidad, tales como, Escuela de Ingeniería Química, Escuela de Química, Escuela de Ingeniería Civil, Escuela de Trabajo Social y Escuela de Biología, lo que favorece la interdisciplinariedad.

Adicionalmente, cada laboratorio cuenta con auxiliares de laboratorio quienes colaboran en el desarrollo de las actividades formativas.

Por otra parte, el Doctorado contará con los directores de tesis quienes cumplen un papel fundamental en el logro de los resultados de aprendizaje de los estudiantes y, con los directores y colaboradores de los grupos de investigación quienes favorecen espacios de discusión de las ideas de investigación.

Estrategias de interacción

Las siguientes son las estrategias de interacción entre estudiantes, profesores y externos, dispuestas por el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre:

- Espacios académicos curriculares, con asignación de tiempo de trabajo con acompañamiento docente, en el que se desarrollan las competencias específicas y los indicadores de aprendizaje que, aportarán al perfil de egreso.

- Actividades académicas e investigativas desarrolladas mediante ambientes y experiencias macro, meso y micro curriculares, que propician el análisis y discusión de problemas desde la perspectiva particular de cada estudiante de Doctorado.

- Espacios de interacción entre estudiantes, a partir de grupos de estudio, preparación de clases, tutorías de investigación y similares, donde se logran habilidades actitudinales, además de argumentación y construcción de análisis estructurado en grupo, temas de alto impacto en la calidad de los graduados.

- Actividades académicas o investigativas fuera de la Universidad, como eventos, pasantías o espacios de análisis y discusión en los que puedan participar los profesores y estudiantes del programa, como herramienta de ampliación de contexto y formación de pensamiento sistémico.

- Puesta en común entre los estudiantes en los grupos de investigación sobre los avances de la tesis doctoral.

4.7 COMPONENTE DE INTERACCIÓN

Descripción de la forma en la cual se evidencia la articulación de los componentes de interacción con el proceso formativo

La comunidad académica del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre tendrá como base de formación la interacción con el entorno, dado que la formación en investigación de los estudiantes demanda interacción y análisis de contextos, de manera que permita proponer alternativas de solución como parte del desarrollo de las tesis doctorales. De ahí que la Universidad declara en uno de sus programas estratégicos, la interacción con el entorno académico internacional, como se menciona en el Plan de Desarrollo Institucional, "La generación de conocimiento es por naturaleza una actividad que involucra interacción académica, en un entorno colaborativo, sin fronteras, donde las temáticas se abordan desde diferentes disciplinas y latitudes. Por tanto, participar activamente en redes académicas internacionales redunda en el cumplimiento con excelencia de las funciones misionales"[49].

[49] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030.

Es fundamental que la investigación conlleve a la generación de productos aplicados a la industria relacionada con la Ciencia del Sistema Terrestre e impacten los diferentes sectores sociales directa o indirectamente, siendo útil la interacción con otras disciplinas que enriquezcan el trabajo investigativo de la comunidad académica, que impactarán en el cumplimiento de los propósitos del programa y la formación del Doctor.

La interacción academia - industria, los miembros de los grupos de investigación han alcanzado experiencias y habilidades que les ha permitido participar en la presentación de propuestas de trabajos investigativos a organismos tales como Agencia Nacional de Hidrocarburos y el Servicio Geológico colombiano, en los que podemos mencionar el proyecto en los años 2013 y 2014 "Amenazas en el Boque 4, 5 y 14", entre otros. Esta relación es reconocida por profesores y estudiantes de la Escuela de Geología como una fortaleza ya que a través de estos proyectos se desarrollan productos tecnológicos para la industria.

En el programa se fomentará la importancia del uso de una lengua extranjera, lo cual se puede lograr a través de la lectura y escritura de artículos, con la participación en eventos académicos y las capacitaciones dadas en otro idioma por expertos internacionales invitados. La Universidad por intermedio del Instituto de Lenguas ofrece a los estudiantes cursos avanzados de inglés y en otros idiomas.

En el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se promoverá la participación en eventos internacionales con ponencias o posters donde los estudiantes pueden mostrar los avances en sus trabajos de investigación e interactuar con otros estudiantes y expertos internacionales en áreas relacionados con la ciencia del sistema terrestre; la participación en este tipo de eventos le facilita al estudiante cumplir con uno de los requisitos de grado descrito en el artículo 142, literal c) del Reglamento General de Posgrados UIS. También se cuenta con convenios firmados con otras Universidades en los que se contempla pasantía de investigación, intercambio académico e investigación conjunta.

Con el propósito de desarrollar habilidades en estudiantes y profesores para interrelacionarse en contextos locales, regionales y globales, el Programa define las siguientes estrategias:

- Electiva I, II, III y IV y seminario I al III, permiten un espacio para que el estudiante socialice e intercambie avances del conocimiento, ideas, resultados de investigación relacionados con la temática que investiga y la que investigan colegas y profesores los cuales aportan al desarrollo de su tesis y favorecen su proceso académico en las diferentes áreas de estudio.

- Actividades académicas dirigidas por profesores de otras Escuelas de la UIS tales como la Escuela de Química, Escuela de Ingeniería Química y Escuela de Trabajo Social. Lo anterior, permite que el conocimiento adquirido se vincule con otros saberes y aporta en el profesional una comunicación estrecha con otras disciplinas.

- Proyectos de investigación y de extensión con diferentes instituciones y actores del sector público y privado; lo que permite que los estudiantes y profesores participen en los diferentes grupos de investigación y puedan dar apoyo logístico y científico a la solución de

problemas relacionados con la Ciencia del Sistema Terrestre y con las diversas líneas de estudio de los Grupos de investigación que apoyan al Programa.

- Desarrollo de tesis doctoral de los estudiantes del Programa, lo que permite aportar soluciones a problemas latentes en el medio social, económico y ambiental.

- Participación de estudiantes y profesores del Programa en actividades de movilidad.

- Invitación dirigida a profesores de universidades nacionales o extranjeras a participar como conferencistas, profesores de curso, codirectores de tesis doctorales y jurados de la propuesta de tesis doctoral de los estudiantes del Programa.

Por otra parte, la UIS fomenta lazos de cooperación e integración con pares de universidades e instituciones en el exterior, con el propósito de fortalecer en los futuros estudiantes del Programa actitudes, competencias y conocimientos que les permita desenvolverse en un mundo globalizado, interconectado y multicultural.

Descripción de los actores, el contexto social, ambiental, tecnológico y cultural y las dinámicas para interactuar y establecer relaciones recíprocas, que contribuyan con los aspectos curriculares

A continuación, se presentan los actores y las dinámicas para interactuar entre estudiantes y profesores con el contexto social, ambiental, tecnológico y cultural:

- *Instituciones privadas a nivel nacional*: a través de prestación de servicios de laboratorio, consultorías o desarrollo de investigaciones conjuntas.

- *Otras Instituciones de Educación Superior a nivel nacional e internacional:* en el desarrollo de pasantías de investigación o desarrollo de investigaciones conjuntas por medio de los convenios nacionales e internacionales que se tienen con diferentes instituciones.

- *Entes gubernamentales*: mediante consultorías o actividades de extensión.

- *Asociaciones académico - científicas*: los profesores del programa también hacen parte de diferentes asociaciones académicas e investigativas y participan en espacios en los que interactúan con pares académicos y se discuten temas de actualidad frente al ejercicio del área formativa, la implementación de políticas, la reglamentación en los diferentes campos de desempeño y la divulgación y transferencia del conocimiento, entre otros.

Descripción de la forma en la cual el programa desarrollará las condiciones para que sus estudiantes y profesores puedan interactuar en contextos sincrónicos y asincrónicos, independientemente de la modalidad o modalidades del programa.

En el programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre cuenta con espacios de interacción entre los diferentes actores para dinamizar los procesos de enseñanza aprendizaje.

La interacción entre estudiante - profesor se puede dar de forma sincrónica o asincrónica, como se muestra a continuación (ver Tabla 16):

Tabla 16.Tipos de interacción docente - estudiante.

SINCRÓNICA*	
Presencial	**Disponibilidad de espacios**
Clases teóricas presenciales: el plan de estudios está compuesto por actividades académicas teóricas que se imparten de forma presencial	Para el desarrollo de estas actividades el programa cuenta con salones debidamente dotados con herramientas audiovisuales.
Cursos dirigidos: para el perfeccionamiento de conocimientos en determinados temas	Se destinan los espacios como laboratorios especializados y los materiales requeridos para el desarrollo de los cursos. Salas de CENTIC.
Conferencias: charlas presenciales dadas por los profesores en el marco de eventos académicos.	Se utilizan los auditorios de la Universidad para el desarrollo de las conferencias.
Mediada por TIC	**Disponibilidad de recursos**
Tutorías y horas de consulta en línea: a través de las plataformas virtuales un grupo de estudiantes resuelve dudas **e inquietudes** en compañía del profesor.	La Universidad cuenta con licencias para el uso de salas Zoom, Microsoft Teams y el aula virtual Moodle que facilitan este tipo de interacciones, adicionalmente la biblioteca cuenta con recursos bibliográficos con acceso remoto que facilita la consulta de bases de datos y libros.
Conferencias en línea: espacios sincrónicos donde profesores exponen temas de su conocimiento a través de una herramienta tecnológica y los estudiantes asisten virtualmente.	
ASINCRÓNICA**	
Mediada por TIC	**Disponibilidad de espacios**
Trabajos de refuerzo que son cargados en el aula virtual y posteriormente revisados y retroalimentados por los profesores	Para el desarrollo de estos ejercicios se cuenta con la plataforma Moodle que permite que el docente cargue talleres, videos, quices, revisión bibliográfica, entre otros, que son desarrollados por los estudiantes y posteriormente calificados y retroalimentados por el profesor.
Foros académicos desarrollados en torno a los temas de clase	También en el aula se cuenta con los espacios para foros, en los que se expone un tema en particular y cada estudiante puede ingresar y describir su aporte.

*Implica el encuentro entre estudiante y profesor en un mismo momento y espacio físico.
**El estudiante y profesor no coindicen en el mismo momento.

Descripción de las actividades académicas, docentes, formativas, científicas, culturales y de extensión que proyecta implementar en los próximos siete (7) años para favorecer la internacionalización

Las actividades académicas, docentes, formativas, científicas, culturales y de extensión que se implementarán en el Programa de Doctorado en CST en los próximos siete (7) años para favorecer la internacionalización, se evidencian en la Tabla 17:

Tabla 17. Actividades para favorecer la internacionalización del Programa para los próximos siete (7) años.

Descripción de las actividades	Indicadores de resultado	Responsable	Recursos
Realizar proyectos de investigación conjunta con Instituciones de Educación Superior (IES) con quienes se tenga convenio.	• No. de proyectos de investigación conjunta con IES internacionales: tres (3) proyectos de investigación durante la vigencia del registro calificado.	Profesores del Programa	Recursos financieros para cubrir la realización de las actividades propuestas. Recurso humano: profesores y estudiantes del Programa. Recursos tecnológicos: con los que cuentan los grupos de investigación que apoyan al Programa. Recursos físicos: instalaciones del campus central de la UIS donde se encuentra ubicada la Escuela de Geología al cual está adscrito el Programa. En caso de ser necesario, se utilizarán las plataformas digitales.
Invitación a conferencistas internacionales	• No. de conferencistas internacionales invitados: dos (2) por año.	Coordinador del Programa	
Apoyo a estudiantes para el desarrollo de pasantías de investigación y movilidad internacional	• No. de estudiantes que recibieron apoyo para movilidad internacional: tres (3) durante la vigencia del registro calificado.	Coordinador del Programa	
Invitación a profesores extranjeros como jurados de tesis doctorales	• No. de profesores extranjeros invitados: cinco (5) profesores durante la vigencia del registro calificado.	Coordinador del Programa	
Apoyo a estudiantes y profesores en participación en eventos académico - científicos	• No. de estudiantes que recibieron apoyo en eventos académico - científicos internacionales: cuatro (4) estudiantes durante la vigencia del registro calificado. • No. de profesores que recibieron apoyo en eventos académico - científicos internacionales: cinco (5) profesores durante la vigencia del registro calificado.	Coordinador del Programa	
Artículos y ponencias realizadas	• No. artículos y	Profesores y	

Descripción de las actividades	Indicadores de resultado	Responsable	Recursos
por los profesores y estudiantes.	ponencias internacionales realizadas por los estudiantes: cinco (5) estudiantes durante la vigencia del registro calificado. • No. artículos y ponencias internacionales realizadas por los de profesores: cinco (5) profesores durante la vigencia del registro calificado.	estudiantes del Programa	

Fuente: elaboración propia.

Descripción del contenido curricular que favorece la comprensión de las dinámicas globales y que propicien las competencias inter y multiculturales

El Programa de Doctorado en CST a través de los siguientes contenidos curriculares favorece la comprensión de las dinámicas globales y propicia las competencias inter y multiculturales:

- Realización de seminarios (lectura y redacción de artículos en inglés). En los seminarios se guía al estudiante hacia la lectura y redacción de textos en inglés.

- Conferencias con invitados extranjeros, lo que permite promover el aprendizaje de lengua extranjera en los estudiantes.

- Uso de recursos bibliográficos escritos en lengua extranjera (inglés). Los artículos, libros, material especializado, entre otras publicaciones que son utilizadas como material bibliográfico para el estudio de los estudiantes del Programa se encuentran en su gran mayoría en idioma inglés. En este sentido, el estudiante se ve en la obligación de priorizar el aprendizaje de este idioma para acceder a la información contenida en las publicaciones.

- Escritura de artículos en lengua extranjera (inglés). El estudiante del Programa para optar a su título de Doctorado tiene como requisito la publicación de un artículo en una revista de alto impacto y haber participado con una ponencia en un evento académico de carácter internacional.

- Curso de inglés institucional para los estudiantes del Programa. Con el propósito de favorecer el aprendizaje del idioma extranjero inglés, el Instituto de Lenguas de la Universidad cuenta con niveles programados de Lengua Extranjera para los estudiantes de posgrado.

- Promover en los estudiantes y profesores el uso del portal de aprendizaje de idiomas de la Universidad, ALTISSIA, para fortalecer o aprender cualquier lengua extranjera que el estudiante elija.

Formas para promover el conocimiento de la dinámica global frente a los cambios sociales, culturales, económicos y ambientales

Para promover el conocimiento de la dinámica global frente a los cambios sociales, culturales, económicos y ambientales, el Doctorado en CST realiza:

- Convenios de movilidad internacional vigentes con universidades de Brasil, Chile y Países Bajos, entre otros, que le dan al estudiante la oportunidad de vivir una experiencia académica en otro país. Estos convenios tienen como objetivos: promover el intercambio de docentes y estudiantes de posgrado; ejecutar proyectos de investigación y desarrollo, seminarios y conferencias en conjunto; e intercambiar publicaciones científicas, técnicas y de información, entre otros.

- Promoción de tres (3) tipos de movilidad para los estudiantes, contemplados en el Reglamento General de Posgrados, los cuales son: pasantía de fundamentación, pasantía de investigación o de aplicación y pasantía mixta.

- Promoción de eventos internacionales académicos y científicos dirigidos a estudiantes. El estudiante debe participar con ponencia en un evento académico internacional, en el campo disciplinar del doctorado[50].

- El acompañamiento en el proceso administrativo y académico, desde la oficina de Relaciones Exteriores, la Vicerrectoría de Investigación y Extensión y la Decanatura de la Facultad de Ingenierías Físico Químicas.

- Proyectos de investigación vinculados con las necesidades globales relacionadas con el sistema terrestre y los cambios sociales, culturales, económicos y ambientales.

Descripción de los mecanismos de interacción de estudiantes y profesores con comunidades locales, regionales, nacionales e internacionales

La Institución tiene el portafolio de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE) el cual es una estrategia fundamental para apoyar la investigación, extensión y divulgación de resultados. A continuación, se presentan los programas que, para 2022, se consideran pertinentes para los profesores y estudiantes del Doctorado:

- Convocatoria de investigación básica y articulada con el entorno: ODS, Misión de sabios, Plan de desarrollo departamental y plan de desarrollo institucional.

[50] Reglamento General de Posgrado. Artículo 142, literal C.

- Convocatoria interna de investigación ''Generando espíritu científico''.
- Apoyo a estancias posdoctorales para profesores
- Programa de apoyo a la movilidad de profesores: un profesor de la Universidad Industrial de Santander podrá solicitar movilidades para participación como ponente en eventos académicos nacionales o internacionales hasta por un monto total máximo de 12 SMMLV, durante el año 2022, sujeto a disponibilidad presupuestal.
- Programa de apoyo a la movilidad de estudiantes: existen dos (2) modalidades aplicables para los estudiantes de Doctorado: por una parte, el apoyo a estudiantes UIS de pregrado, posgrado y beneficiarios del programa de estancias posdoctorales UIS para participar como ponentes en eventos académicos; o, en segundo lugar, el apoyo a estudiantes UIS de posgrado para realizar pasantías de investigación.
- Programa de apoyo a movilidad de profesores visitantes: con el propósito de fomentar el intercambio académico e investigativo de la Comunidad Universitaria con profesores visitantes nacionales o internacionales.
- Apoyo a eventos científicos de carácter internacional: con el fin de fomentar el intercambio de experiencias científicas con expertos de talla internacional que permita el establecimiento y la consolidación de redes de cooperación.

Recursos requeridos para la ejecución de actividades de interacción

La institución, mediante Acuerdo 033 de 2022 del Consejo Académico, definió los Lineamientos para la Internacionalización de la Universidad Industrial de Santander, concibiendo la internacionalización de la UIS "como una dinámica que articula políticas, planes y proyectos hacia la consolidación de una perspectiva global e intercultural en el desarrollo de las funciones de formación, investigación, proyección social y transferencia de conocimiento, para el logro de nuestra misión, siguiendo los valores y principios institucionales." [51]

La UIS se propone, en relación con la internacionalización de la formación, "Promover la formación integral y el desarrollo de las competencias requeridas para la identificación, análisis y propuestas de solución de los desafíos del mundo."[52]

Dado lo anterior, para fomentar el desarrollo y mantenimiento de competencias plurilingües e interculturales en los estudiantes, la universidad ha establecido en la propuesta de Política para el plurilingüismo y la interculturalidad, entre otros, los siguientes mecanismos: ofrecimiento de cupos sin pago de matrícula o disminución de este costo en cursos de extensión de lengua extranjera ofrecidos por el Instituto de Lenguas de la UIS, incorporación de actividades académicas en otras lenguas dentro de los programas académicos, curso de inglés para propósitos específicos, la cátedra en lenguas nativas, el curso

[51] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo 033 de 2022 (15 de febrero). Numeral 1. Definición.
[52] Ibíd. Objetivos.

de español para extranjeros, el curso de plurilingüismo e interculturalidad, COIL (Collaborative Online International Learning), clases espejo y otras actividades académicas propuestas por la escuela de idiomas.[53]

El principal recurso humano que se involucra en las actividades de interacción que desarrollará el programa de Doctorado en CST son los profesores y estudiantes, los cuales se relacionan para reflexionar y desarrollar habilidades comunicativas, interacción y pensamientos críticos. Adicionalmente, los recursos tecnológicos y físicos descritos en los numerales 9 y 10, apoyarían el desarrollo de estas actividades.

4.8 MECANISMOS DE EVALUACIÓN

Descripción y diseño de los mecanismos de evaluación en coherencia con las políticas institucionales, el proceso formativo, los resultados de aprendizaje y el modelo o modelos pedagógicos.

En concordancia con el Proyecto Institucional de la UIS, la innovación educativa (pedagógica), incluye el componente de evaluación. La evaluación en los programas de posgrado de la UIS está regulada por el Reglamento General de Posgrado, aprobado por el Consejo Superior por Acuerdo No. 075 de 2013[54].

El objeto principal para la evaluación del aprendizaje de un estudiante de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre es la tesis doctoral, la cual debe ser un aporte significativo en el dominio de la investigación. Para realizar la tesis doctoral se deben alcanzar diferentes aspectos que se encuentran estipulados y explicados en artículos y parágrafos en el Capítulo V del Acuerdo No. 075 del 2013 del Consejo Superior, titulado De la Tesis Doctoral. Del Artículo 127 al 141, se informa acerca del proceso por el cual el estudiante de doctorado debe realizar para la entrega final de la tesis doctoral.

Dentro del proceso se pueden identificar los pasos más significativos: visto bueno del tema de la tesis doctoral por parte del director o grupo de investigación ante el Comité Asesor de Programas de Posgrado (Artículo 128), someter a evaluación la propuesta de la tesis doctoral ante un jurado conformado por tres investigadores (Artículo 130), presentar por escrito la propuesta de la tesis doctoral ante el Coordinador del programa y con el visto bueno de su director junto con la autorización de la defensa de la misma (Artículo 131), la defensa de la propuesta de tesis doctoral cuyos aspectos más significativos se encuentran explicados en los parágrafos del 1 al 8 del Artículo 131, matricular durante los semestres consecutivos la tesis hasta que sea aprobada (Artículo 132), informes de avance del plan de trabajo ante el

[53] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo No. 023 de 2022. Referentes Institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos. p. 130. Numeral 6.8.
[54] *Op. cit*., p. 1.

Coordinador del programa de posgrado durante los semestres consecutivos a la aprobación de la propuesta de tesis hasta culminarla (Artículo 133), entregar el documento de la tesis en formato digital al Coordinador del programa junto con la producción científica asociada a ella (Artículo 134), sustentación oral de la tesis (Artículo 137) y la calificación de la tesis (Artículo 138).

El estudiante deberá presentar un examen de candidatura a más tardar en la cuarta semana del tercer período académico matriculado del programa, este requisito se encuentra especificado en el Capítulo IV del Acuerdo No. 075 del 2013 del Consejo Superior en los Artículos 124 al 126.

En el Título VII del Acuerdo No. 075 del 2013 del Consejo Superior, denominado De las evaluaciones, se exponen los aspectos importantes para la evaluación de las actividades académicas de los programas de doctorado, las cuales deberán ser aprobadas en su totalidad (Artículo 63). Del Artículo 163 al 166 se exponen los diferentes tipos de evaluación de las actividades académicas y su respectivo tratamiento. Los tipos de evaluación son:

- **Evaluaciones ordinarias**: que corresponden a exámenes escritos, trabajos y otras pruebas (Artículo 164). Los estudiantes podrán revisar la evaluación con el profesor correspondiente (Artículo 165).
- **Evaluación supletoria**: Se realiza en remplazo de una prueba ordinaria en condiciones específicas (Artículo 66, parágrafos 1, 2 y 3).
- **Evaluación por suficiencia**: Se realiza cuando el estudiante considere dominar determinado saber y solicite por escrito la realización de la prueba con el aval del director de trabajo de grado (Artículo 167). Esta se podrá realizar teniendo en cuenta ciertas condiciones mencionadas en los parágrafos del 1 al 6 del Artículo 167.

Como resultado de la evaluación del estudiante de doctorado se obtiene la calificación, la cual se encuentra explicada en el Capítulo VIII del Acuerdo No. 075 del 2013 del Consejo Superior, denominado De las calificaciones. En el Artículo 168 se identifican dos modos de calificación, cualitativa y cuantitativa. Las calificaciones cuantitativas se definen en unidades decimales y va del 0,0 al 5,0, siendo la nota mínima aprobatoria de 3,2 (Artículo 169, parágrafos del 1 al 5). Por otra parte, la evaluación cualitativa se expresa con una consideración de juicio de Aprobada (A) o No Aprobada (NA) (Artículo 170).

Justificación de los mecanismos de evaluación propuestos

Las políticas del estado colombiano definidas en el Acuerdo No. 1330 de 2019 del MEN, Resolución No. 021795 de 2020 del MEN y Resolución No. 015224 de 2020 del MEN, establecen una cultura de evaluación con el fin de garantizar una oferta académica universitaria que posea elementos que aseguren la calidad y garanticen una formación acorde a las necesidades del mundo y del país.

Adicionalmente, el Modelo Pedagógico UIS21 en el meso currículo, menciona que la propuesta curricular de un programa parte de la formulación de los resultados de aprendizaje esperados, y desde una perspectiva constructivista y un proceso formativo centrado en el aprendizaje, define

las competencias individuales que le permitirán al egresado demostrar que cuenta con los conocimientos, las destrezas y las actitudes requeridas para un desempeño profesional individualmente satisfactorio y socialmente pertinente. En coherencia con lo anterior, la evaluación del aprendizaje implica la definición de un conjunto de estándares, niveles e indicadores de desempeño que orienten, a profesores y estudiantes, respecto del grado de desarrollo a alcanzar en las competencias previstas, y faciliten la formulación de estrategias de acompañamiento que posibiliten al estudiante el alcance de los resultados de aprendizaje esperados, y proporcionen evidencia del avance individual en el proceso formativo.

En coherencia con lo anterior, el reglamento general de posgrados define los tipos de evaluación que se pueden realizar y a partir de ellos cada programa define las estrategias que implementará para el logro de los resultados esperados.

Descripción de los mecanismos de evaluación que permitirán el seguimiento sistemático al logro de los resultados de aprendizaje, en concordancia con las políticas institucionales.

El Programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre define diferentes mecanismos de evaluación que permiten el seguimiento sistemático al logro de los resultados de aprendizaje y atienden la diversidad de estudiantes. Para ello, el programa realizará:

- Evaluaciones diagnósticas a los estudiantes, permiten realizar un análisis de manera individual y grupal para detectar los aspectos que se deben reforzar.

- Evaluaciones parciales y acumulativas, permiten obtener las calificaciones de los estudiantes a través de su proceso de aprendizaje y, asimismo, la retroalimentación del avance en su proceso formativo.

- Análisis de casos y discusión de resultados desde diferentes perspectivas, actividades que refuerzan el aprendizaje adquirido y permiten analizar de forma grupal los diferentes puntos de vista.

- Análisis individual o grupal de las fortalezas y debilidades del proceso de aprendizaje integral del estudiante, permiten plantear en conjunto con el candidato a doctor propuestas de mejoramiento.

- Informes realizados por los profesores sobre el desempeño académico de los estudiantes para hacer seguimiento y proveer las oportunidades para el logro de competencias.

- Diálogo interactivo y escucha empática, lo que favorece la retroalimentación de los estudiantes, por parte de los profesores, durante las actividades prácticas y en el desarrollo del componente teórico.

- Participación del Comité Asesor de Programas de Posgrado, permite socializar con los estudiantes problemas que acaecen en su desempeño académico y se proponen estrategias de mejora acordes con los resultados obtenidos.

- Foros de discusión, permiten evidenciar si el estudiante conoce los aspectos relevantes de cada contenido; la motivación e interés por el conocimiento; y el desarrollo de lógica y pensamiento científico.

- Sustentación del trabajo, evalúa profundidad, claridad, veracidad, ortografía y gramática, fluidez y forma de presentación del contenido.

- Exposición de artículos, permite evaluar comprensión global de la temática, pensamiento crítico y habilidades de redacción, investigación e innovación.

Descripción de la articulación de los mecanismos de evaluación con el proceso formativo y las actividades académicas.

Durante el desarrollo de las actividades académicas el docente socializará la forma de evaluación y sus porcentajes de distribución (talleres, quices, exámenes, estudios de casos, trabajos, otros) y los entregables y fechas que los estudiantes deben cumplir. El profesor socializa con cada estudiante o en grupo los resultados de la evaluación respectiva y aclara las dudas para consolidar el aprendizaje.
El formato definido a nivel institucional[55] donde se evidencia que cada mecanismo de evaluación es diseñado a partir de los indicadores de aprendizaje de las actividades académicas se puede ver en el Anexo A, en cada uno de los formatos por actividad académica en ''Sistema de evaluación''.

Descripción de los mecanismos de retroalimentación a los estudiantes, a partir de los resultados de sus evaluaciones, con el fin de que estas cumplan los objetivos previstos en el proceso formativo y el estudiante pueda mejorar su desempeño en el mismo.

- Encuentros entre profesores y estudiantes que permitan la revisión y retroalimentación del desarrollo de las metodologías implementadas.

- Reuniones periódicas del Comité Asesor de Programas de Posgrado con los representantes estudiantiles, con el fin de analizar los aspectos por mejorar en el proceso formativo de los estudiantes en pro de alcanzar los propósitos del programa académico.

[55] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS. Referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos. Enero de 2022.

- Resultados de las evaluaciones de los programas de las actividades académicas de los estudiantes del Doctorado como insumo para mejorar continuamente las competencias y metodologías de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes.

- Revisiones periódicas por los coordinadores de las actividades académicas teórico – prácticas que permiten analizar la evolución del proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes.

Descripción de las estrategias y mecanismos que permitirán avanzar gradualmente en las condiciones de accesibilidad de la comunidad educativa a los mecanismos de evaluación, de acuerdo con la normatividad vigente.

En relación con las estrategias que implementará el Doctorado para avanzar en las condiciones de accesibilidad de la comunidad a los mecanismos de evaluación, el Programa:

- Define y comparte a los estudiantes los criterios de evaluación que utilizará en cada programa de las actividades académicas.

- Comunica los propósitos esperados al finalizar, el tipo de actividades que se desarrollarán a lo largo del programa de la actividad académica, la importancia que tiene cada actividad para el logro de los resultados de aprendizaje y el tipo de instrumento de evaluación (examen, taller, sustentación oral, práctica de laboratorio, entre otros).

- Realiza seguimiento del proceso formativo a través del plan de trabajo definido en la propuesta de tesis doctoral, en el que se definen los objetivos previstos, la metodología a utilizar, así como los medios y la planificación para lograrlo.

- Realiza seguimiento a los informes de avance presentados semestralmente por los estudiantes, donde evidencien todas las actividades desarrolladas, como publicaciones, asistencia a eventos académico -científicos, pasantías de investigación, entre otros.

- Evalúa el trabajo independiente del estudiante y el realizado bajo la supervisión y direccionamiento de un profesor, valorando su capacidad de solucionar problemas de manera independiente y su potencial de desarrollo.

- Retroalimenta el avance del proceso de aprendizaje durante el proceso formativo de los estudiantes, mediante una evaluación de desempeño de las actividades académicas realizada por los profesores del programa.

5. ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y PROCESO FORMATIVO

Proyecto educativo del Programa

El presente documento corresponde al Proyecto Educativo del Programa (PEP) de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Componentes que estructuran el macro currículo y el micro currículo, de acuerdo con las políticas institucionales

De acuerdo con las políticas institucionales, para la formación de los estudiantes del Programa, los componentes que estructuran el macro currículo son:

• Convenios e internacionalización: a través de Relaciones Exteriores se promueve actividades de cooperación a nivel nacional e internacional, materializadas mediante acuerdos de colaboración con instituciones para intercambiar experiencias académicas, científicas y culturales.

• Actividades académicas: promueve el intercambio de estudiantes bien sea porque los estudiantes cursan actividades académicas de otros programas académicos de la Universidad o de otras universidades.
Solicitar homologación de las actividades académicas cursadas se podrá realizar siempre y cuando no tengan una calificación menor que 3.5 y si los conceptos cursados son coherentes con los objetivos, contenidos, metodologías, intensidades horarias y competencias del Programa[56].

• Bienestar Universitario: brinda apoyo para el buen desarrollo de la actividad académica, la cual constituye una de las funciones misionales de la Universidad, contribuyendo activamente en la formación integral de los estudiantes a través del desarrollo de programas y el ofrecimiento de servicios que propenden por el mejoramiento de su calidad de vida.

• Deportes: la organización y administración de las actividades deportivas está a cargo del Departamento de Educación Física y Deportes, adscrito a la Facultad de Ciencias Humanas. Realizan asesoría y consultoría profesional como la logística de eventos deportivos, diseño de terapias de rehabilitación cardiovascular, seminarios y talleres en diversas modalidades deportivas y fomento de la actividad física con los nuevos espacios deportivos disponibles (gimnasio dotado, canchas, mejoramiento de la pista de atletismo, entre otros) y torneos deportivos.

[56] Reglamento General de Posgrado. Artículo 161.

• Cultural: la Dirección Cultural de la Universidad ofrece a toda la comunidad universitaria y general una agenda continua, y alberga la coordinación de los grupos culturales como la Coral UIS, la Tuna UIS, el Teatro UIS, entre otros. Estos grupos participan en la Jornada de Inducción y Bienvenida realizada a los estudiantes de posgrado recién admitidos como incorporación a la vida y la comunidad universitaria.

Asimismo, la Universidad también cuenta con: las cátedras de la UIS, política de género, el Sistema de Excelencia Académica (SEA), política de educación inclusiva y multilingüismo. Ahora bien, en relación con los componentes que estructuran el micro currículo, las competencias (específicas, ciudadanas y genéricas), experiencias de aprendizaje y ambientes de aprendizaje ofrecidos durante el desarrollo del Programa permiten formar competencias profesionales y obtener unos resultados de aprendizaje. Con relación a los resultados de aprendizaje esperados, son aquellos que el Programa espera obtener con todo aquello que tiene el Programa establecido en su Proyecto Educativo, y, los resultados de aprendizaje alcanzados se obtienen de evaluar al egresado toda vez que éste se encuentre ejerciendo su profesión.

Descripción de las actividades académicas y la forma en que se relacionan entre sí

El Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre es un programa de modalidad presencial, con una duración de ocho (8) semestres, desarrollado en la ciudad de Bucaramanga, que otorga el título de Doctor (a) en Ciencia del Sistema Terrestre. En la Tabla 12 se puede observar el plan de estudios con las actividades académicas por nivel de formación.

Créditos académicos asociados a cada actividad académica prevista en el plan general de estudios, así como la discriminación y la justificación de las horas de interacción del estudiante con el profesor, de forma sincrónica o asincrónica, y las horas de trabajo independiente del estudiante

El programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre de modalidad presencial, tiene una duración de ocho (8) semestres y cuenta con un plan de estudios de 100 créditos distribuidos en 912 horas de interacción con el profesor (HIP) y 3888 horas de trabajo independiente del estudiante (HTI) por semestre académico, por otra parte, organiza la relación de HIP y HTI de las actividades académicas de la siguiente manera: en una escala de 1:2 Gestión y transferencia del conocimiento; 1:3 las actividades académicas Electiva I, II, III y IV y, Seminario I: Temas Actuales de la Ciencia del Sistema Terrestre, Seminario II: Avances y Discusión de Tema de Tesis y Seminario III: Ética en la Investigación y Comunicación Científica; 1:3 Propuesta de tesis doctoral I, II, III y Tesis doctoral I; y en la escala de 1:8 Tesis doctoral II, III, IV y V. Así mismo cuenta con una amplia oferta de electivas que son ofrecidas por los grupos de investigación que apoyan al programa. El Comité Asesor de Programas de Posgrado determinará, antes del inicio de cada semestre, las electivas a ofrecer de acuerdo con la disponibilidad de profesores, a los intereses investigativos, al número de estudiantes y a los recursos disponibles. Las actividades académicas electivas no tienen requisitos para matrícula y podrán ser elegidas por los estudiantes de acuerdo con sus necesidades de formación. Sin embargo, y en pro de fomentar la interdisciplinariedad, es importante destacar que el estudiante tendrá la posibilidad de tomar

electivas de otros programas de posgrado de otras escuelas de la Universidad, si su director lo considera pertinente para su proceso formativo.

El Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, expresa los lineamientos y las estrategias para desarrollar en los estudiantes la capacidad de indagación, pensamiento autónomo, análisis crítico de situaciones, dominio de las técnicas de investigación, planteamiento y solución de problemas, análisis de literatura científica, socialización de saberes adquiridos, análisis de casos, construcción de estados del arte y tendencias en un campo del conocimiento, y de comunicación de avances y resultados de la investigación, entre otros.

Descripción de las estrategias, actividades, experiencias y ambientes de aprendizaje previstos para el proceso formativo de los estudiantes, facilitando su permanencia, graduación oportuna y el logro de los resultados de aprendizaje.

A continuación, se describen estrategias, actividades, experiencias y ambientes de aprendizaje previstos para el proceso formativo de los estudiantes, facilitando su permanencia, graduación oportuna y el logro de los resultados de aprendizaje:

- Los grupos de investigación tienen la responsabilidad de "contribuir con la formación de personal altamente calificado mediante la vinculación de estudiantes a los proyectos de investigación, la orientación de trabajos de grado, trabajos de investigación en maestría y tesis doctorales, así como la realización de cursos, seminarios y módulos de programas académicos de pregrado y posgrado y educación continua"[57], es por esto que, desde su admisión, los estudiantes están vinculados de tiempo completo a los grupos de investigación y bajo la asesoría directa de uno de los investigadores.

- Cada estudiante está bajo la dirección de un profesor de tiempo completo adscrito a un grupo de investigación, con un nivel de formación mínimo de Doctorado, quien es el encargado de evaluar su desempeño como estudiante y dar la aprobación de la finalización de la tesis doctoral.

- En el plan de estudios se incluyen los seminarios de investigación, talleres, simposios y demás actividades de socialización de resultados, los cuales son espacios aprovechados por los estudiantes para el estudio, la profundización y la discusión de los temas.

- Los estudiantes tienen la posibilidad de realizar pasantías nacionales o internacionales lo cual les permite cursar actividades académicas y desarrollar actividades de investigación relacionadas con su tesis en diversos ambientes de aprendizaje.

- El estudiante de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre es un miembro activo del grupo de investigación al que pertenece: asume responsabilidades con los semilleros de

[57] CONSEJO SUPERIOR. Estatuto de Investigación de la Universidad Industrial de Santander. Acuerdo 043 de 2011, Artículo 14, literal f.

investigación. Participa en la organización de eventos científicos y en el desarrollo de los proyectos de investigación del grupo.

- El estudiante tiene la posibilidad de elegir y proponer a través de las actividades académicas electivas los temas relacionados con su tesis.
- Generación de espacios para que el estudiante aproveche su formación investigativa, profundice, afiance y discuta diferentes temas relacionados con la Ciencia del Sistema Terrestre; tal es el caso de los seminarios de investigación, las actividades académicas electivas, talleres, simposios y demás actividades de socialización de resultados.
- Promover el debate objetivo para lograr acuerdos y defender ideas, respetando la autoría ajena y condenando el fraude y plagio.
- Proporcionar el escenario adecuado para que el estudiante apropie conocimiento actualizado en temas específicos de la Ciencia del Sistema Terrestre.
- Interactuar con miembros de la comunidad científica, con la participación como ponentes o asistentes en eventos académicos e investigativos a nivel regional, nacional e internacional.

Mecanismos de interacción entre estudiante-profesor y estudiante-estudiante

El seguimiento a los mecanismos de interacción del Programa, establecidos en el proceso formativo, se evidenciará a través de:

Profesor-Estudiante

• El seguimiento, acompañamiento y revisión del Comité Asesor a los avances que presenta el estudiante, que contiene un informe del plan de trabajo de investigación con el visto bueno del director de la tesis.

• Los encuentros que permiten el seguimiento al trabajo que realice el estudiante del Programa para cumplir con la aprobación del Examen de Candidatura.

• Las reuniones periódicas entre el director y estudiante para revisar los avances de la tesis doctoral.

• La socialización que realiza el estudiante sobre sus avances de la tesis doctoral.

Estudiante-Estudiante

• La presentación de los avances parciales, las dificultades y logros que haya tenido el estudiante y el cronograma con el avance de cada objetivo de la tesis a estudiantes de pregrado, maestría, profesores y demás integrantes de los respectivos grupos de investigación.

• La presentación de ponencias de los estudiantes en la Universidad o encuentros académicos e investigativos nacionales e internacionales.

• Los encuentros realizados en los grupos de investigación.

Vale la pena resaltar que las diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje que se implementan en las actividades académicas del plan de estudios permiten constantemente la interacción entre profesor-estudiante y estudiante-estudiante. Otras acciones se relacionan con: el seguimiento que realiza el Comité Asesor de Programas de Posgrado a las entregas de los informes de avance de las tesis doctorales, la evaluación de artículos por pares externos, encuentros entre profesor y estudiante para revisar y ajustar los planes de trabajo establecidos, entre otros.

Finalmente, algunas actividades que se consideran como horas de interacción con el profesor se podrían evidenciar a través del análisis y discusión de artículos científicos, revisión de la calidad de escritos (ensayos, artículos, propuesta y tesis doctoral) y la capacidad de transmitir conocimiento frente a un grupo de científicos especializados en un área de interés a través de la participación en eventos académico-científicos (seminarios, congresos, talleres, simposios, entre otros). Como horas de trabajo independiente de los estudiantes se destaca la realización de pasantías de investigación entre instituciones o centros de investigación, la participación en el desarrollo de proyectos de investigación en temas relacionados con su línea de investigación y la participación en actividades extracurriculares organizadas por los grupos de investigación.

Descripción de las estrategias de seguimiento orientadas a la obtención de los resultados de aprendizaje esperados.

A continuación, se presentan las estrategias de seguimiento al proceso formativo del estudiante de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre:

- Evaluación micro curricular, realizada durante el curso de cada actividad académica: los resultados de aprendizaje definidos para el programa de Doctorado tienen unas etapas de nivel que se han distribuido en cada una de las actividades académicas. Así, semestre a semestre, el estudiante está siendo valorado por docentes, por pares y por sí mismo, con el fin de verificar el avance esperado en el programa.

- Examen de candidatura: una vez ha culminado la primera etapa general del programa (tres semestres), se realiza un examen estructural que valora el alcance de habilidades y competencias por parte del estudiante y determina si es posible continuar con el curso del programa.

- Tema de tesis, propuesta de tesis, presentación de avances de la investigación y tesis doctoral: como ciclo de formación principal del Doctorado, la construcción de la tesis doctoral es, en sí misma, una estrategia de seguimiento al proceso de cada estudiante. No solo a través de la evaluación semestral, sino a partir de la exposición de avances ante evaluadores externos y público en general. Los resultados de aprendizaje del programa se

enfocan en el componente investigativo, así que el avance del desarrollo de habilidades de este tipo es básico para asegurar el cumplimiento del perfil de formación.

5.1 PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS

Los programas de las actividades académicas se presentan en el Anexo A, siguiendo el formato establecido para esto, que incluye los datos de código, intensidad horaria semanal, número de créditos, justificación, propósito, competencias, contenidos, estrategias de enseñanza y aprendizaje, sistemas de evaluación y bibliografía.

6. INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

El Proyecto Institucional de la Universidad Industrial de Santander en su enfoque estratégico define que, "La UIS fomenta la investigación, la innovación y la gestión del conocimiento para contribuir al logro de altos niveles de desarrollo logrados con equidad, responsabilidad y justicia social"[58]

Asimismo, en el Estatuto de Investigación[59], se reafirma la vocación investigativa de la Institución, armoniza la investigación como parte de la actividad cotidiana del profesor, establece la estructura para el desarrollo y reconocimiento de la actividad investigativa, formaliza la definición de grupo y centro de investigación y garantiza la asignación creciente de los recursos económicos necesarios para la implementación de actividades de fomento a la investigación, como financiación de proyectos, acceso a recursos electrónicos, becas de posgrado y programas especiales de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE).

La investigación[60] es una práctica social esencial para el desarrollo del país, es una misión de la Universidad, su articulación con la docencia y la extensión es indispensable, igualmente con la comunidad académica nacional e internacional; la investigación debe tener en cuenta las necesidades del país, las especificidades regionales y articularse con el sector productivo real y estatal. Los resultados de la investigación deben difundirse e impactar en la sociedad.

El programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre tiene como propósito formar profesionales con énfasis en la investigación y excelencia académica, proceso que se desarrolla para la profundización, apropiación del conocimiento y la formación de un científico en concordancia con los propósitos generales del programa que le permite resolver problemas presentes en las operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos.

6.1 DECLARACIÓN DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Como se mencionó en los párrafos anteriores una de las funciones básicas de la Universidad es la generación de conocimiento; sin embargo, en los programas de doctorado proponen un modelo curricular destinado a la formación del doctor como investigador de alto nivel, experto en la investigación capaz de resolver problemas sustanciales de la sociedad y de aportar conocimiento a sus profesiones. La tesis doctoral es la prueba "*de fuego*" que demuestra las competencias requeridas para obtener el máximo grado académico. Se espera de ella que sea una evidencia indiscutible de las competencias de investigación desarrolladas por el doctorando y se espera,

[58] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 026 de 2018. Proyecto Institucional. Numeral 6.2
[59] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 043 de 2011.
[60] Universidad Nacional de Colombia. Propuesta para desplegar un cambio académico. Agosto de 2007. Tomado de internet.

además, ser un aporte original al conocimiento, cumpliendo con la rigurosidad científica requerida[61].

Dentro de las estrategias para incorporar los resultados de investigación, el plan curricular del programa establece actividades académicas en las cuales el estudiante comparte sus resultados de investigación con profesionales de diferentes perfiles que hacen parte del grupo de investigación en el cual desarrollará su proyecto de grado, compañeros del programa de doctorado y profesores que apoyan el programa, los cuales pueden brindar acompañamiento en el proceso de formación. Las actividades académicas como seminarios de investigación y tesis doctoral son los espacios establecidos para incorporar los resultados de investigación y permite que la formación como investigador sea construida a partir de la interdisciplinaridad.

La divulgación de los resultados de los trabajos realizados en el marco del doctorado sirve como mecanismo de validación del proceso investigativo realizado al interior del programa, de la pertinencia de las temáticas trabajadas y la rigurosidad con que se desarrollan los procesos de enseñanza – aprendizaje, así como de insumo para la permanente actualización de las temáticas desarrolladas en cada una de las actividades académicas que conforman el plan de estudios.

6.2 PROCESO FORMATIVO EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

El reglamento General de Posgrado de la UIS[62] (Acuerdo No. 075 de 2013 del Consejo Superior) establece en el Artículo 117, en el literal L, que, desde su admisión, cada estudiante del Doctorado deberá presentar una carta aval de un grupo o centro de investigación de la Universidad Industrial de Santander o de una institución con la cual se tenga convenio vigente. En la carta aval se debe informar sobre el apoyo por parte del grupo en el desarrollo del trabajo de grado del aspirante. Además, en el parágrafo 5 se establece que el grupo de investigación o centro debe asegurar la dirección y/o codirección de la tesis doctoral y garantizar las condiciones para el desarrollo y culminación del trabajo de grado del aspirante, tales como: infraestructura mínima e insumos necesarios.

Los estudiantes de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se vincularán de tiempo completo a los grupos de investigación que apoyan al programa, bajo la dirección y asesoría directa de profesores investigadores pertenecientes a los grupos, es por esto, que desde el primer nivel adquieren competencias que le permiten formular y sustentar una propuesta de investigación que aporte a la generación de nuevo conocimiento sobre una temática relacionada con la Ciencia del Sistema Terrestre.

[61] Vara, Arístides Alfredo. Las Tesis Doctorales y su Evaluación, Criterios Teóricos y Metodológicos Aplicados a las Ciencias Sociales. 2011. Tomado de: https://expresionesdeintelectuales.blogia.com/2011/032501-las-tesis-doctorales-y-su-evaluaci-n.-.php .
[62] Acuerdo No. 075 de 2013, *Op. cit*., p. 1.

Estrategias utilizadas por el programa para fortalecer la formación para la investigación e innovación

- Ofrecimiento dentro del plan de estudios de Seminario I, II y III, cuyo propósito es proporcionar herramientas para la fundamentación en investigación, que permitan orientar la elaboración de la propuesta de tesis doctoral y desarrollar competencias en la discusión pública de resultados de investigación y sustentación de manuscritos para publicación, mediante la apropiación de nuevo conocimiento en variadas temáticas de la Ciencia del Sistema Terrestre. Ofrecimiento de la Propuesta de Tesis Doctoral I, II, III y de Tesis doctoral I, II, III, IV y V vinculadas con el desarrollo de competencias en investigación y con el proceso institucional definido para la propuesta, aprobación y evaluación de la tesis doctoral.

- Planteamiento y resolución de problemas: a través de su tesis doctoral, el estudiante debe identificar un problema, plantear la pregunta de investigación y buscar la forma de solucionarla de manera que proponga resultados que espera obtener y qué impacto tendrán estos resultados, así como la generación de nuevo conocimiento.

- Acceso a laboratorios y recursos informáticos: los estudiantes cuentan con la infraestructura de laboratorios de la Escuela de Geología y de UIS-Guatiguará, junto con los recursos informáticos de los grupos de investigación para realizar investigación científica en el desarrollo de su tesis doctoral y de las actividades definidas en su proceso formativo.

- Revisión de bibliografía especializada: se realiza en todas las actividades académicas del programa, para ello, el estudiante cuenta con material bibliográfico y recursos electrónicos disponibles en la Biblioteca de la Universidad con una amplia oferta en áreas temáticas relacionadas con el programa.

- Realización de publicaciones: el plan de estudios ofrece espacios para que el estudiante conozca la dinámica de las publicaciones científicas tanto en eventos como en revistas nacionales o internacionales y el manejo del proceso de patentamiento. Constantemente se incentiva al estudiante para que publique los avances y resultados de su tesis doctoral.

- Invitación a conferencistas, investigadores en el área de la Ciencia del Sistema Terrestre, reconocidos a nivel nacional e internacional para exponer sus experiencias en temáticas de interés de la comunidad académica y que estén a la vanguardia de la ciencia y la tecnología en esta área.

- Presentación del tema de la de tesis doctoral, con el visto bueno del director de tesis o grupo de investigación, al Comité Asesor de Posgrado (CAP). El comité, a partir de ese momento, hará oficial la designación del director de la tesis doctoral[63].

- Electivas para profundizar en aspectos específicos de la investigación.

[63] Reglamento General de Posgrado. Artículo 128

Descripción de la forma en que las actividades académicas, docentes y formativas se nutren de la investigación e innovación

La investigación nutre a las actividades académicas del Programa a través de:

- La realimentación de los resultados de investigación realizados por los grupos de investigación vinculados al programa, ya que puede ser tenida en cuenta en la actualización de las actividades académicas que hacen parte del posgrado o en la apertura de nuevas electivas, con el fin de mantener actualizado el currículo.

- La trayectoria investigativa de los profesores la cual se refleja en las publicaciones y ponencias realizadas en los últimos años.

- La preparación de las clases se puede apoyar en las investigaciones publicadas en las revistas especializadas en las áreas de conocimiento del Programa.

- Las investigaciones que se desarrollan en los grupos de investigación que apoyan al Programa, permite vincular a estudiantes del doctorado a proyectos para trabajar su propuesta de tesis doctoral o apoyar otras investigaciones.

- La apropiación social del conocimiento, fruto de las investigaciones realizadas durante el desarrollo de su tesis doctoral, permite que los estudiantes afiancen sus capacidades investigativas y realicen presentaciones a la comunidad académica con los resultados más relevantes de sus investigaciones.

- Las diferentes líneas de investigación que tienen los grupos de investigación reflejan la trayectoria e investigaciones que se han realizado en esos temas y son de apoyo al estudiante del Programa.

- La interacción e intercambio de conocimiento de estudiante-estudiante y estudiante-profesor en actividades de la Escuela que promueven la investigación.

- Las competencias y capacidades científicas de estudiantes para proponer proyectos de investigación innovadores de manera autónoma.

- La interdisciplinariedad con grupos de investigación de otras escuelas de la Universidad como la Escuela de Ingeniería Química, Escuela de Química, Escuela de Biología, Facultad de Ingeniería Fisicoquímicas y Escuela de Trabajo Social.

6.3 PRODUCCIÓN CIENTÍFICA E INNOVACIÓN

Según lo establecido en el Acuerdo No. 043 de 2011 del Consejo Superior [64], un grupo de investigación es la unidad fundamental del sistema de investigación de la UIS y se define como *"el conjunto de personas, lideradas por un profesor de la Universidad, que une sus capacidades para realizar investigación en temáticas de interés común; trazan un plan de acción a mediano y largo plazo; formula, gestionan y ejecutan proyectos, y generan productos de conocimiento, articulando su actividad a la misión institucional"*.

Grupos y líneas de investigación que apoyan el programa

El Doctorado en CST sustenta y consolida su proceso investigativo-formativo en grupos de investigación reconocidos por la comunidad. Como soporte directo se encuentran los grupos de investigación adscritos a diferentes unidades académicas de la UIS y cuya información se amplía en el Anexo B. (Ver Tabla 18).

Tabla 18. Grupos de investigación que apoyan el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Grupos de investigación	Clasificación*	Director	Área de desarrollo/ conocimiento	Líneas de investigación
Centro de Investigación en Biomoléculas CIBIMOL	A1	Elena Stashenko	Estudios científicos sobre las relaciones entre la estructura química de sustancias naturales o sintéticas y sus propiedades y/o actividad biológica.	Las actividades antioxidante de productos naturales, análisis ambiental, análisis petroquímico, química teórica, síntesis orgánica y transformación catalítica de productos naturales.
Grupo de estudios en Biodiversidad GEBIO	B	Martha Patricia Ramírez Pinilla	Ciencias Naturales Ciencias Biológicas	De sus líneas de Investigación aportan al programa: Ecología, filogeografía, evolución, morfología, anatomía y sistemática de angiospermas.
Centro De Investigación Para El Desarrollo Sostenible En Industria y Energía CIDES	A1	Viatcheslav Kafarov	Área de producción de biocombustibles de primera, segunda y tercera generación, simulación y control de procesos aplicados a la refinería, petroquímica, química, análisis de tecnología, exergía, análisis del ciclo de vida y análisis económico de tecnologías existentes y emergentes	Apoyo en el control y optimización de procesos químicos, cultivo de microalgas, biocombustibles y co-productos a partir de microalga, elaboración de los fundamentos teóricos y experimentales para desarrollo sostenible de los procesos industriales y de la generación de energía, e valuación la sostenibilidad de las aplicaciones en energía renovables, sistemas de

[64] Ibíd., p. 37.

Grupos de investigación	Clasificación*	Director	Área de desarrollo/ conocimiento	Líneas de investigación
				energía sostenible para la electrificación rural, mediante la selección asistida por ordenador para obtener soluciones óptimas, optimización de procesos con enfasis en la protección del medio ambiente.
Grupo de investigación en población, ambiente y desarrollo, G-PAD-	A1	Raquel Mendez Villamizar	Contribuir a la generación de conocimiento en el análisis de la realidad social que fomente el debate académico, aporte la estructuración de la acción y promueva el cambio social.	Sus líneas de apoyo: territorio, planificación y ambiente, población, exclusión y desarrollo.
Grupo de Investigación en Materiales de Construcción y Estructuras INME	B	Ricardo Alfredo Cruz	Protección de los recursos naturales. Disminución de zonas para disposición de residuos. Utilización técnica, soportabilidad ecológica y viabilidad económica en áreas de prefabricación.	Lineas de apoyo al programa: estudios de diagnóstico y patología estructural, caracterización acústica de materiales, amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmico, monitoreo de estructuras, gestión y control de proyectos.
Grupo de Investigaciones en Minerales, Biohidrometalurgia y Ambiente- GIMBA	A	Julio Andrés Pedraza Avella	Es un grupo especializado y relacionado con el sector minero, metalúrgico y ambiental, de manera confiable, ágil y personalizada. Contamos con infraestructura y profesionales altamente calificados y comprometidos con satisfacer plenamente las expectativas de nuestros clientes, contribuir al desarrollo del país y a la conservación de medio ambiente.	El apoyo al programa es: biohidrometalurgia y biotecnología ambiental, remediación ambiental tratamiento de efluentes y valorización de residuos, desarrollo y aplicación de materiales avanzados, electroquímica fundamental y aplicada, fotocatálisis foto electroquímica y energías renovables.
Grupo de Investigación en energía y medio ambiente GIEMA	A	Manuel Del Jesús Martínez	Desarrolla proyectos e investigaciones referentes a las áreas de la conversión de energía y el medio ambiente, las energías alternativas, la tecnología del gas e	Líneas de apoyo: caracterización de materiales y aplicación al diseño, energías alternativas, mecánica computacional, modelado y simulación de sistemas térmicos y

Grupos de investigación	Clasificación*	Director	Área de desarrollo/ conocimiento	Líneas de investigación
			hidrocarburos, la ingeniería del transporte, la ingeniería biomédica y la mecánica computacional.	energéticos, sistemas de Control y diagnóstico automático.
Grupo de Investigación sobre desarrollo regional y ordenamiento territorial - GIDROT	B	Isaac Guerrero Rincón	El grupo ha elaborado estudios técnicos e indicadores para la configuración de escenarios de integración regional, siendo el conocimiento sobre el Desarrollo un objetivo fundamental, que parte de presupuestos teóricos y metodológicos e incorporan aspectos políticos, económicos, sociales, históricos y de idiosincrasia cultural, en una perspectiva holística e integral.	Líneas de apoyo al programa: Economía ambiental y de los Recursos naturales, estudios de comportamiento económico, regulación económica.

*Resultados convocatoria MINCIENCIAS No. 894 de 2021.

Fuente: información reportada por cada Grupo de investigación.

Grupos de Investigación Escuela de Geología

En la actualidad, la Escuela de Geología cuenta con dos grupos de investigación, el Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada (GIGBA) y el Grupo de Investigación en Geofísica y Geología Aplicada (IGGA), anteriormente conocido como Energy and Other Non-Renewable Resources (EONr3g), reconocidos por Minciencias. Las líneas de investigación desarrolladas por cada uno son coherentes con la filosofía que guía al programa, llevadas a cabo en el marco de actividades desarrolladas que integran su funcionamiento, las cuales se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19. Líneas de investigación grupos adscritos al programa de Geología.

Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada – GIGBA: Clasificación A	Grupo de Investigación en Geofísica y Geología Aplicada (IGGA):
• Geología Ambiental y Amenazas Geológicas • Geología Experimental • Geología de Complejos Cristalinos y Cuencas Sedimentarias • Geología del Cuaternario • Georecursos	• Cambio climático y sociedad • Geociencias aplicadas a la diversificación energética • Geofísica aplicada y computacional • Paleoclimatología • Sismología y Sismotectónica

*Resultados convocatoria MINCIENCIAS No. 894 de 2021
Fuente: información reportada por los Grupos de investigación GIGBA e IGGA respectivamente

El grupo IGGA, Grupo de Investigación en Geofísica y Geología Aplicada, cuenta con un amplio Portafolio de Servicios Tecnológicos el cual se expone a continuación:

- Estudio integrado de cuencas
- Interpretación sísmica
- Análisis de Rock Eval turbo 6 (con acreditación bajo los lineamientos de la Norma ISO/IEC 17025-2005)
- Análisis de carbono orgánico total (TOC) y carbono total (TC) (este servicio se presta con un equipo Analizador de Carbono y Azufre Leco 5C- 144 DRes)
- Petrografía orgánica y reflectancia de vitrinita (RQ) (con la utilización de equipos de última tecnología, como el Microscopio TriocularImager 22 Carl Zeiss y el Microscopio de Luz reflejada Carl Zeiss MPM 400)
- Análisis de azufre total (este servicio se presta con un equipo Analizador de Carbono y Azufre Leco 5C- 144DRes)
- Análisis proximal de carbones (se cuenta con el Analizador Termogravimétrico LECO TGA-702)
- Cromatografía de gases C6+ (se utiliza el cromatógrafo de gases Modelo agilent HP 6890)
- Modelamiento geoquímico 1D, 2D y 3D.

La aplicación de estos servicios se hace evidente en el desarrollo de proyectos de investigación importantes. El Portafolio de Servicios Tecnológicos del grupo GIGBA, se expone a continuación:

- Prospección de aguas subterráneas
- Geología ambiental
- Cartografía geológica de superficie y subterránea
- Estudios geológicos de yacimientos minerales

- Elaboración de guías geológicas (itinerarios geológicos)
- Caracterización de materias primas (geomateriales y residuos industriales)
- Cartografía geotécnica
- Exploración geofísica, geoquímica y mineral
- Caracterización mineralógica y petrográfica mediante diferentes técnicas de microscopía
- Interpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite
- Estudios hidrogeológicos
- Caracterización de macizos rocosos.

La aplicación de estos servicios es tangible con proyectos destacados de investigación. En consecuencia, el portafolio de los dos grupos de investigación adscritos a la Escuela ha permitido fortalecerse para promover la oferta de productos y servicios a partir del desarrollo de las actividades de docencia, investigación y extensión.

Productos de investigación e innovación existentes, proyectados y reconocidos por el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, en el campo de educación y formación del programa, obtenidos en los últimos tres (3) a cinco (5) años.

En el anexo B, se puede consultar la información detallada de los grupos de investigación que apoyan al Programa, en el cual se evidencia los productos de investigación en los últimos cinco (5) años, destacándose, artículos en revistas internacionales indexadas, artículos en revistas nacionales, libros, capítulos de libro, patentes, dirección de tesis de doctorado y de trabajos de grado e investigaciones terminadas y en ejecución.

Agenda de investigación e innovación para los próximos siete (7) años

Para el desarrollo del proceso formativo de los estudiantes del Programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, se define el siguiente plan de actividades de investigación donde participan estudiantes y profesores (ver Tabla 20).

Tabla 20. Plan de actividades de investigación para los próximos siete (7) años.

Programa/Proyecto/Actividades de investigación	Recursos*	Fuentes de financiación	Resultados esperados
Proyecto de investigación en el área ambiental	Talento humano.	Es un proyecto que se ejecutará con recursos propios de la Universidad	✓ Se vinculará un (1) estudiante del programa. ✓ Producción mínima de un artículo científico y divulgación de resultados en eventos científicos.

Programa/Proyecto/Actividades de investigación	Recursos*	Fuentes de financiación	Resultados esperados
Proyecto de investigación relacionado con el cambio climático	Talento humano.	Es un proyecto que se ejecutará con recursos propios de la Universidad	✓ Se vinculará un (1) estudiante del programa, ✓ Artículos en revistas nacionales e internacionales ✓ Ponencias y póster, en eventos académico-científicos nacionales e internacionales
Proyecto de investigación sobre los diferentes componentes de la litosfera y su interacción con la atmósfera e hidrosfera	Talento humano	Es un proyecto que se ejecutará con recursos propios de la Universidad	✓ Se vincularán tres (3) estudiante del programa. ✓ Artículos en revistas nacionales e internacionales ✓ Ponencias y póster, en eventos académico-científicos nacionales e internacionales
Socialización de resultados ante la comunidad científica	Apoyo económico para la movilidad	Se buscará financiación interna.	✓ Divulgación de nuevo conocimiento e internacionalización del Programa
Realización de pasantías de investigación	Apoyo económico para la movilidad	Se buscará financiación interna o externa.	✓ Apropiación de nuevo conocimiento de prácticas diversas en el ejercicio de la investigación. ✓ Nuevos lazos de cooperación científica.

*Recursos físicos, humanos, financieros y tecnológicos.

Investigadores del Doctorado

Por otra parte, los profesores del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre asumen la responsabilidad de formar investigadores educando integralmente al estudiante para que comparta con éxito el desarrollo científico y tecnológico producto de sus propias investigaciones, dado lo anterior, a continuación en la Tabla 21 se presenta el listado de profesores del programa y su correspondiente categoría de investigador según la convocatoria No. 894 del 2021 de MinCiencias, donde se destacan seis (6) profesores en categoría Senior, cinco (5) en categoría asociado y dos (2) junior.

Tabla 21. Categoría de investigadores que apoyan el Doctorado.

No	Profesor de carrera	Categoría del investigador MinCiencias año 2021*		
		Junior	Asociado	Senior
1	Carlos Alberto García Ramírez		X	

No	Profesor de carrera	Categoría del investigador MinCiencias año 2021*		
		Junior	Asociado	Senior
2	Carlos Alberto Ríos Reyes			X
3	Francisco Alberto Velandia Patiño		X	
4	Giovanny Jiménez Díaz		X	
5	Juan Diego Colegial Gutiérrez			
6	Luis Carlos Mantilla Figueroa	X		
7	Luis Enrique Cruz Guevara			
8	Mario García González			
9	Rocio Bernal Olaya			
10	Gatsby Emperatriz López Otálvaro			
11	Dionisio Antonio Laverde Cataño			X
12	Viatcheslav Kafarov			X
13	Yesid Javier Rueda Ordoñez	X		
14	Ricardo Alfredo Cruz Hernández		X	
15	Elena Stashenko			X
16	Martha Patricia Ramírez Pinilla			X
17	Raquel Méndez Villamizar		X	
18	Bjorn Reu			X
19	Corina Buendia Grigoriu			

* Convocatoria No. 894 del 2021 para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Lo anterior ratifica el compromiso de los profesores para la generación de productos de nuevo conocimiento publicado en revistas de alto impacto, dirección de tesis de pregrado, maestría y doctorado y, apropiación social del conocimiento.

Estrategias de vinculación de los estudiantes del programa académico a los procesos de investigación e innovación

El programa de Doctorado en CST tiene como pilar fundamental la incorporación de la investigación, proceso que se desarrolla para la profundización, apropiación del conocimiento y la formación de un científico; en concordancia con los propósitos misionales de la Universidad y la Escuela de Geología.

Los estudiantes se vinculan, desde el inicio del curso del programa, por norma, a un grupo de investigación de la Universidad. De hecho, este es uno de los requisitos de admisión al programa, tal como se presenta a continuación:

Reglamento General de Posgrados, Artículo 117, literal l): "Carta de aval de un grupo o centro de investigación de la Universidad Industrial de Santander o de una institución científica con la que se tenga convenio vigente, firmada por el director del mismo, y en la cual se presente al aspirante ante el programa. La carta de aval consiste en el compromiso del emisor de apoyar la tesis doctoral del aspirante y de coadyuvar en el fortalecimiento de las condiciones para el desarrollo del trabajo de grado".

Esta vinculación determina una relación cercana, académica, estructural y sistemática de los estudiantes a los procesos investigativos. Dentro de las actividades más comunes que se desarrollan en los grupos de investigación y en el mismo programa para mantener la vinculación de los estudiantes a los procesos de investigación:

- ✓ Construcción de la tesis doctoral como un aporte al desarrollo del conocimiento en un tema específico.
- ✓ Participación de las actividades de estudio, trabajo, investigación o divulgación del grupo de investigación al que está vinculado desde el momento de la admisión al programa.
- ✓ Participación de actividades de encuentro y divulgación de resultados de investigación propios del Doctorado o eventos de entidades afines, para hacer parte activa de la comunidad académica.

Asimismo, el estudiante puede participar en los diferentes proyectos de investigación y extensión realizados por los grupos de investigación para fortalecer las competencias definidas para el Doctorado.

Los estudiantes del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre cuentan con dos pilares importantes como lo son: en primera instancia con una completa base de datos bibliográfica en la cual pueden consultar artículos de revistas, libros, normas nacionales e internacionales, investigaciones, guías, manuales, bibliografías, aplicativos de software, prensa, videos, imágenes, memorias y conferencias, entre otros documentos, de su área de conocimiento y como segunda instancia con el apoyo de la decanatura de la Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas y la Vicerrectoría de Investigación y Extensión cuentan con programas de apoyo para que los estudiantes asistan a eventos nacionales e internacionales y de esta manera ellos puedan presentar allí sus trabajos de investigación.

En el marco de los convenios de cooperación establecidos con otras universidades, los estudiantes tienen acceso a cursos intensivos y seminarios con expertos en las áreas de especialidad de su proyecto de investigación.

Estrategias para que los resultados de la investigación contribuyan a la transformación social

Los estudiantes del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre durante todo su proceso de formación cuentan con el apoyo de grupos de investigación, y de esta forma puedan profundizar sus estudios que tiene como objetivo global el entendimiento científico del sistema tierra permitiéndoles interactuar partes constitutivas como lo son: geosfera, pedosfera, biósfera, hidrosfera, atmósfera, antroposfera y de su evolución. Que contribuye a que se puedan implementar tecnologías y buenas prácticas a la generación de conocimiento sobre el origen y

evolución de la Geosfera para que Colombia pueda ser autosuficiente su interacción (a través del tiempo) con la pedosfera, biosfera, hidrósfera, atmósfera y antroposfera, y a la formación de científicos que sugieran aplicaciones de este conocimiento a la solución de problemas actuales , lo cual favorece la economía y desarrollo del país en otros renglones también necesarios para la sociedad y crecimiento investigativo.

Mecanismos de difusión, divulgación y visibilidad nacional e internacional de la investigación

La difusión de los resultados de investigación del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre hace parte de las estrategias para garantizar visibilidad y difusión del trabajo realizado en el programa. Los mecanismos que se usarán para esta difusión son:

- Revistas académicas especializadas: como medio clave para difusión de los resultados de investigación, que es validado por la comunidad académica y, además, aporta a la discusión y análisis de los problemas vigentes del ámbito de la ciencia del Sistema Terrestre.

- Eventos académicos – científicos nacionales e internacionales: con el fin de presentar avances y resultados de investigación del programa en ámbitos de discusión del área de formación.

- Medios de comunicación de la Universidad Industrial de Santander: para exponer a la comunidad académica y social en general sobre los resultados de investigación del Doctorado.

- Desempeño de los estudiantes y graduados del programa en escenarios externos a la Institución: como evidencia de los resultados de formación del programa, se considera el desempeño de los miembros de su comunidad en ámbitos académicos.

- Participación de los profesores del programa en actividades en otras instituciones: los profesores podrán trabajar en calidad de visitantes o de investigadores en otras instituciones. Este vínculo será clave para difundir los resultados del trabajo académico del programa.

Descripción de las dinámicas para la generación de nuevo conocimiento y/o movimiento de la barrera del conocimiento.

El Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se concibe como un programa con la responsabilidad de generación de nuevo conocimiento que permita solucionar problemas presentes en la región, el país y el mundo, relacionados con la Ciencia del Sistema Terrestre. Este proceso se realizará a partir de la investigación de los estudiantes, pero también a través de los procesos académicos e investigativos que se consolidarán a partir del programa doctoral, que involucrarán a distintos miembros de la comunidad institucional y social. Las actividades más significativas que se plantean con este motivo son:

- Trabajo interdisciplinar: como programa interdisciplinar que propone la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, se espera promover el análisis complejo de los problemas latentes del sistema terrestre que se planteen en el programa, desde distintas perspectivas que, además, permitirán ofrecer soluciones multiperspectivistas acordes con las necesidades de la comunidad local, regional y nacional.

- Problemas de investigación pertinentes: en el ejercicio permanente de la formación en investigación, a partir de la práctica, será necesario abordar, en todos los casos, problemas sociales reales sobre los que sea posible trabajar, desde las fortalezas institucionales, para aportar a su comprensión, análisis y resolución.

- Divulgación de los avances y resultados de investigación: actividad que hace parte del proceso de formación de los estudiantes de Doctorado y de los grupos de investigación que lo soportan. La divulgación, no solo en revistas y eventos académico-científicos, sino en medios de comunicación generales que conecten realmente con la comunidad y les participen de los resultados y posibles aplicaciones para resolver problemas reales de la sociedad.

- Relación con el sector externo: el contacto con entes territoriales, organizaciones no gubernamentales, empresas y demás organizaciones externas permitirá al programa de Doctorado, no solo conocer y tener disponibilidad de información sobre situaciones reales, sino que podrá intervenir in situ para el análisis, comprensión y proposición de soluciones reales a la sociedad.

7. RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO

La UIS tiene un modelo de desarrollo institucional que le ha permitido establecer relaciones con el sector productivo, en un diálogo fecundo con los sectores económicos, mediante la generación y adecuación de conocimientos, así como la apropiación, uso y transferencia de tecnología, a través de una relación que reconoce en el sector productivo un interlocutor efectivo que articula las actividades de docencia e investigación con las de extensión.
Considerando la extensión como una actividad misional, la Universidad adoptó las políticas y definió los principios orientadores y los objetivos de la función de Extensión mediante Acuerdo Superior N° 006 de 2005, en el que se define la extensión como:
"…actividad sustantiva de la Universidad por medio de la cual se establece un proceso de comunicación con la sociedad, que permite transformar las prácticas culturales de la Institución en materias de docencia e investigación". Por lo tanto, "la Extensión conforma un elemento proactivo, en el sentido de responder no solo a las demandas específicas del mercado y de diversas organizaciones sociales, sino que posibilita el desarrollo de una política institucional que propicia la integración y la interacción con la sociedad sobre la base de un alto ejercicio de responsabilidad ética y social en la definición, la jerarquización y la formulación de alternativas a los problemas del desarrollo local, regional y nacional".

La Extensión es una actividad por medio de la cual la universidad establece un proceso de comunicación con la sociedad, que permite transformar las prácticas educativas y culturales de la institución en materia de docencia e investigación. De esta manera la actividad de Extensión se convierte en un elemento proactivo, en el sentido de responder no solo a las demandas específicas del mercado y de diversas organizaciones sociales, sino que posibilita el desarrollo de una política institucional que propicia una integración e interacción con la sociedad.

El estudio del Sistema Terrestre requiere una perspectiva global de todos los procesos e interacciones entre los distintos componentes[65,66]. Por tanto, se han desarrollado bases de datos globales que registran la variación espacial y temporal de los componentes clave del sistema exigiendo la interdisciplinariedad para su interpretación. Las políticas están encaminadas para hacer del conocimiento un bien de dominio público, siendo este uno de los objetivos del doctorado para acelerar las transformaciones hacia la sostenibilidad global a través de la investigación y la innovación.

El programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre está articulado con la misión de la Universidad mediante la participación en el progreso, mejorando la calidad de vida de la comunidad; enlazando para ello la investigación, docencia y extensión. Lo anterior puede ser ratificado si se tiene en cuenta que las principales áreas del conocimiento del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, presentadas en la estructura conceptual del saber,

[65] UNESCO, *Op. cit*., p. 9.
[66] MINMINAS CONEXIONES, *Op. cit*., p. 10.

están directamente relacionadas con los principales sectores económicos del país, entre ellas: el medio ambiente y gestion de los recursos.

Dentro de las políticas de extensión se contempla que las distintas unidades académicas y administrativas ofrecerán servicios y desarrollarán programas en los campos donde se tengan fortalezas reconocidas; además se establecerán alianzas con instituciones externas. Se desarrollarán programas, proyectos y actividades de extensión para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población con prioridad a los sectores más vulnerables, según como está consagrado en el Proyecto Institucional, esto con el fin de fortalecer las relaciones con la comunidad. Se establecerán procesos de comunicación y diálogo continuo entre la sociedad y sus actores con el fin de formular alternativas a los problemas del desarrollo. Se propiciará el desarrollo de relaciones permanentes, estables y confiables con organismos del estado vinculando el desarrollo de proyectos con docentes, estudiantes, personal interno, personal externo y egresados.

El vínculo con el sector productivo y la sociedad en general se realizará por medio de su participación en cooperaciones u otros tipos de alianzas productivas, propiciando orientaciones que permitan el desarrollo de los objetivos de cada corporación u organización productiva. La participación de la universidad no sólo se realizará en el ámbito económico sino además en los ámbitos de la política, en lo social y cultural. Para las relaciones de la universidad con el sector productivo se mantendrá un diálogo fecundo con los distintos sectores económicos y sus representantes, que fortalecerá la excelencia académica y fomentará una cultura de investigación mediante la generación y adecuación de conocimiento científico y los desarrollos tecnológicos alcanzados. Por otra parte, se contempla el diálogo continuo con los egresados como aspecto vital y estratégico para el desarrollo de la institución, esto se llevará a cabo mediante alianzas con los egresados que mantendrá el intercambio de conocimiento. Adicionalmente, la participación de actores externos en proyectos de investigación, la realización de consultorías, informes técnicos, pruebas de laboratorio, pasantías y demás actividades de extensión que la Escuela de Geología realice con las empresas de diversos sectores económicos.

Plan de vinculación de la comunidad académica con el sector productivo, social y cultural, público y privado

En la Tabla 22 se evidencia el plan de vinculación de la comunidad académica del programa de Doctorado en CST en la vigencia del registro calificado.

Tabla 22. Plan de vinculación de la comunidad académica del Programa de Doctorado en CST en la vigencia del registro calificado.

Actividades/Programas/Proyectos	Recursos*	Resultados esperados
Pasantías de investigación	Infraestructura tecnológica	Fomentar la cooperación entre instituciones.

Actividades/Programas/Proyectos	Recursos*	Resultados esperados
Convenios generales o específicos con el Servicio Geológico Nacional (litoteca nacional), Ecopetrol-ICP, Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), MINCIENCIAS y Min Medio Ambiente.	Talento humano calificado	Informes técnicos, formulación de propuestas de investigación, asesorías técnicas especializadas, Desarrollo de proyectos en cooperación con Entidades públicas o privadas
Portafolio de servicios de laboratorio	Infraestructura tecnológica Talento humano calificado	Pruebas de laboratorio con sus respectivos informes técnicos.
Oferta de cursos en áreas de interés para formación de talento humano (educación continuada)	Talento humano calificado	Fortalecer las competencias de los estudiantes según las áreas de investigación desarrolladas por estos para propiciar su mejoramiento permanente.
Asesorías y consultorías	Talento humano calificado Infraestructura tecnológica	Formulación, evaluación y dirección de proyectos relacionados con la Ciencia del Sistema Terrestre para el sector público o privado.

*Recursos físicos, humanos, financieros y tecnológicos.

7.1 CONVENIOS QUE FACILITAN LA RELACIÓN DEL PROGRAMA CON EL SECTOR EXTERNO

La Universidad Industrial de Santander suscribe convenios con otras instituciones educativas, con los siguientes fines:

1. Intercambio de estudiantes de Pregrado y Posgrado
2. Intercambio de docentes e investigadores
3. Realización de proyectos conjuntos de investigación (sin cuantía)
4. Promoción de eventos científicos y culturales
5. Intercambio de informaciones y publicaciones académicas

Así mismo, la Escuela de Geología ha suscrito convenios con importantes empresas del ámbito local y nacional que favorecen al Doctorado en CST en la realización de proyectos de investigación conjunta, pasantías, otros, entre los que se destacan:

- Corporación De La Meseta De Bucaramanga -CDMB
- INTEROBRAS
- Alcaldía del Municipio De Piedecuesta
- Corporación Tecnológica Para El Manejo Del Agua Potable Y Saneamiento Básico- CDT del Agua
- ELB Geología y Vías S.A.S
- Construsuelos de Colombia S.A.S
- Área Metropolitana de Bucaramanga
- Alianza Consultora & Ingeniería S.A.S (ALICON & ING S.A.S)
- HYDROINGENIERIA S.A.S
- ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A
- Gobernación de Santander

- MINESA S.A.S
- INGEOEXPLORACIONES S.A.S
- CERROMATOSO S.A
- Mansarovar Energy Colombia LTDA
- Halliburton Latin America S R L SUCURSAL COLOMBIA

Actualmente, se dispone de 36 convenios internacionales con universidades de México, Brasil, España, Estados Unidos, Argentina, Francia, Alemania, Canadá e Italia y 6 convenios nacionales, con instituciones como Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Universidad de Caldas, entre otras (ver Anexo C), disponibles para la realización de actividades de investigación conjunta, movilidad de estudiantes y profesores, realización de estancias de investigación o pasantías y cooperación académica entre instituciones.

Los convenios y redes multinacionales apoyan la internacionalización del programa a nivel de exposición a dinámicas internacionales de investigación para los estudiantes del programa (a través de pasantías de investigación y participación en reuniones científicas) y visibilidad internacional por la participación institucional en publicaciones de revistas de alto impacto.

8. PROFESORES

8.1 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE PROFESORES

Descripción del grupo de profesores con el que contará el programa.

Los profesores del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se caracterizan por tener amplia experiencia investigativa, pedagógica y laboral como se puede apreciar en las tablas 23 y 24, son profesores de la carrera de la universidad, con nivel de formación mínima de doctor y se destacan por la producción científica e investigativa.

De los 19 profesores que conforman el grupo de profesores que apoyan al programa, diez (10) de ellos hacen parte de la Escuela de Geología, y los otros nueve (9) pertenecen a diferentes unidades académico-administrativas, se destacan, Escuela de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Civil, Escuela de Química, Escuela de Biología y Escuela de Trabajo Social, lo que favorece la interdisciplinariedad del programa.

Los profesores del programa podrán participar en más de un programa académico y en las categorías del escalafón se cuenta con 12 profesores titulares, cinco (5) profesores asociados, un (1) asistente y un (1) auxiliar.

Cabe precisar, que el número de profesores permite atender las labores formativas, docentes, científicas, culturales y de extensión del programa de Doctorado.

Evidencias del cumplimiento de las políticas institucionales, sobre el número de profesores requerido para atender el programa

La UIS ha establecido como política institucional, la necesidad de realizar periódicamente una convocatoria pública a concurso docente para seleccionar profesores de planta y así cubrir las plazas vacías o garantizar los procesos de renovación generacional, a partir de la jubilación de los profesores.

La Escuela de Geología, en los últimos cinco (5) años ha participado en el concurso de profesores del año 2016[67] y año 2021[68]. Para el año 2016 se abrió convocatoria para vincular un (1) profesor en el área de desempeño de Geofísica, hidrogeología, petrofísica con dedicación de tiempo completo y con nivel de formación de doctor en la cual como resultado se obtuvo la vinculación de la profesora Rocío Bernal Olaya. Para el año 2021 también se abrió una convocatoria para vincular a un (1) profesor en el área disciplinar de Geología con dedicación de

[67] Información consultada en: https://www.uis.edu.co/webUIS/es/concursoDocente/concursoDocente2016/cargosPerfiles.html
[68] Información consultada en:https://www.uis.edu.co/webUIS/es/concursoDocente/concursoDocente2021/cargosPerfiles.html

tiempo completo y con nivel de formación de doctor en la cual como resultado se obtuvo la vinculación de la profesora Gatsby Emperatriz López Otálvaro.

Es importante destacar que se evidencia el actuar de la Institución por vincular constantemente profesores planta y que la Escuela de Geología hace parte de estos procesos con el propósito de mejorar las actividades académicas que engloban el Programa a través de la experticia de los profesores.

8.2 PERFILES

Descripción de los procesos para formular y actualizar los perfiles profesorales

El perfil docente hace referencia a la expresión de las necesidades académicas de una unidad académica, definida en términos de las áreas de desarrollo académico, científico-tecnológico, profesional y las competencias generales que permitan el desempeño de las funciones misionales de la Institución.

Con el propósito de garantizar la capacidad para apoyar el desarrollo de la docencia, la investigación y la relación universidad-sociedad y el cumplimiento de la misión institucional, para el caso de los perfiles requeridos para la vinculación de profesores en la modalidad ocasional y jóvenes talentos, el director de la unidad académico administrativa, con previa decisión del consejo de la unidad respectiva, solicitará al Vicerrector Académico la inclusión de los perfiles en la convocatoria a concurso público. Para el caso de la vinculación de profesores en la modalidad ocasional (especial, temporal y de sede regional), el director de escuela, departamento o coordinador de programa solicitará al decano de la facultad o director del instituto de proyección regional y educación a distancia, la provisión del cargo o cargos existentes vacantes en la planta de personal docente, con la correspondiente justificación y perfil requerido, según lo establecido en el Reglamento del Profesor.

Descripción de los perfiles requeridos para los profesores que atenderán las actividades académicas del programa

La planta profesoral para el desarrollo del programa en los procesos de orientación de actividades académicas, dirección, codirección y evaluación de las tesis doctorales estará constituida por profesores de muy alto nivel vinculados a diferentes Facultades de la Universidad Industrial de Santander con el fin de fortalecer la interdisciplinariedad y flexibilidad académica del programa. La mayoría de los profesores también están adscritos a los grupos de Investigación que soportan el Programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

En la tabla 23 se presentan los profesores del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre adscritos a la Escuela de Geología y en la tabla 24 los profesores adscritos a diferentes unidades académicas de la UIS comprometidos con el Doctorado CST.

Tabla 23. Profesores del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre adscritos a la Escuela de Geología.

No	Profesor de carrera	Título obtenido	Nivel de formación	Desarrollo pedagógico	Experiencia laboral	Vinculación	Dedicación en el programa de Doctorado en CST	Clasificación como investigador	Líneas de investigación
1	Carlos Alberto García Ramírez	Doctor of Philosophy, Geology and Mineralogy	Doctor	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's.	Investigador Junior, Instituto de Minería de Krivoi Rog, Ucrania. Octubre de 1990-febrero de 1992. 2.	Profesor Titular	Dirigir actividades académicas y participación en proyectos de investigación.	Investigador Asociado (I)	Petrología, Metamórfica.
2	Carlos Alberto Ríos Reyes	Doctor of Philosophy, Applied Sciencess	Doctor	Especialista en Docencia Universitaria Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's.	Docente vinculado a la UIS como profesor de carrera desde el año 1992.	Profesor Titular (Laureado)	Dirigir actividades académicas, participación en proyectos de investigación y Director de la Escuela de Geología.	Investigador Senior (IS)	Mineralogía, Petrología Metamórfica, Mineralogía Ambiental, Ciencias Ambientales, Interacción Roca-Fluido, Síntesis y Cancerización de Zeolitas y Geopolímeros.
3	Francisco Alberto Velandia Patiño	Doctor en Geociencias	Doctor	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso Componente Docente del CEDEDUIS.	Nueve (9) años como profesor de la Escuela de Geología, actividades académicas de Geología Estructural, Geomorfología, Campo I y Geodinámica. 21 años de experiencia en INGEOMINAS (actual Servicio Geológico Colombiano) en proyectos de cartografía geológica, neotectónica, hidrogeología, geotermia y amenazas geológicas. Coordinador de proyectos y subdirector de Recursos del Subsuelo.	Profesor Asociado	Dirigir actividades académicas, tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.	Investigador Asociado (I)	Geología. Estructural Neotectónica. Hidrogeología Geomorfología Amenazas Geológicas
4	Giovanny Jiménez Díaz	Doctor en Geología	Posdoctor	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso Componente Docente del CEDEDUIS	Docente vinculado a la UIS como profesor de carrera desde el año 2013.	Profesor Asociado	Dirigir actividades académicas, tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.	Investigador Asociado (I)	Estratigrafía Paleomagnetismo Geología Regional Geologia Estructural y del Petróleo

No	Profesor de carrera	Título obtenido	Nivel de formación	Desarrollo pedagógico	Experiencia laboral	Vinculación	Dedicación en el programa de Doctorado en CST	Clasificación como investigador	Líneas de investigación
5	Juan Diego Colegial Gutiérrez	Doctor en Ciencias Geológicas	Doctor	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS. Curso de desarrollo curricular.	Docente vinculado a la UIS como profesor de carrera desde 1990. Dos (2) años geólogo Junior INGEOMINAS. Un (1) año geólogo Junior Aguas Subterráneas ltda.	Profesor Titular	Dirigir actividades académicas y tesis doctoral.		Ingeniería Geológica Ingeniería Ambiental Hidrogeología
6	Luis Carlos Mantilla Figueroa	Doctor en Ciencias Geológicas	Posdoctor	Especialista en Docencia Universitaria Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS.	Geólogo de CARBORIENTE Consultor en Exploración Mineral Colombia. 27 años como docente de planta de la Universidad industrial de Santander. Director de Escuela de Geología.	Profesor Titular (Laureado)	Dirigir actividades académicas, tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.	Investigador Junior (IJ)	Proceso de Interacción Fluido-Roca. Procesos Magmáticos y Metalogenia Asociada
7	Luis Enrique Cruz Guevara	Doctor en Geología	Doctor	Especialista en Docencia Universitaria Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS.	Docente vinculado a la UIS como profesor de carrera desde el año 1984.	Profesor Titular	Dirigir actividades académicas, tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.		Estratigrafía Bioestratigrafía Paleontología Sedimentología Geologia de Campo
8	Mario García González	Doctor of Philosophy in Geology	Posdoctor	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS.	Evaluación de materiales para la construcción, exploracion de minerales para la industria del vidrio y de los materiales cerámicos, exploración y evalkuacion de yacimientos de gas asociado a carbón, determinacion de estados de madurez termal de formaciones generadoras de hidrocarburos, evaluacion deyacimientos de shale gas y de hidratos de gas. Evaluación de cuencas	Profesor Titular	Dirigir actividades académicas, tesis doctoral y participación en proyectos de investigación y actividades de extensión. Coordinador de la Maestría en Geología (2018-2020)		Geoquimíca del Petróleo Petrografía Orgánica Evaluación de Cuencas Sedimentarias Yacimientos no Convencionales en Shales, Coal bed Methane, Hidratos De Gas Estratigrafía y Cartografía

No	Profesor de carrera	Título obtenido	Nivel de formación	Desarrollo pedagógico	Experiencia laboral	Vinculación	Dedicación en el programa de Doctorado en CST	Clasificación como investigador	Líneas de investigación
					sedimentarias. Profesor e investigador de la Escuela de Geología de la UIS.				Cálculo de Recursos de Petróleo y Gas en Cuencas, Plays, y Prospectos.
9	Rocio Bernal Olaya	Ph.D. in Geological Sciences	Posdoctor	Simposio Abet Reuniones de preparación de la aplicación de la metodología de mejora continua para la Escuela de Geología. Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS.	Geóloga Junior en GEMS S.A. Colombia. Geóloga para Conoco Phillips en Estados Unidos. Docente vinculado a la UIS como profesora de carrera desde el año 2017.	Profesor Asistente	Dirigir actividades académicas y codirigir tesis doctoral.		Geofísica Evolución de Cuencas Tectonofísica Evaluación del Sistema Petrolífero
10	Gatsby Emperatriz López Otálvaro	Doctor en Ciencias Geológicas	Posdoctor	Cursos: tablero Blanco Interactivo, debate Científico, el trabajo de la voz y la expresión corporal, mejorar la fluidez al enseñar en una segunda lengua, (ICAP – Innovación Concepción y Acompañamiento en la Pedagogía), Francia. Taller Dirección de Tesis Doctoral, Seminarios cortos "Evaluemos en la virtualidad", Aprendizaje significativo,	Docente de planta de la Escuela de Geología (UIS) desde el 20 octubre 2021. Investigador y docente en Europa durante 14 años (2000-2013) en las Universidades de Coimbra (Portugal), Salamanca, Oviedo, Barcelona, (España), Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC (España), Universität zu Kiel (Alemania), Université Lyon 1, Université Montpellier 2 (Francia), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) de Francia. Docente ocasional e investigadora durante 4 años (2015-2018) en la Universidad Nacional. Docente en EAFIT como	Profesor Auxiliar	Dirigir actividades académicas, tesis doctorales y participar en proyectos de investigación y de extensión.		Micropaleontología, Geoquímica Sedimentaria, Bioestratigrafía, Cronoestratigrafía, Paleoceanografía, Paleoclimatología, Paleo(bio)geografía, Cambio Ambiental, Análisis de ambientes sedimentarios y cuencas en Colombia, Europa y Asia. Gestión documental de la información sísmica. Formulación y Gestión de Proyectos.

No	Profesor de carrera	Título obtenido	Nivel de formación	Desarrollo pedagógico	Experiencia laboral	Vinculación	Dedicación en el programa de Doctorado en CST	Clasificación como investigador	Líneas de investigación
				Formulación y Ejecución de Proyectos, Curso Elementos Teóricos y Prácticos para la Enseñanza y Aprendizaje de Contenidos en Inglés, Curso La Virtualización X Educación a Distancia (Formación docente para la cultura digital y tecnológica en la educación: la mediación e innovación para la transformación pedagógica en el aula). Universidad Nacional de Colombia. Academic Teaching Excellence – ATE - (Medellín), Colombia Teacher Development Certificate, Londres, Reino Unido. Curso "Researcher Connect", Londres, Reino Unido.	Profesor Auxiliar. Seis (6) años de experiencia para la industria de hidrocarburos Exploración en ECOPETROL, ICP, ANH y OUTOKUMPU Minera LTDA (España).				Patrimonio geológico y paleontológico.

Tabla 24. Profesores adscritos a diferentes unidades académicas de la UIS comprometidos con el Doctorado CST.

No	Profesor de carrera	Título obtenido	Nivel de formación	Desarrollo pedagógico	Experiencia laboral	Vinculación	Dedicación en el programa de Doctorado en CST	Clasificación como investigador	Líneas de investigación
1	Dionisio Antonio Laverde Cataño	Ph.D. Centro De Estudios E Investigaciones Técnicas De Guipúzcoa	Doctor	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS. Curso de evaluación Del Comportamiento En Servicio de Mater. Curso Methodologies For Prediction And Assesement Of Cor. Curso Sensores y Sus Aplicaciones Industriales. Curso diseño y Formulación de Políticas y Proyectos.	Ingeniero Pasante en CERRO MATOSO S.A. Colombia Metalúrgico con más de 9 años de experiencia en la industria. Docente vinculado a la UIS como profesor de carrera desde el año 1994.	Profesor Titular	Dirigir actividades académicas, tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.	Investigador Senior (IS)	Recubrimientos Corrosión a alta temperatura Inhibidores y procesos electroquímicos Corrosión en sistemas multifásicos Control de la corrosión en hormigón armado y estructuras enterradas o sumergidas Metalurgia extractiva de metales preciosos Prosesamiento de minerales industriales Biohidrometalurgia Metalurgia extractiva del níquel laterítico Solución de problemas ambientales relacionados con los metales Fenómenos fisicoquímicos superficiales en biomateriales Metrología de Fluídos

No	Profesor de carrera	Título obtenido	Nivel de formación	Desarrollo pedagógico	Experiencia laboral	Vinculación	Dedicación en el programa de Doctorado en CST	Clasificación como investigador	Líneas de investigación
2	Viatcheslav Kafarov	Ph.D. Technishe Universität Merseburg	Doctor	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS.	Docente en la Universidad de Rusa de Tecnología Química D I Mendeleyev. Ingeniero Químico con más de nueve (9) años de experiencia en la industria. Docente vinculado a la UIS como profesor de carrera desde el año 2001.	Profesor Titular	Dirigir actividades académicas, tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.	Investigador Senior (IS)	Modelamiento de procesos catalíticos en petroquímica. Optimización de procesos con énfasis en la protección del medio ambiente
3	Yesid Javier Rueda	Doctor en Ingeniería Qumica	Doctor	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS.	Ingeniero Mecánico y de diseño ASERDIM LTDA. Docente vinculado a la UIS como profesor desde el año 2017.	Profesor Asociado	Dirigir actividades académicas, tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.	Investigador Junior (IJ)	Secado de frutas y residuos Pirolisis de Combustibles y residuos sólidos
4	Ricardo Alfredo Cruz	Doctor en Ciencias Técnicas ,Technische Universitat Wien Austria	Doctor	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS. Curso Reparación inspección de puentes del Ministerio de Transporte. Curso Diseño Antisísmico.	Ingeniero Civil con más de 10 años de experiencia en la industria. Profesor Asistente Universidad Santo Tomas. Docente vinculado a la UIS como profesor de carrera desde el año 1990.	Profesor Titular	Dirigir actividades académicas y participación en proyectos de investigación.	Investigador Asociado (I)	Nuevos materiales para la industria de la construcción Análisis y modelamiento estructural Gestión, Control de calidad en empresas de construcción Estructuras Vulnerabilidad Sísmica
5	Elena Stashenko	Ph.D. en Química, Universitet Druzbi Narodov	Doctora	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS. Curso Teórico	Representante Legal del Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales (CENIVAM), Directora del Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría de Masas CROM-MASS de la UIS. Fundadora y conferencista de la	Profesora Titular Laureada	Dirigir tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.	Investigador Senior (IS)	Determinación de compuestos orgánicos polares en aire. Obtención y caracterización de aceites esenciales y aromas. Transformación catalítica de

No	Profesor de carrera	Título obtenido	Nivel de formación	Desarrollo pedagógico	Experiencia laboral	Vinculación	Dedicación en el programa de Doctorado en CST	Clasificación como investigador	Líneas de investigación
				Practico Preparación de Muestras Ambientales.	Escuela Nacional de Cromatografía en la UIS.				productos naturales. Química teórica. Actividad antioxidante de productos naturales. Peroxidación lipídica. Aceites esenciales. Modelaje molecular. Actividad antioxidante de compuestos orgánicos sintéticos. Análisis de alimentos Análisis petroquímico Análisis forense. Análisis ambiental Productos Naaturales.
6	Martha Patricia Ramirez Pinilla	Doctora en Ciencias Biológicas Orientación Zoolo, Universidad Nacional de Tucumán	Doctora	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS.	Docente vinculado a la UIS como profesora de carrera desde el año 1992.	Profesora Titular	Dirigir actividades académicas, tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.	Investigador Senior (IS)	Biología de la reproducción y el desarrollo. Herpetología
7	Raquel Méndez Villamizar	Doctora en Ciencias Sociales, Universidad de Ámsterdam	Doctora	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS. Curso en	Coordinación General Convenio ECOPETROL – ICPROC. Aseora Regional de proyectos de desarrollo FONADE. Docente vinculado a la UIS desde el año 1996.	Profesora Titular	Dirigir actividades académicas, tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.	Investigador Asociado (I)	Género, cuerpo y cultura Población, Exclusión y Desarrollo Niñez, Juventud y Familia

No	Profesor de carrera	Título obtenido	Nivel de formación	Desarrollo pedagógico	Experiencia laboral	Vinculación	Dedicación en el programa de Doctorado en CST	Clasificación como investigador	Líneas de investigación
				derechos humanos y justicia de género.					
8	Bjorn Reu	P.h.D, en Biología, Universidad De Leipzig	Posdoctor	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS. Curso Trends in Biodiversity: European Ecosystems and Policy. Curso Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry.	Docente vinculado a la UIS en categoría de asociado desde el año 2006.	Profesor Asociado	Dirigir tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.	Investigador Senior (IS)	Conservación de la Biodiversidad Ecología de plantas y ecosistemas Transformaciones en los paisajes socioecológicos de los Andes
9	Corina Buendia Grigoriu	Doctora en Ciencias Naturales, Universidad Johann Wolfgang Goethe de Fráncfort del Meno	Doctora	Curso de Formación docente para la Enseñanza Apoyada en TIC's. Curso componente Docente del CEDEDUIS.	Investigador Ph. D, Dirección Centro de Investigación la Suiza, Corpoica, Santander, Colombia. Investigadora postdoctoral en el grupo Ecological Modeling en el proyecto Visions of Nature, Future Africa, Bayreuth Academy of Advanced African Estudios, Universidad de Bayreuth, Alemania. Asistente de investigación en el grupo de Teoría y Modelado de la Biosfera. Max Planck Instituto de Biogeoquímica, Jena, Alemania. Scientific Researcher AGROSAVIA - Corporación colombiana de investigación agropecuaria.	Profesora Asociada	Dirigir tesis doctoral y participación en proyectos de investigación.	Investigador Junior (IJ)	Medio Ambiente.

8.3 ASIGNACIÓN Y GESTIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PROFESORES

Descripción de los procesos de formulación, seguimiento y evaluación de la asignación de las actividades de los profesores

El Reglamento del Profesor[69] de la Universidad Industrial de Santander, establece que para el cumplimiento de su misión el profesor de la Universidad desarrollará actividades de docencia, investigación, extensión, administración y dirección universitaria. La docencia se desarrolla en forma directa e indirecta.

La actividad docente se cuantifica en puntos de actividad docente (PAD). Para efectos de la cuantificación de la actividad docente, se asignará un (1) PAD por hora dedicada a cada una de las actividades de docencia directa.

Las actividades de docencia directa incluyen:

- Dirección de actividades académicas. (1 PAD)
- Consultoría, asesoría y tutoría a estudiantes. (1 PAD)
- Enseñanza, dirección y supervisión personal a grupos de estudiantes en laboratorios, talleres, campos deportivos, escenarios, centros de prácticas y demás lugares debidamente programados por la Universidad. (1 PAD)
- Discusión, exposición y análisis con participación de estudiantes y profesores en seminarios. (1 PAD)
- Dirección y calificación de trabajos de grado. (Los PAD varían por niveles de formación, según se describe abajo)
- Revista de pacientes, interconsultas, revisión de temas propuestos, consulta externa, intervenciones quirúrgicas y demás labores asistenciales específicas en lugares debidamente autorizados por la Universidad con participación de estudiantes. (1 PAD)

Todo profesor de carrera deberá ejercer docencia directa en cada período académico.

Las actividades de docencia indirecta incluyen:

- Dirección de Centros de Investigación.
- Participación en comités curriculares y académicos. Comités Editoriales de revistas y publicaciones técnicas y científicas, debidamente autorizados por la Universidad.
- Participación solicitada por la Universidad en proyectos de reforma académica, administrativa, programas de extensión, educación continuada y otros.

[69] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. CONSEJO SUPERIOR. Reglamento del Profesor (compilación de normas vigentes a junio de 2010). Art. 2

La actividad docente del profesor tendrá en cuenta la responsabilidad de las escuelas, departamentos o programas con los planes de investigación, educación continua y extensión que éstos atiendan dentro y fuera de la Universidad.

Para efectos de la cuantificación de la actividad docente en cada período académico, se asignarán las siguientes ponderaciones por dirección de proyectos de grado, monografías y tesis de posgrado:

- Trabajos de grado y monografía: 1 PAD por la dirección de cada trabajo.
- Trabajos de grado en Especializaciones Médico-Quirúrgicas: 2 PAD por la dirección de cada trabajo.
- Tesis de Maestría: 3 PAD por la dirección de cada Tesis.
- Tesis Doctoral: 4 PAD por la dirección de cada Tesis.

Para efectos de la cuantificación de la actividad docente en cada período académico, se asignarán las siguientes ponderaciones por actividades de investigación y docencia indirecta:

- Dirección de proyectos de investigación, durante el tiempo previsto para su ejecución:
  - Financiadas por entidades externas, 4 PAD
  - Financiadas por los CAIF de la universidad, 3 PAD
- Co- dirección de proyectos de investigación: 2 PAD por cada proyecto, durante el tiempo previsto para su ejecución.
- Participación regular en comités curriculares y académicos debidamente autorizados por la Universidad: 1 PAD
- Dirección de comités editoriales de revistas y publicaciones técnicas y científicas: hasta 2 PAD, dependiendo de la periodicidad de la publicación.
- Participación regular en proyectos de extensión universitaria y asesoría a entidades externas debidamente autorizadas por la Universidad y sin remuneración adicional hasta 3 PAD.
- Participación solicitada por la Universidad en proyectos de reforma académica, administrativa, programas de extensión, educación continuada y otros hasta 2 PAD.

Un profesor de tiempo completo debe registrar como mínimo 20 PAD y 40 horas semanales de trabajo. Sin perjuicio de la libre iniciativa personal, la Universidad establece un marco de opciones para el desempeño del profesor en diferentes actividades, según su categoría en el escalafón docente:

a) El profesor en las categorías de Auxiliar y Asistente le compete participar en actividades de perfeccionamiento docente, docencia directa e indirecta, investigación y extensión.

b) Al profesor asociado, además de las funciones de docencia directa e indirecta, investigación y extensión, le compete participar y dirigir actividades de planeación curricular, asesoría académica a los profesores de menos experiencia y desempeñar los cargos de representación profesoral y dirección académica y administrativa previstos en el Estatuto General y los reglamentos de la Universidad.

c) Al profesor Titular, además de las funciones asignadas al Profesor asociado, le compete servir de consultor de la institución en la definición de políticas generales y de máximo exponente de la producción cultural, científica y tecnológica de la Universidad ante la comunidad nacional e internacional[70]

Las actividades docentes que debe cumplir un profesor durante cada período académico, se establecen de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- El Director de Escuela programará las actividades de docencia directa e indirecta de cada uno de los profesores.

- El profesor ingresa al sistema, verifica las actividades, registra el horario semanal y realiza el reporte de la actividad académica por medio del "Sistema para el Registro de la Actividad Académica". Este sistema permite consultar en línea las actividades académicas asignadas, los trabajos de grado, los trabajos de investigación, las actividades académico-administrativas, y otras actividades asignadas a cada profesor. Las actividades que podrán ser registradas son aquellas que se encuentren con fechas vigentes en el momento de diligenciamiento del formulario de la actividad académica. De acuerdo con la normatividad vigente, Acuerdo del Consejo Superior No. 003 de 2018, el plazo máximo para el registro de las actividades de los profesores en el Módulo para el Registro de la Actividad Académica, será hasta la finalización de la primera semana de haber iniciado las clases.

- El profesor envía la actividad académica diligenciada al Director de Escuela, quien es el encargado de verificar el cumplimiento de la normatividad correspondiente y de la programación acordada previamente con el profesor.

- El Director de Escuela, envía el formulario de Actividad Académica al Decano, quien es el encargado de verificar el cumplimiento de la normatividad correspondiente.

- El Decano después de verificar el cumplimiento de la normatividad, aprueba la actividad académica y ésta será considerada norma de trabajo para el semestre académico correspondiente. El plazo máximo para la aprobación definitiva será hasta la finalización de la tercera semana de haber iniciado las clases del respectivo período académico, según las fechas establecidas en el calendario académico.

[70] CONSEJO SUPERIOR, Universidad Industrial de Santander. Acuerdo No. 063 de 1994. Reglamento del Profesor. (Compilación de Normas Vigentes a junio de 2010). Título IV, Título V, Capítulo IV.

Cobertura prevista de las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión del programa académico, relacionadas con el grupo de profesores

Como se mencionó anteriormente, la Universidad Industrial de Santander tiene dispuesto un sistema de asignación de actividad académica que favorece el cumplimiento de los compromisos misionales institucionales y de cada programa académico; los profesores de la Universidad Industrial de Santander deben registrar una actividad académica semestral en la que deben proponer el desarrollo de actividades académicas, investigativas, de extensión y administración que, como prioridad, deben cubrir las necesidades de los programas de pregrado y posgrado de la Escuela a la que estén adscritos.

El Doctorado en CST sustenta sus labores formativas y académicas en docentes de carrera adscritos principalmente a la Escuela de Geología y a otras Unidades académico-administrativas. Las labores científicas son apoyadas por los grupos de investigación de soporte y por los profesores que desarrollan proyectos de investigación y extensión aplicada. Las labores culturales y de extensión se abordan desde el macro currículo y corresponde a la unidad académica la realización de las actividades que promueven la identidad y cultura.

8.4 PERMANENCIA, DESARROLLO Y CAPACITACIÓN PROFESORAL

En la UIS la selección de profesores tiempo completo está regida por el reglamento para la selección de profesores, aprobado por Acuerdo No. 091 de 2011 del Consejo Superior [71]y modificado parcialmente por los acuerdos del Consejo Superior No. 099 de 2012, No. 016 de 2013 y No. 039 de 2017. En dicho reglamento se definen tres (3) modalidades:

- **Vinculación como Profesor Ocasional**: en esta modalidad hay tres variantes, descritas a continuación.
  - Profesor Ocasional Especial: solo pueden contratarse hasta por un año y su vinculación no es renovable.
  - Profesor Ocasional Temporal: solo pueden contratarse hasta por un año y su vinculación no es renovable.
  - Profesor Ocasional de Sede Regional: los profesores contratados en esta modalidad se contratan por 11.5 meses y pueden volver a contratarse tantas veces como se necesiten.
- **Concurso de jóvenes talentos.**
- **Concurso general.**

Una vez los profesores son seleccionados, su relación con la Universidad queda regulada por el reglamento del profesor, aprobado por el Consejo Superior por Acuerdo No. 063 de 1994[72], donde se definen, además de los detalles de la relación del profesor con la Universidad, las

[71] Acuerdo No. 091 de 2008, *Op. cit*., p. 57.
[72] Acuerdo No. 063 de 1994, *Op. cit*., p. 49.

políticas para el perfeccionamiento y actualización docente, así como los detalles de escalafón y tenencia. Para los profesores de carrera existe un periodo de prueba, el cual está regulado por el Acuerdo No. 059 de 2008 del Consejo Superior[73].

El perfeccionamiento y actualización docente se desarrollan en la UIS por varios mecanismos:

- Plan de formación profesoral, el cual es presentado por las Escuelas, avalado por los Consejos de Escuela, Facultad, Académico y aprobado por el Consejo Superior.
- Formación en docencia.
- Estancias posdoctorales.
- Año sabático.

Para la formación en docencia, el Consejo Superior de la UIS creó, por Acuerdo No. 060 de 1982 [74], el Centro para el Desarrollo de la Docencia, CEDEDUIS, el cual ofrece cursos de capacitación pedagógica y cuenta con la Especialización en Docencia Universitaria.

La formación en docencia es parte integral de los requisitos para subir en el Escalafón Docente, según lo descrito en el Artículo 5 del Acuerdo No. 95 de 2005 del Consejo Superior[75], donde se establece que para el cambio de categoría se requiere acreditar participación en procesos de mejoramiento en las competencias para la docencia universitaria.

En el Reglamento del Profesor, Título V, Capítulos II, III y IV, se define el escalafón docente como un sistema para la clasificación de profesores de acuerdo con sus méritos académicos, su producción intelectual y su antigüedad, esto está acorde a lo establecido en el Artículo 82 del Estatuto General de la Universidad y con el Decreto 1279 de junio 19 de 2002[76] de la Presidencia de la República. Adicionalmente, en el Acuerdo No. 88 de 1990 del Consejo Superior[77] se reglamenta el escalafón docente para los profesores del régimen antiguo (no acogidos al Decreto 1444 de 1992), y el Acuerdo No. 095 del 12 de diciembre de 2005 para el caso de los docentes acogidos al Decreto 1279 de 2002. Mientras que, para los profesores de cátedra, el escalafón docente se encuentra definido en su respectivo reglamento así: Profesor Cátedra Auxiliar, Profesor Cátedra Asistente, Profesor Cátedra Asociado y Profesor Cátedra Titular. Esta categorización es completamente independiente del escalafón docente de los profesores de planta de la Universidad.

[73] Acuerdo No. 059 de 2008, del Consejo Superior. Normatividad para el periodo de prueba del personal docente. Tomada de: https://www.uis.edu.co/webUIS/es/concursoDocente/concursoDocente2015/documentos/normatividad/Reglamento_Evaluacion_Periodo_Prueba_AS_59_2008.pdf.
[74] Acuerdo No. 060 de 1982, del Consejo Superior. Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS. Universidad Industrial de Santander.
[75] Acuerdo No. 095 de 2005, del Consejo Superior. Se modifica el Escalafón Docente. Universidad Industrial de Santander.
[76] Decreto 1279 de 2002. Régimen salarial y prestacional de los docentes de las Universidades Estatales.
[77] Acuerdo No. 88 de 1990, del Consejo Superior. Reglamente el Escalafón del Personal Docente. Universidad Industrial de Santander.

Descripción de estrategias y acciones que promuevan la permanencia de los profesores

La Universidad cuenta con políticas y estrategias institucionales en materia de desarrollo integral de los profesores para el perfeccionamiento y la actualización docente en temas disciplinares o profesionales y pedagógicos; de este modo, "el profesor de la Universidad tiene derecho a participar en programas de estudios avanzados, actualización de conocimientos, perfeccionamiento docente y desarrollo humanístico, científico, técnico o artístico, de acuerdo con los planes y políticas institucionales y con sus propios intereses". Los planes Institucionales de formación de profesores deben incluir áreas temáticas, cuantificación de necesidades, prioridades y cronogramas, son formulados por las unidades con el fin de responder a las necesidades de desarrollo e incrementar la pertinencia social de los programas académicos. La aprobación por parte del Consejo Superior de este plan de formación implica el compromiso institucional de apropiar los recursos económicos para posibilitar el cumplimiento de este, de modo que sea posible responder con los compromisos de alta calidad de formación que le corresponde a la UIS como institución de educación superior.

Asimismo, la participación en el programa dirigido a profesores de planta de la Universidad[78] con el propósito de fortalecer el desarrollo de una lengua extranjera (inglés, francés, portugués, alemán) en la oferta de cursos de 40 horas hasta alcanzar el nivel B2 según el Marco Común Europeo.; también se cuenta con la actualización del Reglamento de Comisión de Estudios para los profesores inscritos en el Escalafón Docente de la Universidad[79], estableciendo un marco normativo actualizado, que amparado en la autonomía universitaria, promueve el acceso a las comisiones en condiciones favorables para los profesores; por otra parte, a nivel institucional se emitió la reglamentación de las Comisiones para las Estancias Posdoctorales (CpEP)[80] otorgando a los profesores, además de los derechos salariales y prestacionales, auxilios financieros con el fin de apoyar la realización de las actividades de investigación y el sostenimiento del profesor fuera de la Universidad; y la reglamentación de las Comisiones para Pasantías en Empresas para profesores de carrera (CpPE)[81] facilitando que los profesores tengan experiencias de interacción en contextos empresariales, que les permitan fortalecer las competencias docentes y profesionales, contribuir al desarrollo empresarial y al establecimiento de redes de colaboración con el sector productivo. La incorporación de estas estrategias y acciones tienen como prioridad propender por la calidad de los profesores y favorecer la permanencia.

Descripción de los procesos para la capacitación de los profesores

Para propiciar la capacitación profesoral, la UIS ofrece formación pedagógica a través del Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS (CEDEDUIS). Esta es una unidad adscrita a la Vicerrectoría Académica, que tiene como funciones: fomentar, promocionar, fortalecer y ejecutar programas de formación docente con miras al mejoramiento continuo de los procesos

[78] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N° 055 de 2014.
[79] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 086 de 2016.
[80] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 023 de 2017
[81] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 017 de 2019

pedagógicos y acompañar procesos de diseños, rediseños y evaluación curricular. Cabe señalar la creación y reglamentación de la Cátedra Pedagógica CEDEDUIS, como un espacio académico institucional para facilitar la interacción y disertación entre los profesores de las diferentes escuelas y sedes regionales sobre temáticas de actualidad e interés en pedagogía e investigación.

Algunas acciones que ofrece CEDEDUIS se relacionan con: capacitaciones en TIC, acompañamiento en el plan de mejoramiento de los profesores cuando éstos en su evaluación docente obtienen un promedio inferior a 70 puntos, uso de la plataforma Moodle, entre otros.

En adición, la Universidad establece el relevo generacional, el cual es planeado según las necesidades del Programa, las cuales surgen a partir de la renuncia o jubilación de los profesores. Éstas se suplen con profesores de planta nuevos. Dentro de las políticas institucionales para el relevo generacional se contempla la vinculación de jóvenes talentos, es decir, profesionales recién graduados que por su alto desempeño académico y deseo de integrarse como docentes se les brinda esa oportunidad.

Plan de desarrollo y capacitación de los profesores para los próximos siete (7) años

Para los próximos siete (7) años el programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, presenta en la Tabla 25 el plan de desarrollo y capacitación de los profesores de acuerdo con el tipo de vinculación y dedicación

Tabla 25. Plan de desarrollo y capacitación de los profesores para la vigencia del registro calificado.

Actividades	Estrategias / acciones	Responsable	Recursos*
Plan Institucional de Formación de Profesores	Elaborar la proyección del plan institucional de formación de profesores teniendo en cuenta las necesidades del programa.	Director	Recurso humano, físico y financiero.
Cursos internacionales de actualización en Instituciones o Entidades de carácter académico - científico	Se presentan póster relacionados con investigaciones en curso para fines de facilitar la retroalimentación científica.	Profesores del Programa	Recursos de los proyectos de investigación a cargo de los profesores, Recursos de la Escuela de Geología. Recursos institucionales.
Programas de capacitación en relación con la nueva normatividad del Ministerio de Educación Nacional (MEN)	Dirigir a los profesores de la Escuela con el propósito de que la comunidad conozca e interiorice toda la normatividad y promueva la participación de los profesores en actividades curriculares cuando se requiera.	Director	Profesional con experticia en el tema. Espacio físico o virtual (establecer plataforma) para realizar el encuentro. Logística para organizar el programa, en conjunto con CEDEDUIS.
Acompañamiento a procesos curriculares	Organizar actividades para la formación en procesos curriculares de acuerdo con la nueva normativa del MEN.	Coordinador (a) del Posgrados	Profesional con experticia en el tema. Espacio físico o virtual (establecer plataforma) para realizar el encuentro. Logística para organizar el programa, en conjunto con CEDEDUIS.

Actividades	Estrategias / acciones	Responsable	Recursos*
Promoción de los programas ofrecidos por CEDEDUIS	Estimular y socializar los diferentes programas que ofrezca el CEDEDUIS con el propósito de que los profesores sigan fortaleciendo la formación en diferentes ámbitos, desarrollen competencias digitales y capacidad de crear e innovar en las metodologías.	Director	Las plataformas institucionales para socializar la información.
Promover el uso de la Plataforma Altissia	Desarrollar competencias en lengua extranjera para los profesores del programa.	Director	Plataforma ALTISSIA

* Los recursos pueden ser financieros, físicos y humanos.

Fuente: elaboración propia.

8.5 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PROFESORES

De acuerdo con el Artículo 2° del Reglamento del Profesor aprobado mediante Acuerdo No. 063 del 5 de octubre de 1994 [82], el profesor de la Universidad Industrial de Santander es la persona natural que está vinculada laboralmente a la institución, para desempeñar y promover con excelencia, funciones de docencia, investigación y extensión, orientadas al logro misional institucional.

La Universidad establece que una vez se ha cumplido el proceso de vinculación se realice un proceso de evaluación del primer año de servicio de los profesores de carrera. Este proceso de evaluación consiste en un período de prueba, durante el cual el profesor llevará a cabo su proceso de adaptación a la institución y asumirá una postura frente a la misión y el Proyecto Institucional de la Universidad. Asimismo, tendrá un primer momento para la cualificación, mejoramiento en las competencias para la docencia universitaria y se vinculará a un grupo de investigación existente[83]. Para lograr estas metas se da un acompañamiento en el diseño del proyecto docente, el cual se desarrolla durante el período de prueba.

Los profesores vinculados reciben formación sobre los principios y las políticas del Proyecto Institucional, el diseño de actividades académicas por competencias, la mediación del aprendizaje, el manejo de Tecnología de la Informática y la Comunicación (TIC) y de bases de datos bibliográficas como apoyo a los procesos académicos.

El modelo de evaluación del desempeño del docente busca conocer la calidad del trabajo del profesor en el cargo y como parte del mejoramiento continuo[84]. Este modelo considera la valoración de la actividad del profesor en relación con el dominio del saber, la formación para la investigación, el potencial de comunicación, la capacidad para integrar al estudiante a la vida

[82] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo No. 63 de 1994. Reglamento del Profesor. Universidad Industrial de Santander.
[83] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N.° 040 de 2021.
[84] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N.° 027 de 1996.

institucional y formarlo como persona y ciudadano. En la evaluación participan los estudiantes, los profesores y el Director de Escuela conforme a lo reglamentado por la Universidad[85] y por medio de formularios de evaluación docente[86].

Buscando el mejoramiento continuo del proceso educativo, el Consejo Académico estableció, a partir del 2008, que los profesores que hayan obtenido en los últimos tres procesos de evaluación un promedio inferior a 70 puntos deben analizar dichos resultados y, si es pertinente, definir un plan de mejoramiento docente.

Los resultados de la evaluación docente se tienen en cuenta en el ingreso y ascenso en el escalafón docente, en la evaluación de la tenencia, en el otorgamiento de estímulos y distinciones y en la formulación de políticas de corrección y mejoramiento de su desempeño[87].

Estrategias de evaluación docente de los profesores del programa:

Artículo 57. La evaluación del desempeño docente hace parte del proceso de evaluación institucional y se concibe como un sistema de apreciación de la calidad del trabajo del profesor en el cargo y de su potencial de desarrollo.

Artículo 58. El Consejo Académico establecerá las políticas generales de evaluación del desempeño docente y la reglamentación respectiva en cuanto a los entes encargados de realizar el proceso, los periodos de evaluación, los procedimientos y los instrumentos para realizarlo.

Artículo 59. El profesor participará en la evaluación de su desempeño y en el proceso de evaluación institucional y deberá ser informado oportunamente acerca de los resultados.

Parágrafo. La evaluación del desempeño docente es condición necesaria para el trámite de los eventos referidos en este artículo.

Artículo 61. Los resultados de la evaluación del desempeño docente serán analizados por los Consejos de Escuela, de Facultad y Académico para la formulación de políticas y planes de desarrollo y perfeccionamiento académico a nivel institucional.

Fortalecimiento de las competencias genéricas, pedagógicas y aquellas que la Institución defina

La Universidad Industrial de Santander cuenta con el Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS (CEDEDUIS), unidad académica y administrativa dependiente de la Vicerrectoría Académica, cuyas funciones principales son "dirigir y evaluar el proceso permanente de análisis y renovación curricular" y "responder por el mejoramiento continuo de los procesos pedagógicos

[85] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N.° 063 de 1994. CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N.° 027 de 1996.
[86] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo N.° 036 de 2007.
[87] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N.° 166 de 1993. Estatuto General. Artículo 60.

mediante el fomento, la promoción, el fortalecimiento y la ejecución de programas de capacitación docente", según se estipula en el Acuerdo del Consejo Superior No 57 de 1994.

El CEDEDUIS aporta, de manera permanente, a la formación de docentes en la Institución, a través de programas de formación que van desde posgrados, talleres, actividades y procesos específicos solicitados. A continuación, se presentan los programas que ofrece el CEDEDUIS para fortalecimiento de las competencias pedagógicas y digitales de los docentes:

a) En cuanto a formación en competencias genéricas:

- Cátedra UIS Profesores: El CEDEDUIS desarrolla el componente de identidad institucional en el programa de inducción a profesores de reciente vinculación.

b) En cuanto a formación en competencias pedagógicas:

- Especialización en Docencia Universitaria: con objetivo de ofrecer un espacio para que los profesores universitarios construyan un saber pedagógico que les permita conocer, comprender y transformar su práctica docente.

- Cursos de Perfeccionamiento Docente: en cumplimiento de sus funciones misionales, el CEDEDUIS, responde por el mejoramiento continuo de los procesos pedagógicos mediante el fomento, la promoción, el fortalecimiento y la ejecución de programas de capacitación docente.

- Acompañamientos a procesos de diseño, rediseño y evaluación curricular: en cumplimiento de sus funciones misionales, el CEDEDUIS acompaña a los programas académicos en procesos de creación, diseño y rediseño de programas curriculares.

Por otra parte, con el propósito de que los profesores del Doctorado tengan conocimiento de los programas que se ofertan, la dirección de la Escuela de Geología en reunión de claustro de profesores divulgará aquellos programas o actividades ofrecidas por el CEDEDUIS de tal manera que los profesores puedan acceder a fortalecer sus competencias, igualmente, se enviarán por correo electrónico invitaciones a participar en los cursos de actualización ofertados en la escuela y por entidades externas.

Consolidación de las habilidades sociales, comunicativas y digitales que le permitan al profesor interactuar con los estudiantes y propiciar su proceso de aprendizaje

Competencias digitales

Asesoría en la creación, actualización y mantenimiento de aulas virtuales de aprendizaje: en virtud del Acuerdo de Consejo Superior No. 051 de 2009, y el Acuerdo de Consejo Académico No. 277 de 2011, el CEDEDUIS apoya el uso de estrategias didácticas que requieran el uso de TIC en el proceso de formación, a través de la plataforma Moodle, garantizando el soporte técnico y el talento humano capacitado, para atender las propuestas generadas desde cada una de las Unidades Académicas y Administrativas de la Universidad.

Curso de formación docente para la enseñanza apoyada con TIC: tiene como finalidad el fortalecimiento de conocimientos y habilidades relacionadas con esta temática, en el marco de las exigencias del contexto, tras la implementación del trabajo en presencialidad remota.

Ahora bien, en cuanto a la formación en competencias disciplinares de los profesores, la Universidad Industrial de Santander cuenta con el Plan de Formación docente, mediante el cual se planea y, eventualmente, otorga comisiones de estudios (descarga de tiempo parcial o completo con salario fijo) para el curso de estudios doctorales o posdoctorales de los docentes.

Finalmente, para el desarrollo de una segunda lengua, los docentes de la Universidad tienen acceso gratuito a los cursos que ofrece el Instituto de Lenguas institucional y la plataforma ALTISSIA; el Instituto y la plataforma cuentan con cursos de inglés, francés, portugués, italiano, alemán y, adicionalmente, español como lengua extranjera.

Medios para que los profesores creen comunidades de aprendizaje y fortalezcan redes para soportar la investigación e innovación

Los profesores del Doctorado pueden participar de los programas de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión descritos en el portafolio, correspondientes a una estrategia de apoyo institucional para la consolidación de procesos de investigación, extensión e innovación. En este portafolio se encuentran programas que apuntan, particularmente, a la creación de comunidades y el fortalecimiento de redes de los docentes; a continuación, se describen algunos programas del portafolio 2022:

- Programa de apoyo a estancias posdoctorales: se convoca a los grupos de investigación a presentar candidatos para concursar por un apoyo económico para realizar una estancia posdoctoral en la Universidad Industrial de Santander.

- Programa de apoyo a la movilidad de profesores: se apoya la participación de profesores en eventos académicos nacionales e internacionales, como estrategia para fomentar su vinculación a las diferentes comunidades científicas, nacionales y extranjeras, con el propósito de visibilizar la investigación científica de la Universidad Industrial de Santander.

- Programa de apoyo a eventos científicos académicos de carácter internacional: estrategia de apoyo a la difusión y divulgación de los resultados de las investigaciones nacionales e internacionales a la comunidad académica de la UIS y al público en general con el propósito de Fomentar el intercambio de experiencias científicas con expertos de impacto internacional que permita el establecimiento y la consolidación de redes de cooperación.

- Programa de apoyo a la gestión y cofinanciación de propuestas de investigación ante entes externos: cofinanciación de aquellos proyectos que requieren apoyo con aportes en efectivo en el caso en que la entidad financiadora lo exija en sus términos de referencia. Para propuestas que sean presentadas a convocatorias externas internacionales organizadas por instituciones de reconocido prestigio científico o académico, con el propósito de incrementar la oportunidad de participar con propuestas de investigación UIS en

convocatorias ofertadas por entes externos de financiación que indican como requisito habilitante el aporte de contrapartida en efectivo por parte de la entidad proponente.

Evaluación de la trayectoria académica de los profesores del programa vinculados a procesos de investigación, la institución deberá considerar el tipo de producto de investigación y su clasificación, la participación en proyectos de investigación y la experiencia en dirección de trabajos de investigación y/o tesis doctorales

En relación con la evaluación del desempeño docente, el programa implementará lo dispuesto en el Reglamento del Profesor, el cual establece el marco de referencia en los artículos 57 a 61. La evaluación del desempeño docente hace parte del proceso de evaluación institucional y se concibe como un sistema de apreciación de la calidad del trabajo del profesor en el cargo y de su potencial de desarrollo.

Los resultados de la evaluación de desempeño docente se tienen en cuenta en el ingreso y ascenso en el escalafón docente, en la evaluación de la tenencia, en el otorgamiento de estímulos y distinciones y en la formulación de políticas de corrección y mejoramiento de su desempeño. La evaluación docente es un mecanismo de seguimiento a los procesos educativos que tiene lugar al interior de la Institución, que permite conocer el estado de estos y emprender acciones para su mejoramiento oportuno. La evaluación se realiza de manera semestral en las fechas establecidas institucionalmente. En ésta se indaga sobre las estrategias utilizadas por el profesor para orientar la búsqueda y apropiación del conocimiento; sobre su compromiso por propiciar ambientes de diálogo, comunicación y habilidades propias de la profesión; el fomento a la participación de actividades institucionales; el respeto en la relación estudiante-docente atendiendo los reglamentos universitarios, entre otros. Los resultados son publicados en la intranet de la Universidad, por lo que el docente tiene acceso a ellos fácilmente. Los resultados son presentados al pleno de los profesores a fin de que sean discutidos y analizados, y en caso de ser necesario, se conviertan en el insumo principal para la formulación de planes de mejoramiento docente, donde el profesor construye compromisos en los factores contemplados por la evaluación docente y define fechas límites para el cumplimiento de los mismos, con el propósito de mejorar su actividad docente evidenciándolo en el ciclo enseñanza-aprendizaje y en las próximas evaluaciones.

Adicionalmente, para la evaluación y el reconocimiento de la productividad intelectual de los profesores de carrera se tiene:

- Para profesores no acogidos al Decreto 1279: el Reglamento de Evaluación de la Producción Intelectual[88] y los lineamientos generales para la evaluación de la producción intelectual[89]

[88] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Consejo Académico. Acuerdo N° 065 de 1989.
[89] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Consejo Académico. Acuerdos N° 040 de 1999, N° 193 de 1999, N° 015 de 2001 y N° 307 de 2008.

- Para profesores del régimen 1279: los Acuerdos del Consejo Superior No. 31 de 2003, No. 076 de 2005, No. 093 de 2008 y No. 92 de 2015 establecen los criterios para la evaluación de la producción intelectual y los puntos que se reconocen para salario y bonificación, entre otros.

La aplicación de estas normas está a cargo del Comité Interno de Asignación y Reconocimiento de Puntaje (CIARP).

9. MEDIOS EDUCATIVOS

9.1 SELECCIÓN Y COBERTURA DE MEDIOS EDUCATIVOS

Dotación requerida por ambiente de aprendizaje para el desarrollo de las actividades que soportarán el proceso formativo

Recursos Bibliográficos en la UIS

La Universidad Industrial de Santander cuenta con una Biblioteca que está adscrita a la Vicerrectoría Académica y que apoya las actividades académicas de la Universidad. La Biblioteca está dotada con material bibliográfico actualizado, dentro de los que se encuentra material formato papel y recursos electrónicos de alta calidad que abarca todas las áreas del conocimiento: áreas de Ciencias, Ciencias Humanas, Tecnología e Ingenierías.

La Biblioteca ofrece a toda la comunidad universitaria los siguientes servicios:

- Salas de lectura.
- Consulta de material bibliográfico a través de: a. Colecciones existentes en la biblioteca. b. El sistema Integrado de Información de Biblioteca. c. Recursos Electrónicos.
- Referencia: orientación y asesoría al usuario en la búsqueda y suministro de fuentes de información bibliográfica.
- Préstamo de material bibliográfico.
- Bibliografía: suministro de listados referenciales sobre temas específicos.
- Difusión de información mediante servicio de alertas o diseminación selectiva sobre recientes adquisiciones.
- Conmutación bibliográfica: permite la recuperación de información existente en otras unidades de información o centros de investigación especializados. Se mantienen convenios de intercambio de información bibliográfica con instituciones a nivel internacional tales como ICYT-CINDOC, BRITISH LIBRARY, INIST, REPIDISCA, CEPIS y PATENT TRADEMARK y a nivel nacional, con todas las instituciones de educación superior y centros de investigación.
- Consulta bases de datos: se ofrece a los usuarios una plataforma tecnológica que les permite consultar y almacenar información en medios magnéticos o en papel, de una amplia oferta de recursos electrónicos (revistas, libros, normas, conferencias, patentes, entre otras) en formato CD-ROM o con acceso ON-LINE.

- Difusión de información: la Biblioteca informa a la comunidad, acerca de la documentación recibida mediante:
  - Alerta Informativa: Divulgación masiva del material bibliográfico de reciente adquisición, a través de medios tradicionales como boletines, periódicos, fotocopias, exhibición del material y de tablas de contenido; y por medio de tecnologías informáticas como la página Web o por correo electrónico.
  - Diseminación selectiva de información (D.S.I.): Programa orientado a informar a los investigadores y personas que adelantan proyectos especiales, acerca del nuevo material bibliográfico recibido sobre temáticas de su interés. La Biblioteca selecciona, evalúa, recupera y organiza la información para cada usuario, de acuerdo con un perfil previamente establecido.

- Formación de usuarios: con este programa se busca generar espacios de cualificación y capacitación de los usuarios en lo referente al manejo de información con fundamento en nuevos enfoques pedagógicos, de forma tal que la biblioteca se constituya en apoyo a la academia para la apropiación de conocimiento. Se brinda mediante cursos de inducción para estudiantes de primer nivel, seminarios-talleres de nivel avanzado en el manejo de fuentes y herramientas de búsqueda bibliográfica y cursos organizados según necesidades específicas de grupos de usuarios. Estos programas se realizan en el auditorio de la biblioteca, adecuado logísticamente para este fin.

- Préstamo interbibliotecario: sistema de préstamo externo que proporciona la biblioteca a otras unidades de información, de acuerdo con convenios previamente establecidos y con procedimientos normalizados. Los usuarios de la biblioteca UIS también reciben este beneficio. Los usuarios pueden solicitar material bibliográfico a aquellas instituciones que hacen parte del convenio UNIRED.

La Biblioteca central se encuentra ubicada en el campus principal, y en varias satélites, localizadas en la Facultad de Salud y en cada una de las sedes regionales. Tiene organizado su material bibliográfico en diferentes colecciones, así:

- General, que comprende aquellos libros con información de tipo científico, técnico y humanístico.
- Reserva, que corresponde a textos básicos recomendados por los profesores de la universidad para el desarrollo de las actividades académicas.
- Referencia, con obras que permiten obtener información rápida, breve y exacta sobre determinado tema, tales como diccionarios, enciclopedias, manuales y atlas.
- Trabajos de grado, que comprende tesis, trabajo de investigación o de aplicación, monografías y trabajos de grado presentados por los estudiantes de posgrado y pregrado para optar a un título.
- Publicaciones seriadas, donde se encuentran publicaciones periódicas como revistas, índices, abstracts y periódicos, entre otros.

- Colecciones especiales, que comprenden material bibliográfico correspondiente a bibliografías, directorios, folletos, reportes, anuarios, normas y catálogos, entre otros.

Los recursos bibliográficos con que cuenta la Biblioteca de la UIS para cada área pueden consultarse en la Tabla 26.

Tabla 26. Recursos bibliográficos UIS, 2022.

Áreas de Conocimiento	Colecciones	Existencias (Ejemplares)	Recursos Electrónicos (Títulos)
Ciencias Básicas	General	19396	222.237
	Reserva		
	Referencia		
	Trabajos de grado	4.648	
	Publicaciones seriadas	843	
	Especiales	0	
Ciencias Aplicadas	General	24605	232.698
	Reserva		
	Referencia		
	Trabajos de grado	28.750	
	Publicaciones seriadas	1.102	
	Especiales	0	
Ciencias Sociales y Humanas	General	46887	225.415
	Reserva		
	Referencia		
	Trabajos de grado	7.156	
	Publicaciones seriadas	624	
	Especiales	0	
Ciencias de la Salud	General	10538	226.622
	Reserva		
	Referencia		
	Trabajos de grado	1.265	
	Publicaciones seriadas	552	
	Especiales	0	

Fuente: Biblioteca UIS, diciembre 2021.

Específicamente como apoyo al Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, existe en la Biblioteca Central, la sala de base de datos. Esta sala es una sección de biblioteca creada a partir de la necesidad de ofrecer nuevas alternativas para el acceso, búsqueda, recuperación y diseminación de la información, acorde con la generación de nuevos modelos comunicativos y la implantación de tecnologías de punta. Posee la infraestructura tecnológica necesaria para que los usuarios consulten y obtengan la información de una gran cantidad de material bibliográfico (revistas, libros, normas, conferencias) cuyos contenidos se encuentran almacenados en formato CD-ROM o pueden ser consultados por Internet.

La sala de bases de datos ofrece al usuario:

- Colección de hemeroteca.
- Servicios de información remotos.

- Variedad de programas de ayuda para que el mismo usuario acceda la información que desea.
- Oferta variada y plural de información.
- Orientación en la búsqueda de información.
- Rapidez y agilidad para obtener la información.
- Obtención de información actualizada.

A continuación, en la Tabla 27 se presentan las bases de datos (libros, revistas, artículos), bibliotecas digitales (libros electrónicos), revistas y normas que pueden ser utilizadas por la comunidad académica del programa.

Tabla 27. Bases de datos disponibles en la biblioteca central en el área de Ciencia del Sistema Terrestre.

Recursos electrónicos	Descripción
ASTM INTERNATIONAL	La base de datos ASTM American Society for Testing and Materiales, es una de las mayores organizaciones en el mundo que desarrolla normas aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios. La Biblioteca abarca una amplia gama de disciplinas de ingeniería, incluyendo la aeroespacial, biomédica, química, civil, ambiental, geológica, la salud y la seguridad, industrial, ciencia de materiales, mecánica, nuclear, petróleo, ciencia del suelo, y la ingeniería solar.
AAPG	Acceso en línea publicaciones en texto completo editadas por la American Association of Petroleum Geologists, información retrospectiva desde 1980.
BIBLAT	Portal especializado en revistas científicas y académicas publicadas en América Latina y el Caribe, que ofrece referencias bibliográficas y texto completo de los artículos y documentos publicados en más de 3.000 revistas indizadas. Visualización gráfica de indicadores.
EBSCO HOST	Es el recurso electrónico más utilizado por bibliotecas de todo el mundo. EBSCO Publishing es el mayor proveedor mundial, con más de 200 bases de datos a texto completo y secundario. Con una biblioteca electrónica de decenas de miles de revistas-e, publicaciones, informes y otras publicaciones a texto completo, EBSCO cubre todas las necesidades de información de un investigador.
E LIBRO	Este sistema pone al servicio de todas las bibliotecas y de usuarios de banda ancha de algunas empresas telefónicas los más importantes contenidos académicos, textos, apuntes de cátedra, artículos de revistas científicas, investigaciones, etc., brindando acceso a través de DRM (Digital Rights Management).
GEOREF	Producida por el American Geological Institute, es una base de datos integral de geociencias que contiene más de 3 millones de registros bibliográficos de la literatura geocientífica del mundo. Hay más de 3.500 publicaciones revisadas para su indexación en la base de datos de GeoRef, además de libros, mapas, informes públicos, ponencias de conferencias, tesis y disertaciones. Abarca la geología de América del Norte desde 1669 hasta la actualidad y, para el resto del mundo, la cobertura data de 1933.
IOP SCIENCE	Acceso en línea a publicaciones en texto completo editadas por INSTITUTE OF PHYSICS, información retrospectiva desde 1874 hasta la fecha. Acceso perpetuo en algunos títulos.
MATHSCINET	Base de datos referencial la cual contiene información completa sobre publicaciones en el área de Matemáticas y áreas afines.
SCIENCE AAAS	Recurso electrónico que incluye toda la publicación de la revista Science. Retrospectivo desde 1995. Temas: Biología Molecular y Genética, Física, Biología y Bioquímica, Botánica

Recursos electrónicos	Descripción
	y Zoología, Astronomía e Inmunología.
SCIENCE DIRECT	Más de 2000 títulos de revistas electrónicas con información científica que cubre todas las áreas del conocimiento, publicadas por Elsevier, uno de los principales editores internacionales. Texto completo desde 1995 hasta la fecha.
SCIFINDER SCHOLAR	Herramienta de investigación para el área de ciencias básicas y aplicadas. Journals y patentes: más de 40 millones de registros; más de 12 millones de sustancias, procesos y reacciones químicas. (CAS).
SPRINGER	una de las principales editoriales especializadas en ciencia, técnica y medicina, cuenta con su colección de archivos on-line, una base de datos integrada por revistas y colecciones de libros. Con este lanzamiento, un puente entre el presente y el pasado, se amplía extraordinariamente el campo de información disponible para los investigadores. A partir de ahora, será posible acceder a artículos o a capítulos de obras, difíciles de hallar, de un sinfín de científicos y autores.
WEB OF SCIENCE	Acceso referencial a información científica internacional, editadas por el Institute for Scientific Information (ISI). Cubre todas las áreas del conocimiento.

Fuente: Biblioteca UIS, diciembre de 2021.

Por otra parte, la participación en redes universitarias: la Biblioteca con el fin de adquirir de manera cooperativa material bibliográfico y de ofrecer mayor servicio a los usuarios, tales como préstamo interbibliotecario, conmutación bibliográfica, solicitud de documentos, entre otros, ha mantenido su participación en redes universitarias y convenios cooperativos, mencionados en la siguiente Tabla 28.

Tabla 28. Participación en redes universitarias de biblioteca.

Red	Objeto	Miembros
UNIRED	Compartir los recursos de información y establecer las bases generales que sirvan de fundamento a un programa de cooperación interbibliotecaria en beneficio de las partes firmantes. Actividades: Consulta del catálogo integrado-automatizado de las bibliotecas.	Universidad Industrial de Santander Universidad Pontificia Bolivariana Universidad Santo Tomás Instituto Colombiano del Petróleo CORPLAN UDI
Consorcio Colciencias	Adquirir de manera cooperativa revistas en texto completo Science Direct (ELSEVIER).	Colciencias - Instituciones de Educación Superior
Consorcio ASCOFAME-IES	Adquirir de manera cooperativa bases de datos en formato electrónico que sirvan de soporte para los programas académicos del área de salud.	Ascofame-Instituciones de Educación Superior
Inter Red -OMS – Instituciones Publicas	Unidad participante en la InteRed - Salud Hinari, la cual tiene como beneficio el acceso, a bajo costo, a revistas electrónicas de biomedicina y otros temas en el campo de las ciencias sociales, a instituciones públicas de países en vía de desarrollo	OMS -Instituciones públicas en 99 países
Consorcio SpringerLink Capes Colombia	Adquirir de manera cooperativa base de datos SpringerLink, colección de libros y colección de revistas.	Instituciones de Educación Superior

Fuente: Biblioteca, diciembre de 2021.

Tecnologías de la información y la comunicación TIC

El Centro de Tecnologías de Información y Comunicación de la UIS, CENTIC, que tiene como política "*Integrar las Tecnologías de la Información y Comunicación en los procesos de aprendizaje permanente, diversificar estrategias pedagógicas, implementar sistemas evaluativos eficaces e interactuar en la sociedad global de conocimiento*"[90] .El CENTIC tiene como propósito promocionar la innovación educativa y agregar valor a los procesos de investigación, transferencia tecnológica, gestión e integración de la Universidad con la sociedad.

El CENTIC cuenta con 27 aulas de informática, el centro de servicios de los sistemas de información de la Universidad, un centro de control de seguridad, automatización y sonido, cuatro zonas de información y gestión de recursos, un vestíbulo principal para consulta y reserva de recursos, una sala de educación especial, siete oficinas para desarrollo científico basado en TIC para educación, cuatro salas de descanso con máquinas dispensadoras de refrigerio, diez cabinas multimedios para repaso de video clases, una sala para capacitación en supercomputación, un centro de producción audiovisual, tres salas de reuniones con posibilidad de videoconferencia para encuentro de investigadores y una oficina de dirección científica.

La UIS, como soporte a las actividades misionales, dispone de una red de datos LAN institucional, conformada por un *switch core* de alta capacidad que interconecta por medio de enlaces de fibra óptica los centros de cableado en cada uno de los edificios de todos los campus y sedes de la Universidad, los cuales a su vez cuentan con *switches* de borde y equipos *access point outdoor* e *indoor* para la conectividad de los usuarios. A la fecha, la red LAN institucional cuenta con aproximadamente 5000 computadores para profesores, estudiantes y empleados, 150 *switches* de borde, 90 *Access Points's* y 70 equipos servidores. Esta infraestructura de red cubre tanto a las sedes metropolitanas de la Universidad (campus central, Facultad de Salud, Bucarica y Guatiguará), como a sus sedes regionales (Barrancabermeja, Socorro, Málaga y Barbosa). La red LAN institucional permite a la comunidad universitaria el acceso de manera rápida y eficiente a todos sus servicios, tales como correo electrónico, navegación web, y uso de aplicaciones informáticas de misión crítica.

Para la conexión a internet, la Universidad cuenta con dos enlaces dedicados de acceso independiente, que operan con protocolos de balanceo de carga que ofrecen a los usuarios de la comunidad universitaria un único enlace agregado de conexión a internet de 660 Mbps.

Adicionalmente, la Escuela de Geología, al igual que las demás Escuelas de la Universidad, cuenta con equipos conectados a la red interna (intranet) y externa, a través de los servidores institucionales: copetón, cóndor, tux y pelícano. También se cuenta con conexión a la red externa universitaria UNIRED, de la cual hacen parte la UIS, Universidad Santo Tomás de

[90] Centro de Tecnología de Información y Comunicación (CENTIC). Universidad Industrial de Santander. Disponible en : https://www.uis.edu.co/recursos_centic/

Aquino, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Instituto Colombiano de Petróleo y CORPLÁN, de igual manera, con los servicios de la red universitaria UNIVERSIA.

A continuación, se presentan los recursos tecnológicos, de comunicación, información y audiovisuales al servicio del programa. (Ver Tabla 29).

Tabla 29. Recursos tecnológicos, de comunicación, información y audiovisuales al servicio del programa.

Cantidad	Ubicación	Descripción	Unidades académicas a las que presta servicio
Acceso a redes de información			
109	Campus principal, Biblioteca central, Biblioteca Facultad de Salud, bibliotecas sedes regionales. www.uis.edu.co, Biblioteca, Recursos Electrónicos.	Bibliotecas digitales (5): Pearson Educación de Colombia, ALFAOMEGA, MCGRAW HILL, CENGAGE y CID (Corporación para Investigaciones Biológicas). Bases de Datos (100): Ciencias básicas, ciencias aplicadas, ciencias de la salud, ciencias sociales y humanas, multidisciplinarias. Normas (4): ICONTEC, IEEE, ASTM, AENOR Revistas en línea. Software Antiplagio.	Todas las unidades académicas de la UIS.
Equipos informáticos			
800	Campus principal, edificio CENTIC.	INTEL Core i7 cuarta generación, 8 GB de RAM, 1 TB de disco, Monitor de 21 pulgadas.	Todas las unidades académicas de la UIS.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Computador escritorio optiplex 7450, INTEL.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Computador DELL optiplex gx520, tipo procesador.	Escuela de Geología.
2	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Computador DELL precisión 390 convertible minitower.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Computador de escritorio DELL optiplex 9020 intel.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Computador portátil de alto rendimiento unidad base.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Computador xps m1710, INTEL core 2 duo processor.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Computador de escritorio tipo 4 - hp z420 tower.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Computador de escritorio elitedesk 800 g2 sffbussines.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Tablet IPAD 16gb wi-fi black.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Impresora láser marca HEWLETT packard, modelo 1020.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge	Impresora láser 1020 15 ppm,	Escuela de Geología.

Cantidad	Ubicación	Descripción	Unidades académicas a las que presta servicio
	Bautista Vesga.	procesador 234mhz, 2mb.	
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Impresora laserjet 3600 n marca HP.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Scanner HP g3010 cama plana resolución de escaneado.	Escuela de Geología.
Redes de información propias			
3	Campus principal, Facultad de Salud, sede Guatiguará, sede Bucarica y sedes regionales (Socorro, Barrancabermeja, Málaga, Barbosa).	LIBRUIS: base de datos de recursos digitales de la biblioteca. Intranet UIS: acceso a documentos internos y sistemas de información institucionales. CALUMET: red social para las unidades académicas de la universidad.	Todas las unidades académicas de la UIS.
Salas de cómputo			
24	Campus principal, edificio CENTIC.	Intel Core i7 cuarta generación, 8 GB de RAM, 1 TB de disco, monitor 21".	Todas las unidades académicas de la UIS.
2	Campus principal, edificio CENTIC.	Intel Xeon, 8 GB RAM, 1 TB disco, monitor 21".	Todas las unidades académicas de la UIS.
1	Campus principal, edificio CENTIC.	Apple Mac, Core 2 duo, 2 GB RAM, 320 GB disco, monitor 21".	Todas las unidades académicas de la UIS.
1	Biblioteca, Sala de base de datos.	Computador DELL Optiplex 9010 Intel Core I7 de tercera generación 8 GB de RAM, 1 TB de disco, monitor 21".	Todas las unidades académicas de la UIS.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	32 equipos de cómputo Intel Core I7 de octava generación 8 GB de RAM, 1 TB de disco, monitor 21". 1 Proyector de video beam EPSON ELPLP88	Escuelas de la Facultad de Fisicoquímicas.
Servicios de comunicaciones externas e internas			
1	Campus principal, Facultad de Salud, sede Guatiguará, sede Bucarica.	Internet: Conexión dedicada, reuso 1:1, 4500 Mbps, 2 ISPs.	Todas las unidades académicas de la UIS.
6	Campus principal, Facultad de Salud, sede Guatiguará, sede Bucarica y sedes regionales (Socorro, Barrancabermeja, Málaga, Barbosa).	RENATA: 200 Mbps. LAN: fibra óptica enlaces troncales 10 Gbps, conexión usuarios: 1 Gbps, 7500 salidas de red. Wi-Fi: 650 access points, 15000 usuarios concurrentes Telefonía VoIP: 1850 extensiones IP, 10 E1, 264 líneas directas. EDUROAM: Roaming internacional entre redes de datos de instituciones educativas y de investigación desplegado en 650 access points. STREAMING: 1 servidor para 1000	Todas las unidades académicas de la UIS.

Cantidad	Ubicación	Descripción	Unidades académicas a las que presta servicio
		usuarios externos.	
Unidades de medios audiovisuales			
1	Campus principal, edificio CENTIC.	Sistema M.C.U. para conexión de 10 codecs H323 y 20 usuarios telefónicos simultáneos.	Todas las unidades académicas de la UIS.
1	Campus principal, edificio CENTIC.	Sistema M.C.U. para conexión de 48 usuarios simultáneos desde computadores, codecs H323 y llamadas IP.	Todas las unidades académicas de la UIS.
10	Campus principal, edificio CENTIC.	Video Beam.	Todas las unidades académicas de la UIS.
1	Dirección de Escuela de Geología.	Televisor de 52 pulgadas.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Proyector video beam power litle 2000 lumenes.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga.	Proyector video beam modelo 77c, luminosidad: 2200.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga Aula de clases tipo auditorio (salón 106 -107).	Proyector videobeam modelo 450wi de 2.500 lumens wxga.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga Aula de clases (salón 302).	Sistema de amplificación de video proyector de video modelo plc- xu48.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga Aula de clases (salón 303).	Proyector video beam modelo ptf300u, lumens: 4000.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga Aula de clases (salón 304-1).	Proyector video beam proyector powerlite s31+ 3200 lúmenes en blanco y color, resolución svga.	Escuela de Geología.
1	Campus principal, edificio Jorge Bautista Vesga Aula de clases de posgrado (salón 318)	Proyector video beam referencia ptlx26u.	Escuela de Geología.
Salas de videoconferencia de apoyo a la academia			
13	Campus principal, edificio CENTIC (8) y sedes regionales (Barrancabermeja, Socorro, Málaga, Barbosa).	Salas de video conferencia, con: -Codec H323 para video conferencia Sony Ipela. - 25 Video Beam interactivo. -Unidad DVD. -Micrófonos. -12 tableros interactivos. -11 codecs de video conferencia H323 -48 licencias de conectividad entre usuarios códec H323 y computadores (Gateway) o Telefonía IP.	Todas las unidades académicas de la UIS.
12	Campus principal y sedes metropolitanas: Ágora, Rectoría, Auditorio menor de Ciencias	Salas de video conferencia, con: -Codec H323 para video conferencia full HD.	Todas las unidades académicas de la UIS.

Cantidad	Ubicación	Descripción	Unidades académicas a las que presta servicio
	Humanas, Auditorio Noanchomsky, Auditorio del IPRED, Auditorio Camacho Caro, Sala Verde Geomática, Auditorio de demostraciones físicas, Auditorio Clemente Retamoso, Auditorio Fundadores, Auditorio Galán, Auditorio Leonardo Amaya.	- 12 Video Beam. - Micrófonos. - Amplificación BOSÉ. - 12 codecs de streaming.	

Fuente: División de Servicios de Información, UIS y propia, diciembre de 2021.

Laboratorios

El Doctorado en CST cuenta con la disponibilidad de 10 laboratorios para el desarrollo de las actividades del programa; la Tabla 30 presenta el listado de los laboratorios y dotación y, en la Tabla 31. los equipos robustos que se utilizarán para la investigación del Doctorado.

Tabla 30. Laboratorios y dotación.

Sede	Nombre Laboratorio	Dotación
Sede principal - Edif. Jorge Bautista Vesga	Laboratorio de Preparación de Muestras Petrográficas	4 planchas de calentamiento
		2 sistemas de impregnación
		2 visores petrográficos
		1 cabina extractora
		1 horno de secado
		1 microscopio petrográfico
		1 microscopio estereoscópico
		1 baño ultrasonido
		2 balanzas digitales de precisión
		1 pulidora
		1 cortadora de precisión
		2 cortadoras de rocas
		1 cortadora y pulidora
	Laboratorio de Preparación de Muestras	4 planchas de calentamiento
		2 sistemas de impregnación
		2 visores petrográficos
		1 cabina extractora
		1 horno de secado
		1 microscopio petrográfico
		1 microscopio estereoscópico
		1 baño ultrasonido
		2 balanzas digitales de precisión
		1 pulidora
		1 cortadora de precisión
		1 cortadora de rocas

Sede	Nombre Laboratorio	Dotación
		1 cortadora de rocas tableteadora
		1 cortadora y pulidora
	Laboratorio de preparación de muestras finas	1 puesto de trabajo en L
		1 silla giratoria
		20 butacos altos
		1 tablero en acrílico movible
		1 monitor de 51"
	Laboratorio de geología estructural	1 puesto de trabajo en L
		1 silla giratoria
		20 butacos altos
		1 mesa de modelamiento geoestructural
		1 tablero en acrílico movible
	Laboratorio de estereomicroscopia	1 puesto de trabajo en L
		1 silla giratoria
		20 butacos altos
		1 tablero en acrílico movible
		1 monitor de 51"
		20 microscopios estereoscópicos
	Laboratorio de petrografía	1 puesto de trabajo en L
		1 silla giratoria
		20 butacos altos
		1 tablero en acrílico
		1 monitor de 51"
		16 microscopios
	Laboratorio de óptica macroscópica Minerales	1 puesto de trabajo en L
		1 silla giratoria
		20 butacos altos
		1 tablero en acrílico movible
		1 monitor de 51"
	Laboratorio de Geofísica	1 puesto de trabajo en L
		1 silla giratoria
		1 tablero en acrílico movible
		1 televisor de plasma de 50"
		1 porosímetro de gas automatizado
		1 medidor de susceptibilidad magnética
		1 medidor de carga de punto
		1 medidor de resistividad
		20 sillas naranjas para laboratorio
Parque Tecnológico Guatiguará	Laboratorio del GIGBA	1 Microscopio Triocular de luz transmitida Marca Leica (en el 2014)
		1 Cámara fotográfica digital
		1 Microscopio triocular de luz reflejada con cámara fotográfica y sistema fotográfico; y con contador electrónico de puntos marca Prior, modelo G.
		1 Estereomicroscopio Stemi

Sede	Nombre Laboratorio	Dotación
		1 Platina de calentamiento-enfriamiento linkam TH600
	Lab. Microscopía Electrónica	Sonda EDS EDAX SDD APOLLO X
		Software EDAX Génesis versión 6.37
		Metalizador / Evaporador de carbón QUORUM Q150R ES con bomba r.
		Microscopio de fuerza atómica AFM CPII VEECO
		Microscopio Zeiss Axio Imager Z1m
		Analizador termo gravimétrico (TGA701 LECO) (en el 2011).

Fuente: Información reportada por la Unidad de Planeación, diciembre de 2021.

También se cuenta con los laboratorios multidisciplinares de investigación adscritos al Centro de Materiales y Nanociencias (CMN) pertenecientes a las áreas de ciencias (Física, Química, Biología, e Ingeniería), ubicados en el Parque Tecnológico de Guatiguará.

Tabla 31. Equipo robusto utilizado para la investigación en el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Nombre	Utilidad
Equipo de corte y pulido petrothin	Seccionar y adelgazar una amplia variedad de muestras, tales como rocas y minerales, cerámica, concreto, hueso y dientes para realizar la caracterización de materiales.
Cortadora de Minerales MOD-MINOSECAR	Cortes precisos de muestras de roca de gran tamaño.
Taladro automatizado para la toma de tapones	Toma de plugs de muestras de núcleos o de muestras de rocas irregulares.
Horno para secado de convección Forzada	Calentamiento y secado controlado de las muestras geológicas.
Cabina extractora	Capturar, contener y expulsar las emisiones generadas por sustancias tóxicas en la preparación de las muestras.
Mesa de modelos análogos con Variador Siemens Sinamic V2.0 y motoreductor	Creación de los modelos análogos de geología estructural.
Estereomicroscopio trinocular Nikon SMZ800	Permite una observación de alta resolución de estructuras diminutas.
Centrifuga Rotofix 32	Acelerar la decantación o sedimentación de los componentes o fases de una muestra según su densidad.
Mufla multipropósito	Pruebas a altas temperaturas para tratamientos térmicos, pruebas de calcinamiento, incineración de muestras orgánicas e inorgánicas y cocción de materiales cerámicos.
Baño Ultrasonido SC60H	Acelerar la disolución y dispersión de sólidos de testigos y secciones delgadas, limpieza de instrumentos de laboratorio.

Fuente: elaboración propia, diciembre de 2021.

Adicionalmente, el programa cuenta con plataformas adquiridas por la Institución para el desarrollo de actividades académicas y formativas, como Moodle, Zoom y Teams, que permiten realizar actividades del programa de manera asincrónica.

Estrategias para atender las diferencias culturales y virtuales de estudiantes y profesores, con el fin de facilitar la interacción, colaboración, evaluación y acompañamiento en el proceso formativo.

A nivel institucional se promueve el diseño de experiencias de aprendizaje y de evaluación y acompañamiento en el proceso formativo de los estudiantes de cada uno de los programas que se ofertan; es por esto, que la Universidad asume el compromiso de educación para la inclusión a través de propuestas curriculares que consideren ambientes y experiencias de aprendizaje acordes con el nivel de formación, las rutas de aprendizaje definidas, el desarrollo y cumplimiento de las competencias establecidas para el programa, permitiendo atender las diferencias culturales y virtuales de estudiantes y profesores, de manera que favorezca el logro de los resultados de aprendizaje definidos por el programa.

En este sentido, se han diseñado las siguientes estrategias:

- Implementación de política de educación inclusiva para los aspirantes, estudiantes y graduados de la UIS[91]: Orienta el actuar institucional hacia la detección, análisis y eliminación de las barreras para el aprendizaje.
- Implementación de política de equidad de género de la UIS[92]. Busca consolidar una cultura institucional que valore las diferencias y elimine cualquier forma de discriminación, dando igualdad de oportunidades a cada miembro de la comunidad académica.
- Planes de formación y capacitación para el manejo eficiente de instrumentos, herramientas y programas que involucren el uso de las tecnologías.
- Uso de aulas virtuales para la interacción entre estudiantes y profesores.
- Acceso remoto a los servicios de la biblioteca.
- Acceso para todos los estudiantes a los computadores del CENTIC y de la biblioteca.
- Disponibilidad de servicio de internet dentro del campus universitario.

Desarrollar planes de fortalecimiento de competencias en estudiantes y profesores para la utilización de las tecnologías existentes y proyectadas

En cuanto a los planes de fortalecimiento de competencias en estudiantes y profesores para la utilización de tecnologías existentes y proyectadas, la Universidad Industrial de Santander cuenta con una Política de apoyo a la formación mediante Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), aprobada mediante Acuerdo No 277 de 2011 del Consejo Académico, en la que se asigna a CEDEDUIS como dependencia encargada de garantizar el soporte técnico y la capacitación del talento humano para el uso de estrategias didácticas que requieren el uso de las TIC en el proceso de formación.

[91] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Consejo Superior. Acuerdo No. 032 de 2019
[92] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Consejo Superior. Acuerdo No. 022 de 2018.

En este sentido, los profesores podrán participar constantemente en cursos de capacitación impartidos por CEDEDUIS.

Adicionalmente, la Vicerrectoría Académica ha diseñado *el Portafolio TIC* para que los profesores y estudiantes participen en las diferentes iniciativas que buscan la intervención y mejoramiento de las estrategias al interior de las aulas de clase y así lograr la visibilidad y el reconocimiento que merecen las herramientas TIC que apoyan y transforman las prácticas pedagógicas en nuestra institución, como Innova-TIC, Gradua-TIC, Aula- TIC y Estu-Aula[93].

Asimismo, se cuenta con aulas híbridas que incorporan elementos tecnológicos para que los estudiantes de manera remota puedan asistir a clase. Estas aulas están dotadas con equipos de alta calidad como pantallas para vida útil de 24 horas diarias con brillos especiales, barras de sonido con captaciones de audio en seis (6) micrófonos integrados que focalizan al profesor, cámara de alta sensibilidad con resolución 4K.

Por otra parte, la unidad de formación de la biblioteca de la Universidad ofrece cursos y asesorías que favorecen el fortalecimiento de competencias en estudiantes y profesores para la utilización de tecnologías existentes y proyectadas, relacionados con los siguientes temas:

- Conocimiento y uso de bases de datos y recursos electrónicos.
- Estrategias de búsqueda y recuperación de información.
- Herramientas bibliométricas para investigación (Scopus/Web Of Science).
- Uso ético de la información e integridad académica (Turnitin).

Plan de adquisición, construcción, o préstamo de los medios educativos

Para la adquisición, actualización y reposición de los medios educativos, la Universidad cuenta con un proceso diferente al requerido para su mantenimiento. Este proceso se denomina Banco de Programas y Proyectos de Inversión (BPPIUIS), el cual es una herramienta de planeación institucional donde las diferentes unidades académicas y administrativas gestionan recursos de inversión institucionales para actualizar o reponer diferentes equipos de laboratorio y de cómputo, así como los grandes proyectos de inversión en infraestructura física. El BPPIUIS se encuentra debidamente organizado y reglamentado y luego de un proceso de revisión y viabilidad técnica, los proyectos elegidos son presentados ante el Consejo Superior de la Universidad, instancia que aprueba los proyectos y asigna los recursos, para luego ser ejecutados de acuerdo con la norma interna para la ejecución de proyectos de inversión. En la Tabla 32 se

[93] Consultado en: https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/vicerrectoriaAcademica/portafolioConvocatoriaTIC2021.html el 17 de marzo de 2022.

presentan las partidas presupuestales asignadas para financiar la inversión institucional en las últimas vigencias.

Tabla 32. Recursos presupuestales destinados a financiar la inversión institucional (millones de pesos).

Rubro	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Adquisición de bienes	33.307	58.556	53.860	25.188	32.976	33.760	40.244

Fuente: elaboración propia, información suministrada por la División Financiera UIS, mayo 2022

Otra fuente de recursos para la inversión que apoya la actualización y reposición de los medios educativos, especialmente equipos de laboratorio y de cómputo, son los proyectos de investigación que realizan los grupos de investigación y logran financiar con diversos organismos nacionales. Toda vez que se termina el respectivo proyecto, los equipos quedan como apoyo a los centros de investigación en donde participan estudiantes, especialmente de posgrados.

9.2 DISPONIBILIDAD Y ACCESO A LOS MEDIOS EDUCATIVOS

Procesos de asignación de medios educativos, de acuerdo con las actividades académicas del programa

La Universidad Industrial de Santander mediante Acuerdo No. 036 de octubre 19 de 2018 del Consejo Superior, reglamenta la prestación de los servicios de Biblioteca y dicta otras disposiciones, de tal manera que garantiza el acceso a material bibliográfico y electrónico disponible para el desarrollo de las labores formativas, académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión del programa de Doctorado:

Se destaca que la Universidad, durante la contingencia sanitaria, adquirió material bibliográfico con el propósito de contribuir y soportar la presencialidad remota. De igual forma, la Biblioteca brinda permanentemente sesiones de inducción, capacitación, asesorías con el fin de mejorar las habilidades y destrezas en la búsqueda de información mediante recursos electrónicos que pueden ser utilizados en el campus universitario o por acceso remoto según las condiciones de adquisición de estos. Además, periódicamente se programan sesiones abiertas para toda la comunidad o se ofrece la posibilidad de solicitar capacitaciones especiales de acuerdo con la necesidad de la unidad académica.

En este sentido, los medios educativos están a disposición y son usados por la comunidad académica cuando se requiera. Ahora bien, con el fin de mantener actualizada esta oferta, el Coordinador del programa solicitará a los profesores el nombre de revistas o bases de datos científicas de importancia para el desarrollo del programa para incluir en el material bibliográfico y bases de datos de la Institución.

La Universidad cada año solicita a las Unidades Académico-Administrativas la formulación del Plan de Gestión con el propósito de aprovechar eficientemente los recursos de la Institución. En este sentido, la Escuela de Geología, con el propósito de actualizar y mantener los medios

educativos, incluye año a año en el Plan de Gestión compras, elementos, materiales, reparación y mantenimiento de equipos de laboratorio.

Plan de mantenimiento, actualización y reposición de los medios educativos

Los planes de mantenimiento, actualización y reposición de los medios educativos que tienen los programas académicos no están bajo la responsabilidad directa de las escuelas o departamentos que los dirigen y administran. En su lugar, estas actividades se ejecutan de manera mancomunada entre cada Unidad Académico-Administrativa (UAA) y la administración central de la Universidad, de acuerdo con los recursos financieros disponibles, la estructura organizacional y los procesos diseñados para estos fines, tal como se explica a continuación.

La UIS siendo una institución de educación superior pública, de orden departamental, es financiada con los aportes de la nación, de las entidades territoriales, de entidades públicas y privadas y con sus rentas propias. Por tanto, en cumplimiento de las normas institucionales y nacionales pertinentes, los recursos financieros disponibles se programan mediante un presupuesto general anual, el cual incluye una parte de la estimación de los ingresos que se reciben de las fuentes arriba enunciadas y otra parte de la asignación de los recursos para atender el gasto de funcionamiento y de inversión de todas las unidades académicas y administrativas de la Universidad.

Dentro de la estructura organizacional, se cuenta con dos (2) dependencias adscritas a la Vicerrectoría Administrativa que son: la División de Mantenimiento Tecnológico y la División de Planta Física. Estas cuentan con personal, instalaciones y demás recursos logísticos para atender el mantenimiento y actualización de los medios educativos, según las necesidades y solicitudes de las escuelas, las cuales se tramitan por medio de un sistema de información interno diseñado para recibir, organizar y atender estos requerimientos. A estas dependencias se les asigna, durante cada vigencia presupuestal anual, las partidas requeridas para su normal funcionamiento, tal como se muestra en la Tabla 33, para las últimas vigencias presupuestales.

Tabla 33. Presupuesto aprobado 2015-2021 - División de Mantenimiento Tecnológico y Planta Física.

Dependencia	**Presupuesto aprobado 2015-2020 (millones de pesos)**						
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
División Mantenimiento Tecnológico **Funcionamiento**	1.119	1.286	1.194	1.194	1.904	2.008	2.009
División Planta Física **Funcionamiento**	9.774	12.092	13.026	14.987	17.886	19.274	18.716
Total	**10.893**	**13.378**	**14.221**	**16.892**	**19.929**	**21.283**	**20.725**

Fuente: elaboración propia, información tomada del Presupuesto aprobado para cada vigencia, mayo 2022

La División de Mantenimiento Tecnológico y la División de Planta Física, así como todas las unidades de la Universidad, presentan un plan de gestión anual en el que se registran los compromisos de mantenimiento preventivo que se ha diseñado el año anterior y, además,

reciben y atienden solicitudes de mantenimiento correctivo de las diferentes unidades de la Institución durante todo el año. Queda así claro que el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo empleado por la UIS no se proyecta por planes periódicos, por ejemplo, de siete (7) años, sino que es una actividad permanente que cuenta con los recursos suficientes para garantizar el normal funcionamiento del equipamiento institucional al servicio de los diferentes programas académicos.

Estrategias y mecanismos de capacitación y apropiación en el uso de los medios educativos

En cuanto a las estrategias y mecanismos de capacitación y apropiación en el uso de los medios educativos, la Universidad Industrial de Santander cuenta con una Política de apoyo a la formación mediante Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), aprobado mediante Acuerdo N°277 de 2011 del Consejo Académico, en la que CEDEDUIS es la dependencia encargada de garantizar el soporte técnico y la capacitación del talento humano para el uso de estrategias didácticas que requieren el uso de las TIC en el proceso de formación.

Adicionalmente, la capacitación para el uso de los medios educativos es realizada por personal de cada unidad. El CENTIC cuenta con personal administrativo que guía el uso de las diferentes salas, y presta acompañamiento tanto a docentes como a estudiantes; la Biblioteca da capacitaciones a docentes y estudiantes para el ingreso a los diferentes servicios; el personal de la División de Sistemas de Información presta apoyo y guía a las diferentes unidades para el adecuado funcionamiento de los sistemas de información. Finalmente, los docentes, técnicos y profesionales, enseñan a los estudiantes el funcionamiento de los equipos disponibles para su proceso formativo.

Estrategias para garantizar que los medios educativos atenderán las barreras de acceso y las particularidades de las personas que requieran de ajustes razonables, de acuerdo con la normatividad vigente

La Universidad establece la Política de Educación Inclusiva[94] la cual tiene como propósito fundamental orientar, en un horizonte gradual y a largo plazo, el actuar institucional hacia la detección, análisis y eliminación de las barreras para el aprendizaje y la participación de las comunidades objeto de esta.

Esta política aplica para aspirantes, estudiantes y graduados de la UIS, la cual tiene un carácter transversal e integral en todos los procesos, especialmente en los misionales como son la docencia, la investigación y la extensión, así como en la gestión administrativa, el bienestar y el desarrollo humano.

[94] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Consejo Superior. Acuerdo No. 032 de 2019.

La Política de Educación Inclusiva reglamenta las acciones y condiciones para la atención educativa a los grupos priorizados en la implementación de la educación superior inclusiva, entre otros: las personas con discapacidad; grupos étnicos (indígenas, comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, pueblo rom o gitano); población víctima del conflicto armado en Colombia; mujeres víctimas y víctimas de minas antipersonales - MAP, de municiones sin explotar- muse y de artefactos explosivos improvisados; población desmovilizada y desvinculada del conflicto armado; población habitante de frontera y cualquier otro grupo de personas discriminadas o marginadas que demandan especial protección del estado por su condición económica, física o mental o se encuentren en circunstancia de debilidad manifiesta, en los términos previstos en el artículo 13 de la constitución política y el ordenamiento jurídico general. Desde la perspectiva de la formación, la UIS se compromete a la formación integral y a la promoción de manera progresiva, a través de las instancias pertinentes, de la formación permanente de docentes en el manejo de estrategias y herramientas pedagógicas y didácticas que apoyen el proceso de formación profesional de los estudiantes en condición de vulnerabilidad, asimismo, a fomentar la investigación relacionada con los avances en aprendizaje de los estudiantes objeto de la política.

También, la Universidad se compromete a generar espacios físicos inclusivos, dispuestos y disponibles para la integración de las personas en su relación consigo mismas, con el entorno social, el paisaje, y el ambiente construido de la manera segura, tales como escenarios deportivos, escenarios culturales, cafeterías, plazoletas, senderos, parqueaderos, baterías sanitarias, vías y transporte vehicular interno, construcción y señalización de vados, adecuación y construcción de rampas, instalación de pasamanos, reparación de andenes, cambio de losas de concreto, señalética y pisos táctiles.

Por otra parte, la Universidad cuenta con una Política de apoyo a la formación mediante Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), aprobado mediante Acuerdo 277 de 2011 del Consejo Académico, en la que CEDEDUIS es la dependencia encargada de garantizar el soporte técnico y la capacitación del talento humano para el uso de estrategias didácticas que requieren el uso de las TIC en el proceso de formación.

La Biblioteca tiene un plan de capacitación para los estudiantes y asesora en el uso y aprovechamiento de los recursos bibliográficos que dispone, lo cual se divulga a los estudiantes. Adicionalmente, ha establecido un plan de adquisición que tiene en cuenta los requerimientos de los docentes.

Adicionalmente, la unidad de formación de la Biblioteca ofrece diferentes cursos y asesorías sobre temas específicos relacionados con:

- Conocimiento y uso de base de datos y recursos electrónicos UIS: tiene como objetivo profundizar en el conocimiento y uso de las bases de datos y recursos electrónicos suscritos por la universidad, con apoyo de los auxiliares especializados y los proveedores de dichos recursos.

- Estrategias de búsqueda y recuperación de información: tiene como propósito profundizar en el conocimiento de la Biblioteca Virtual UIS y proporcionar los pasos necesarios para realizar búsquedas especializadas mediante estrategias de recuperación de información.

- Scopus / WOS: Herramientas bibliométricas para investigación: conocer las características y uso de herramientas bibliométricas para optimizar procesos de investigación, mediante estrategias de revisión sistemática y análisis de métricas en revistas de impacto (Scopus/Web of Science).

- Turnitin: Uso ético de la información e integridad académica: Dar a conocer los principios éticos para el buen uso de la información y recomendaciones para incorporar buenas prácticas que fomenten y promuevan la integridad académica, evitando el plagio.

El programa cuenta con el respaldo de los sistemas de información creados y administrados por la Universidad, entre los cuales pueden destacarse el sistema de información académica, el sistema de información financiera, sistemas que permiten la asignación y utilización de recursos, sistemas que permiten realizar seguimiento a la ejecución de proyectos, entre otros.

Finalmente, el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre garantizará la cobertura, pertinencia y suficiencia a través de los medios educativos expuestos anteriormente, los cuales garantizan y permiten el desarrollo de las labores académicas y cubren las necesidades de la comunidad del programa.

10. INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

10.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

Descripción y justificación de la infraestructura física y tecnológica

La Universidad Industrial de Santander cuenta con diez sedes: tres en Bucaramanga (Campus Principal, campus de la Facultad de Salud y sede Bucarica) y una sede en cada uno de los siguientes municipios del departamento de Santander: Floridablanca, Piedecuesta, Barbosa, Barrancabermeja, Málaga y dos sedes en el Municipio de El Socorro.

El Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se ofertará en la ciudad de Bucaramanga, donde se encuentra el campus universitario principal, ubicado en un área de 255.000 metros cuadrados en la zona nororiental de la meseta, alberga los edificios de las Facultades de Ingenierías Fisicoquímicas, Fisicomecánicas, Facultad de Ciencias y Ciencias Humanas; Bienestar Universitario, tres edificios de administración, el Instituto de Lenguas, Biblioteca Central; diversos centros de investigación; el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC), y demás espacios de apoyo a la actividad académica como: auditorios, talleres, laboratorios, museos, áreas deportivas y zonas verdes.

La Facultad de Salud tiene un área de 12.400 metros cuadrados y está ubicada junto al Hospital Universitario de Santander (HUS). Allí funcionan las Escuelas de Medicina, Microbiología y Bioanálisis, Fisioterapia, Enfermería y Nutrición; además, el Instituto de Programas Interdisciplinarios en Atención Primaria de la Salud (PROINAPSA). Igualmente, cuenta con la Biblioteca de la Facultad de Salud, los auditorios Luis Carlos Galán Sarmiento y Fundadores.

La Sede Bucarica está ubicada en el centro de la ciudad y cuenta con aproximadamente 6,470 metros cuadrados para el funcionamiento de dependencias universitarias como: las oficinas alternas de la Rectoría, las emisoras universitarias UIS Estéreo y UIS A.M, el Instituto de Estudios Interdisciplinarios y Acción Estratégica para el Desarrollo (IDEAD), la Oficina de Control Interno Disciplinario, el Consultorio Jurídico, el Centro de Conciliación de la Escuela de Derecho, los auditorios Santander, Hormiga y Río de Oro; la sala de exposiciones Macaregua, y algunas entidades del sector productivo que funcionan en convenio con la Universidad.

En Floridablanca se construyó una edificación de 14,000 metros cuadrados, que cuenta con 37 aulas de clase, siete (7) salas de informática, nueve (9) laboratorios, cuatro (4) aulas múltiples, una (1) cafetería, un (1) auditorio con capacidad para 126 personas y una (1) biblioteca con acceso independiente para facilitar el ingreso de la comunidad local.

En Piedecuesta, en el Valle de Guatiguará, la sede tiene una extensión de 13.55 hectáreas incluyendo el Parque Tecnológico de Guatiguará. Allí se encuentra ubicado el polo de investigación de la Universidad. Alberga a la Corporación para la Investigación de la Corrosión, el Laboratorio de Investigaciones y las aulas de postgrado en Microbiología Industrial, laboratorios

de biohidrometalurgia, reología, catálisis, plasma, caracterización de materiales, análisis térmico diferencial y óptica. Adicionalmente se encuentran ubicados los cultivos necesarios para los programas agropecuarios. Igualmente alberga el moderno edificio de Investigaciones de la Universidad con un área construida de 6973 M2 y 39 laboratorios, dotados con modernos equipos de investigación.

Por otra parte, los estudiantes y los profesores del programa tienen acceso a la Biblioteca del Campus Central, la cual tiene un área de 3.316 m2, y cuenta con una sala de conferencias de 128 m2 con capacidad para 80 personas, cubículos para estudio individual, así como una sala de informática que ofrece el servicio de acceso a bases de datos digitales.

A continuación, se muestran los diferentes espacios de la Universidad en las Tablas 34, 35, 36, 37 y 38.

Tabla 34. Espacios de la Biblioteca de la UIS.

Instalaciones físicas Biblioteca	Unidades	Área en m²
Auditorios	2	128,39
Oficinas	6	329,72
Cafeterías	1	15,52
Servicios sanitarios	6	59,05
Salas de cómputo	2	140,58
Edificio Biblioteca	1	3316,51
TOTAL	**18**	**3.989**

Fuente: elaboración propia con información suministrada por Planeación, mayo 2022

Con el fin de promover el desarrollo físico e integral de los estudiantes, el Campus Central de la UIS cuenta con zonas deportivas tales como el gimnasio abierto, el diamante de béisbol, dos canchas de tenis, dos canchas de fútbol en tierra, dos canchas de baloncesto y el Estadio "1° de marzo".

Tabla 35. Zonas deportivas.

ZONAS DEPORTIVAS	Área en m²
Cancha 1 de marzo	7,210
Zona Verde Complementaria	3681
Graderías	492
Cancha de tenis	1,117
Graderías	474
Cancha de Futbol Sur	5,539
Canchas Múltiples	1,207
Cancha de Voleibol	590
Graderías Canchas Múltiples	241,95
Cancha de Microfútbol 1	523
Cancha de Microfútbol 2	523
Cancha Voleiplaya	440
Graderías micro y Voleiplaya	191
Diamante de Softbol	14,184
Graderías	1,005
Plazoleta Kiosko Zona Deportiva	278
Áreas de Bolo Criollo y Gimnasio Aire Libre	246

Fuente: Universidad Industrial de Santander

La Universidad tiene zonas verdes y complementarias por 99,004 m2 que son aprovechadas para el bienestar de la comunidad.
Por otra parte, la Universidad cuenta con varios auditorios que permiten no solo el desarrollo de actividades académicas, sino también culturales y artísticas.

Tabla 36. Auditorios UIS.

AUDITORIOS	DEPENDENCIA	ÁREA m²	CAPACIDAD	TIPO
Luis A. Calvo.	Dirección Cultural	2,619	950	Auditorio
Gustavo Gómez Ardila	Administración	41,3	35	Sala de conferencias
Ágora Libardo León Guarín	Ciencias Humanas	514	250	Auditorio
Auditorio Menor	Ciencias Humanas	160	80	Auditorio menor
José Antonio Galán	Dirección Cultural	1,962	300	Teatro al aire libre
Sala De Conferencias	CEDEDUIS	90	60	Sala de conferencias
Sala De Reflexión	Div. Bienestar Universitario	127	80	Sala
La Perla	ASEDUIS	256,3	300	Auditorio
Aula Máxima de Mecánica	Ingeniería Mecánica	381,5	180	Auditorio menor
Salón de Mejoramiento Continuo	Ingeniería Industrial	92	35	Sala de conferencias
Auditorio Guillermo Camacho Caro	Ingeniería Industrial	193	174	Auditorio
Salón Fundadores	Ingeniería Industrial	73	35	Sala de conferencias
Salón Emprendedores	Ingeniería Industrial	103	40	Sala de conferencias
Salón Excelencia	Ingeniería Industrial	100	48	Sala de conferencias
Aula Especial 215	Ingeniería Industrial	73	40	Sala de conferencias
Salón Empresarial	Ingeniería Industrial	73.5	40	Sala de conferencias
Auditorio Enrique Dacarett	Ingeniería Industrial	200.6	100	Auditorio
Sala De Conferencias	Biblioteca	160	80	Sala
Alberto Elías Hernández	CENTIC, División de Servicios de Información	182	84	Sala de conferencias
Camilo Torres	Ciencias	176	88	Sala de conferencias
Aula Máxima de Ciencias	Ciencias	320	160	Auditorio menor
Ingeniería Química	Ingeniería Química	178	89	Auditorio menor
Auditorio menor	Escuela de Artes y Música	100	70	Auditorio menor
Teatrino cubierto Edificio Logística	División Planta Física	70	198	Auditorio menor

Fuente: Universidad Industrial de Santander

Tabla 37. Parqueaderos.

PARQUEADEROS	TENENCIA	Área en m²
Parqueaderos internos	Propiedad	11,493
Parqueaderos externos Estadio Alfonso López	Convenio Gobernación	15,757

Fuente: Universidad Industrial de Santander

La UIS ha destinado los siguientes espacios para las cafeterías que prestan sus servicios a toda la comunidad universitaria en distintos sectores del Campus Central.

Tabla 38. Cafeterías.

CAFETERIAS	TENENCIA	Área en m²
Cafetería Bienestar Universitario	Propiedad	275
Cafetería Div. Bienestar Universitario	Propiedad	35.64
Terraza Cafetería Div. Bienestar Universitario	Propiedad	65.09
Cafetería Central	Propiedad	98.8
CafeU	Propiedad	29.7
Cafetería Departamento de Deportes	Propiedad	29.7
Cafetería Interna Biblioteca	Propiedad	25.95
Cafetería Docentes	Propiedad	161.33
Cafetería Sala de Profesores	Propiedad	50.62
Café Humanitas	Propiedad	39
Cafetería El Bosque	Propiedad	28.2
Cafetería Bien estar bien	Propiedad	26.85

Fuente: Universidad Industrial de Santander

En el área metropolitana de Bucaramanga, la infraestructura física está constituida por el campus central, la Facultad de Salud, UIS-Guatiguará y UIS-Bucarica, donde se podrán desarrollar actividades académicas e investigativas del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre. En la Tabla 39 se presentan las áreas construidas por sede a 2021 y en la Tabla 40 el número de espacios físicos disponibles para el desarrollo de la formación de los estudiantes por sede.

Tabla 39. Áreas Construidas UIS a 2021.

Planta Física	Campus Central	Facultad de Salud	Sede Guatiguará	Bucarica
Metros cuadrados de área total construida	115.795,45	16.054,04	13.982,78	1.593,6
Metros cuadrados de área construida destinada a actividades académicas*, es decir a docencia, investigación y extensión (sin incluir oficinas de profesores)	34.327,62	5.616,74	6.184,40	1.397,8
Metros cuadrados de área construida destinada a actividades de recreación	43.314,70	670,27	600,00	
Metros cuadrados de área de aulas	16.404,16	1.749,62	385,05	
Metros cuadrados de área de laboratorios	12.467,73	3.464,30	5.526,86	

*Incluye: talleres, auditorios, bibliotecas, sitios de práctica, salas de cómputo y oficinas
Fuente: Planeación, diciembre de 2021

Tabla 40. Recursos Físicos UIS a 2022.

Instalaciones físicas		Campus Cental	Sede Guatiguara	Sede Bucarica	Total
1. Aulas	Unidades	307	7	-	**314**
	M²	17.091,29	330,11	-	**17.421,40**
	Capacidad	10.382	224		
2. Laboratorios	Unidades	174	125	-	**299**
	M²	12.819,20	5.654,18	-	**18.473,38**
	Capacidad	2.722	1.093		
3. Talleres	Unidades	18	1	-	**19**

Instalaciones físicas		Campus Cental	Sede Guatiguara	Sede Bucarica	Total
	M²	1.862,79	124,81	-	**1.987,60**
	Capacidad	240	15		
4.Auditorios	Unidades	17	2	4	**23**
	M²	3.125,91	214,62	641,07	**3.981,60**
	Capacidad	2.574,00		450,00	
5. Bibliotecas	Unidades	4	1	-	**5**
	M²	3.571,02	23,04	-	**3.594,06**
6. Sitios de Práctica	Unidades	26	-	-	**26**
	M²	147,05	-	-	**147,05**
7. Oficinas	Unidades	834	75	24	**933**
	M²	18.155,24	1.571,04	612,91	**20.339,19**
8. Escenarios Deportivos	Unidades	17	1	-	**18**
	M²	44.295,92	600,00	-	**44.895,92**
9. Cafeterías	Unidades	52	8	4	**64**
	M²	2.428,85	170,61	196,60	**2.796,06**
10. Zonas recreación	Unidades	12	-	-	**12**
	M²	2.438,96	-	-	**2.438,96**
11, Servicios sanitarios	Unidades	345	38	11	**394**
	M²	3.837,90	538,40	91,90	**4.468,20**
12. Salas de cómputo	Unidades	58	4	1	**63**
	M²	3.605,61	126,34	130,62	**3.862,57**
	Capacidad	1.418,00	54		
13. Otros	Unidades	132	-	-	**132**
	M²	3.158,00	-	-	**3.158,00**

Fuente: información facilitada por Planeación, mayo de 2022

La División de Planta Física tiene por objetivo mantener la planta física de la Universidad, en condiciones ambientales y de seguridad que permitan el desarrollo de las actividades académicas y administrativas y responder por la oportuna asesoría y por la eficaz prestación de los servicios de albañilería, plomería, carpintería, soldadura, pintura, jardinería, celaduría y transporte. La División de Planta Física tiene personal contratado para prestar el servicio de aseo de las instalaciones físicas de la Escuela, y en general la División de Planta Física responderá por el aseo del espacio público de la Universidad.

Para el desarrollo de las actividades académicas e investigativas del doctorado, el programa utilizará principalmente las instalaciones del Campus Central donde se encuentra ubicada la Escuela de Geología, área administrativa, salones de clase y laboratorios y, la sede UIS-Guatiguará donde los estudiantes del programa realizarán sus actividades académicas e investigativas.

En las tablas 41 y 42 se presentan las zonas con las que cuenta la Escuela de Geología para el apoyo de sus programas y se utilizarán en el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Tabla 41. Zonas administrativas de la Escuela.

Edificio	Salón	Descripción	Área
Jorge Bautista Vesga	31 - 337	Oficina Profesor	8,79
	31 - 338	Oficina Profesor	8,75
	31 - 339	Oficina Profesor	8,73
	31 - 340	Oficina Profesor	8,44
	31 - 341	Oficina Profesor	8,75
	31 - 342	Oficina Profesor	8,69
	31 - 325	Oficina Profesor	7,76
	31 - 326	Oficina Profesor	8,75
	31 - 327	Oficina Profesor	8,73
	31 - 328	Oficina Profesor	8,44
	31 - 329	Oficina Profesor	8,75
	31 - 330	Oficina Profesor	8,69
	31 - 306	Oficina	6,71
	31 - 321	Dirección De Extensión	8,82
	31 - 332	Dirección Posgrado	8,84
	31 - 213 / 227	Dirección Escuela Geología	97
	31 - 225 / 226	Oficina Prof. Catedra	47,69
	31 - 102 - 1	Lab. Prep. Muestras Geológicas	18,27
	31 - 102 / 115	Lab. Prep. Muestras Geológicas	75,12
	31 - 106 / 107	Aula	102,06
	31 - 245	Archivo	15,1
	31 - 302	Aula	49,25
	31 - 303	Aula	50,22
	31 - 304 - 1	Aula Informática	50,39
	31 - 304 - 2	Aula Informática	50,4
	31 - 304 - 3	Cuarto Control	4,04
	31 - 305	Centro De Estudios Geología	49,08
	31 - 307	Lab. Estereomicroscopia	45,51
	31 - 309	Aula	79,34
	31 - 310	Lab. Preparación Muestras Finas	50,48
	31 - 311	Lab. Geología Estructural	47,31
	31 - 312	Aula	61,76
	31 - 313	Aula	62,57
	31 - 314	Aula	62,57
	31 - 315	Lab Petrografía	57,99
	31 - 316	Lab. Óptica Macroscópica Minera	48,63
	31 - 317	Lab. De Geofísica	48,33
	31 - 318	Aula Posgrado	79,59
	31 - 320 / 331	Sala Juntas Escuela Geología	27,63
	31 - 322	Baño Hombres	9,49
	31 - 323	Cuarto Aseo	3,67
	31 - 324	Baño Mujeres	9,86
	31 - 333	Sala De Investigadores	55,56
	31 - 334	Baño Discapacitados	5,11
Fisicomecánicas	32 - 009	Aula Litoteca	105,6

Edificio	Salón	Descripción	Área
	32 - 301	Lab. Microscopia	43,28
	32 - 308	Lab. Estereomicroscopia	42

Fuente: Información reportada por Planeación, diciembre de 2021.

Tabla 42. Espacios físicos para el desarrollo de las actividades del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Sede	Loc.	Nombre	Área (m2)	Número de puestos de trabajo
Sede principal - Edif. Jorge Bautista Vesga	102 - 115	Laboratorio de Preparación de Muestras Petrográficas	93.39	1
	311	Laboratorio de Preparación de Muestras finas.	47.31	20
	315	Laboratorio de Petrografía	57.99	20
	310	Laboratorio de Estereomicroscopia	50.48	20
	307	Laboratorio de Geología Estructural	45.51	20
	317	Laboratorio de Geofísica	48.33	20
	316	Laboratorio de óptica macroscópica Minerales	48.63	21
	S01	Laboratorio de Preparación de Muestras	50	1
Parque Tecnológico Guatiguará	S01	Laboratorio de Preparación de Muestras	50	10
		Laboratorio del GIGBA	34	10

Fuente: Información reportada por Planeación, diciembre de 2021.

Como estrategias de mejoramiento y adecuaciones, la Universidad tiene implementado el Banco de Programas y Proyectos de Inversión en la oficina de Planeación, donde las diferentes Unidades Académico Administrativas formulan los proyectos que responden a las necesidades de modernización y mejoramiento de la infraestructura física y tecnológica requerida para el desarrollo de los componentes misionales (docencia, investigación y extensión). Por otra parte, se cuentan con las divisiones de apoyo encargadas de ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones y los equipos de la Institución, como son las Divisiones de Planta Física, Mantenimiento Tecnológico y Servicios de Información.

Proyección para los próximos siete (7) años, de la infraestructura física y tecnológica, así como el plan de adquisición, construcción o préstamo de espacios, físicos y virtuales, requeridos para el desarrollo del programa

En relación con la proyección para los próximos siete (7) años de la infraestructura física y tecnológica, a nivel institucional, se cuenta con el Programa Operativo Anual de Inversiones (POAI) de la Institución, el cual contiene los proyectos de inversión viables con sus respectivas apropiaciones, ejemplo de ello es el POAI 2022, donde se plantea financiación del Nuevo Edificio de Investigaciones de la Facultad de Ciencias – EDIC Fase I con un valor total de $7.350.000.000 y con un horizonte de ejecución de 6 meses. El proyecto tendrá como propósito modernizar la

infraestructura física para el desarrollo de las actividades académicas y de investigación de la Facultad de Ciencias por medio de la construcción de un edificio de laboratorios que permita responder a las necesidades y mejorar las condiciones locativas; asimismo, el Mejoramiento de la infraestructura física de la Facultad de Salud de la Universidad; Terminación de la Construcción del nuevo edificio de bienestar PRO; proyectos que de una u otra manera benefician al Doctorado en CST lo que conlleva a mejorar y ampliar espacios físicos que favorecen el desarrollo del programa

10.2 DISPONIBILIDAD Y ACCESO A LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

Procesos de asignación de la infraestructura física y tecnológica a la comunidad académica para su uso

La distribución de recursos físicos y tecnológicos se realiza de manera proporcional al número de personas que hacen parte de cada unidad académica - administrativa de la Universidad; a través de unidades como Planeación y la Dirección de Planta Física, con apoyo de las unidades, se definen los criterios de asignación, o rotación necesaria para el cumplimiento de las funciones misionales de la Institución.

Es importante mencionar que la evaluación de disponibilidad de infraestructura física y tecnológica en la Universidad Industrial de Santander se realiza periódicamente, con base en criterios como la revisión de ocupación de aulas, de uso de espacios físicos y de percepciones de los miembros de la comunidad académica. Con base en esta valoración, que no solo se realiza desde las unidades académicas sino desde la dirección universitaria, se toman decisiones de inversión para mejora o ampliación.

En relación con el programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, semestralmente la dirección de la escuela junto con la coordinación de posgrados organizará la asignación de horarios y espacios para el desarrollo de las labores formativas, determinando el uso de salones y laboratorios acordes con las actividades académicas planteadas.

A su vez, cuando el programa requiera utilizar otros espacios institucionales de las diferentes sedes de la Universidad, como auditorios, salas de cómputo, salones, entre otros, realizará una solicitud a la instancia que corresponda la asignación de este espacio físico para confirmar la disponibilidad de este y reservar el préstamo.

Plan de desarrollo, mantenimiento, actualización, renovación y reposición de la infraestructura física y tecnológica

Para orientar su desarrollo, la UIS cuenta con un sistema de planeación institucional compuesto por instancias organizacionales y procesos de planeación debidamente articuladas que permiten contar con los instrumentos de planeación.

A nivel institucional, en la unidad administrativa de Planeación se administran los procesos de planeación y programación de la actividad institucional, con la participación de las diferentes unidades académicas y administrativas y contando con el direccionamiento de las instancias de gobierno constituidas por el Consejo Académico y el Consejo Superior, en que se definen y aprueban las decisiones que definen el desarrollo institucional.

Desde la perspectiva operativa, el principal instrumento es el Plan de Desarrollo Institucional que se formula con fundamento en el Proyecto Institucional (PI) y la Misión y Visión Institucional y demás elementos requeridos, en cuya elaboración participa toda la comunidad universitaria.

Los objetivos estratégicos consignados en el plan de desarrollo institucional vigente (2019-2030) para cada periodo, constituyen el horizonte en que se formulan los programas anuales de gestión, que formulan todas y cada una de las instancias de gobierno de la Universidad, soportadas en los recursos financieros definidos en los presupuestos anuales respectivos y en el caso de la infraestructura física, se consignan los proyectos de construcción que se iniciarán en la respectiva vigencia anual, previa aprobación por parte del Consejo Superior de la Universidad, después de contar con el concepto de viabilidad por parte de la oficina de planeación y otras instancias administrativas que participan en el proceso.

Para direccionar el desarrollo de la infraestructura física, la Universidad actualmente cuenta con los Planes Maestros Integrales de Desarrollo Físico para las sedes de la Universidad, materializado en un conjunto de acciones de planificación y gestión, denominado el Taller del Plan Maestro de Infraestructura (T+PM) de la UIS.
Este Plan Maestro (PM) se constituye en el instrumento de planificación de la infraestructura física, que proporciona un marco integrador de la política institucional de la UIS con sus objetivos, metas y estrategias, bajo criterios de eficiencia, funcionalidad y desarrollo sostenible. Asimismo, proporciona estrategias para guiar el desarrollo de las distintas propuestas en el corto, mediano y a largo plazo.

El PM de infraestructura de la UIS se ha concebido como el instrumento rector de la planificación física de la Institución con un horizonte de 30 años, estructurado en fases complementarias e interrelacionadas. Asimismo, y en el marco de las directrices institucionales se busca crear, desde la arquitectura, edificaciones sostenibles que favorezcan la actividad académica.

El T+PM, realizado durante el periodo de 2016 a 2018, obtuvo como resultado los Planes Maestros de los campus de la sede central “Ciudad Universitaria”, de la Facultad de Salud, de la

sede de Floridablanca, del Parque Tecnológico de Guatiguará, y de las sedes de los municipios del Socorro, Málaga y Barbosa y, la priorización de iniciativas y proyectos, incorporadas al PM desde 2017.

El PM del campus Ciudad Universitaria considera intervenciones en varias edificaciones, espacio público, verde y libre; y predios aledaños al campus, beneficiando a la Escuela de Geología donde se encuentra adscrito el Doctorado, de la siguiente manera:

- En edificaciones: remodelación o ampliación de edificios existentes, restauración, demolición y reemplazo, y nuevas edificaciones.
- En espacio público, verde y libre: adecuación según el Manual de Paisaje UIS, creación de nuevo espacio público y liberación de zonas ocupadas por vehículos en superficie.
- En predios aledaños al campus: intervenciones en el espacio público de la ciudad adyacente al campus y consideración de adquisición de predios para futura expansión.

Para el mantenimiento de la planta física, se cuenta con la División de Planta Física, dependencia adscrita a la Vicerrectoría Administrativa, encargada de mantener los espacios físicos en condiciones ambientales y de seguridad que permitan desarrollar las actividades académicas y administrativas y, además, responder por la oportuna asesoría y la eficaz prestación de los servicios de albañilería, plomería, carpintería, soldadura, pintura, jardinería, celaduría, transporte y aseo[95].

Para su operación, se cuenta con procedimientos debidamente establecidos y aprobados en el Sistema de Gestión Integrado para el mantenimiento, reparación, adecuación o remodelación de los espacios físicos. De esta manera, se garantiza que todos los miembros de la comunidad universitaria dispongan de instalaciones, bienes y servicios requeridos para el desarrollo de las actividades misionales. En la Tabla 43 se presentan los recursos destinados para inversión física por parte de la Institución en los últimos seis (6) años.

Tabla 43. Recursos presupuestales destinados a financiar la inversión física (millones de pesos).

Rubro	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inversión física	6.018	9.858	42.683	25.014	66.901	72.713	63.571

Fuente: información facilitada por Planeación, mayo de 2022.

La planta física de la Universidad se ha ido acondicionando en la medida de las posibilidades y necesidades de la comunidad académica, dadas las particularidades de quienes las utilizan. Se resalta la incorporación del acceso y tránsito de las personas con discapacidades, se evidencia la creación de políticas[96] que fomentan los espacios físicos inclusivos y, en el Plan Maestro de Infraestructura de la UIS, se contempla la adecuación de obras existentes y nuevas mediante acciones que eviten, disminuyan y eliminen las diferentes barreras en el diseño, construcción o restructuración de espacios y edificios para facilitar la accesibilidad a los mismos.

[95] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 057 de 2004. Numeral 5.5
[96] CONSEJO SUPERIOR. Acuerdo N° 032 de 2019. Artículo 12.

Para garantizar que la infraestructura física y tecnológica permita superar las barreras de acceso, en especial para personas con discapacidad, la Universidad ha implementado estrategias de adecuación de los espacios físicos en los cuales se incluye la instalación de ascensores de pasajeros, vados o rampas para facilitar el acceso a aulas, auditorios, salas de cómputo, biblioteca, cafetería y espacios de bienestar.

Mecanismos que garantizarán que la infraestructura física y tecnológica permitirá superar las barreras de acceso y las particularidades de las personas que requieran de ajustes razonables, de acuerdo con la normatividad vigente.

La planta física de la Universidad se ha ido acondicionando en la medida de las posibilidades y necesidades. Resaltando la incorporación del acceso y tránsito de las personas con discapacidades, se evidencia la creación de políticas[97] que fomentan los espacios físicos inclusivos y, en el Plan Maestro de Infraestructura de la UIS, se contempla la adecuación de obras existentes y nuevas mediante acciones que eviten, disminuyan y eliminen las diferentes barreras en el diseño, construcción o restructuración de espacios y edificios para facilitar la accesibilidad a los mismos.

Para garantizar que la infraestructura física y tecnológica permita superar las barreras de acceso, en especial para personas con discapacidad, en particular, la Universidad ha implementado estrategias de adecuación de los espacios físicos en los cuales se incluye la instalación de ascensores y rampas para acceso a aulas, auditorios, salas de cómputo, biblioteca, cafetería y espacios de bienestar.

Con tal propósito, y en coordinación desde los procesos de planeación integral del espacio físico (planes maestros de infraestructura), a nivel institucional, se adelantarán acciones para la adecuación de obras existentes o por realizar que eviten, disminuyan y eliminen las diferentes barreras físicas en el diseño, construcción o restructuración de los edificios y mobiliario institucional, lo cual se hará efectivo en concordancia con el decreto No. 1538 de 2005 y las disposiciones que lo modifiquen, adicionen, complementen o sustituyan, el cual establece las normas y criterios básicos para facilitar la accesibilidad a las personas con movilidad reducida, sea ésta temporal o permanente, o cuya capacidad de orientación se encuentre disminuida por la edad, analfabetismo, limitación o enfermedad. Lo anterior, aunado a las demás normas técnicas colombianas, será tenido en cuenta de manera integral en el momento de ejecutar los proyectos de infraestructura aplicados a la Universidad, teniendo como horizonte disponer de espacios académicos e informáticos inclusivos, entendiendo a estos últimos como sitios de generación, recepción e interacción con las tecnologías de la información y las comunicaciones, las cuales procuran el acercamiento y complementariedad de los procesos desarrollados en los ámbitos de la enseñanza y el aprendizaje (CENTIC, aulas virtuales de aprendizaje, software especializado,

[97] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Consejo Superior. Acuerdo N°32 de 2019. Artículo 12.

audiolibros, traductores de señas, impresora braille, medios audiovisuales, sistemas de subtitulado automático, magnificadores de imagen, lectores de pantalla, audífonos, micrófonos, entre otros.).

Espacios físicos y virtuales que le faciliten al estudiante la participación en comunidades de aprendizaje por fuera del aula, de tal forma que se soporte el tiempo de aprendizaje independiente

El Doctorado en CST contará con espacios físicos y virtuales para fomentar la participación de los estudiantes en comunidades de aprendizaje por fuera del aula, tal es el caso del Centro de Estudios de la Escuela, salas de estudio en biblioteca central y ubicadas en diferentes espacios del campus central.

Respecto a los espacios virtuales, se cuenta con el acceso remoto a los servicios de consulta de la biblioteca, las aulas virtuales donde los profesores cargan trabajos, videos y material de apoyo para utilizar en el trabajo independiente, y las diferentes plataformas, simuladores, apps y diversas herramientas virtuales que se usan de apoyo a la formación dada en las aulas.

11. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

El Estatuto General establece que la Universidad ofrecerá un servicio público cultural de excelencia; para ello organizará y pondrá en funcionamiento un sistema que le permita garantizar a la sociedad el cumplimiento de sus objetivos con alta calidad, desarrollando en forma continua procesos de evaluación de sus funciones docentes, de investigación y extensión, así como de la administración de la Universidad.

En la búsqueda de la calidad de la educación en los programas de posgrados las instituciones asumen con total autonomía y liderazgo el proceso de acreditación para el mejoramiento continuo, en el marco de una cultura de evaluación y autorregulación de su proceso formativo.

Autoevaluación del Programa

La autoevaluación de los programas académicos en la Universidad hace parte de la cultura Universitaria. El proceso de autoevaluación tiene un componente institucional coordinado desde la Vicerrectoría Académica por la Coordinación de Evaluación de la Calidad Académica, para lo cual se cuenta con el Sistema de Autoevaluación de Programas Académicos, SIAPAD, el cual contiene ocho elementos:

- Referente conceptual.
- Organización del proceso de evaluación.
- Proceso metodológico.
- Modelo de evaluación de los programas académicos.
- Encuestas.
- Herramientas para la ponderación, el análisis documental, el taller de evaluación de indicadores y el análisis y la discusión de resultados.
- Guías para la formación del plan de mejoramiento y la elaboración del informe de autoevaluación.
- Diagramas de orientación para el desarrollo del proceso de autoevaluación.

El Consejo Nacional de Acreditación elaboró un documento público con los aspectos más relevantes de la autoevaluación con el fin de facilitar el proceso a las instituciones o programas académicos que hayan decidido acreditar los programas de posgrado. El proceso inicia con la comunicación y coordinación, mediante la apertura de los espacios necesarios que permitan acceder a la información para la construcción de juicios de calidad. Para ello la institución debe conformar la instancia administrativa que será responsable de la orientación diseño y coordinación. Crear mecanismos para presentar a la comunidad universitaria las políticas y modelos de autoevaluación, realizar talleres para analizar el documento de lineamientos de la Acreditación de Alta Calidad de Programas y definir los instrumentos y métodos para la recolección de información. Por tanto, la autoevaluación en el Programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se entiende como un proceso permanente de reflexión sobre los logros y dificultades presentados en el desarrollo académico y administrativo.

Cada programa debe definir el modelo de autoevaluación de acuerdo con los objetivos que se quieren alcanzar con la autoevaluación.

Modelo de Autoevaluación en Doctorado en CST

Siguiendo los lineamientos descritos por el Consejo Académico el 28 de agosto de 2012, y el modelo definido por el Consejo Nacional de Acreditación, se describe el modelo de autoevaluación del Doctorado en CST:

La metodología de autoevaluación contempla tres conceptos básicos, que se definen de la siguiente manera:

- **Factores:** son grandes áreas de desarrollo que expresan los elementos con los que cuenta tanto la institución como el programa que contenga los componentes estructurales, misión, propósitos y objetivos del programa con las funciones sustantivas de investigación, docencia y proyección social.
- **Características***:* se encuentran referidas a los factores anteriormente, a través de ellas se hace perceptible el grado en que el programa logra la calidad de su desempeño.
- **Indicadores:** reflejan las características y posibilitan observar o apreciar su desempeño en una situación dada. Los indicadores expresan atributos susceptibles por lo tanto podrían ser cualitativos o cuantitativos.

El modelo contiene los doce (12) factores definidos por el Consejo Nacional de Educación Superior CESU[98] Acreditación y se listan a continuación:

- *Factor 1. Proyecto educativo del programa e identidad institucional.* Proyecto Educativo del Programa y Relevancia académica y pertinencia social del programa académico.

- *Factor 2. Estudiantes.* Participación en actividades de formación integral; Orientación y seguimiento a estudiantes; Capacidad de trabajo autónomo; Reglamento estudiantil y política académica; Estímulos y apoyos para estudiantes.

- *Factor 3: Profesores.* Selección, vinculación y permanencia; Reglamentación para Profesores; Número, dedicación, nivel de formación y experiencia; Desarrollo profesoral; Estímulos a la trayectoria profesoral; Producción, pertinencia, utilización e impacto de material docente; Remuneración por méritos; Evaluación de profesores;

- *Factor 4. Egresados.* Seguimiento de los egresados e Impacto de los egresados en el medio social y académico.

- *Factor 5. Aspectos académicos y resultados de aprendizaje.* Integralidad de los aspectos curriculares; Flexibilidad de los aspectos curriculares; Interdisciplinariedad; Estrategias pedagógicas; Sistema de evaluación de estudiantes; Resultados de aprendizaje;

[98] Acuerdo 02 de 2020 - EL CONSEJO NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR – CESU

Competencias; Evaluación y autorregulación del programa Académico; Vinculación e interacción social.

- *Factor 6. Permanencia y Graduación*. Políticas, estrategias y estructura para la permanencia y la graduación; Caracterización de estudiantes y sistema de alertas tempranas; Ajustes a los aspectos curriculares; Mecanismos de selección.

- *Factor 7. Interacción con el entorno nacional e internacional.* Inserción del programa en contextos académicos nacionales e internacionales; Relaciones externas de profesores y estudiantes; Habilidades comunicativas en una segunda lengua.

- *Factor 8. Aportes de la investigación, la innovación, el desarrollo tecnológico y la creación, asociados al programa académico.* Formación para la investigación, desarrollo tecnológico, la innovación y la creación; Compromiso con la investigación, desarrollo tecnológico, la innovación y la creación.

- *Factor 9. Bienestar de la comunidad académica del programa*. Programas y servicios; Participación y seguimiento.

- *Factor 10. Medios educativos y ambientes de aprendizaje*. Estrategias y recursos de apoyo a profesores; Estrategias y recursos de apoyo a estudiantes; Recursos bibliográficos y de información.

- *Factor 11. Organización, administración y financiación del programa académico.* Organización y administración; Dirección y gestión; Sistemas de comunicación e información; Estudiantes y capacidad institucional; Financiación del programa académico; Aseguramiento de la alta calidad y mejora continua.

- *Factor 12. Recursos físicos y tecnológicos*. Recursos de infraestructura física y tecnológica; Recursos informáticos y de comunicación.

Resultado de la Autoevaluación.

El Informe de Autoevaluación nos permite tener una perspectiva y un mejoramiento continuo del programa, durante la vigencia del tiempo en el registro calificado y que permita el paso que asegura que la Universidad y el programa se apropien de una cultura de la calidad y el mejoramiento continuo.

Los resultados obtenidos en la evaluación de cada uno de los factores y características que constituyen la metodología sirven para determinar la calidad del programa a través de la valoración interpretativa de la calidad de cada característica y factor.

Plan de mejoramiento.

Por último, se presenta un Plan de Mejoramiento donde se debe plantear cómo el programa aspira profundizar fortalezas y a mejorar debilidades. Este plan debe incluir metas que permitan

hacer un seguimiento al mismo, a través de actividades programadas, según los indicadores de gestión que permitan monitorear su desarrollo. La planificación institucional se debe articular con los planes de mejoramiento de cada uno de los programas.[99]

La Escuela de Geología asumirá el liderazgo de este proceso y propiciará que en él participe de manera amplia la comunidad académica (profesores, estudiantes, egresados, directivos). Este autoestudio se desarrollará de manera integral, con el propósito de mejorar la calidad del programa y, por ende, de la institución, y de asegurar a la sociedad que cumple con los más altos requisitos de calidad y realiza sus propósitos y objetivos.

[99] Lineamientos para la Acreditación de programas CNA. Informe de Autoevaluación.

12. RECURSOS FINANCIEROS

La Universidad Industrial de Santander – UIS- es una universidad pública del orden departamental con autonomía administrativa, financiera y académica; se financia con los aportes de la Nación, de las entidades territoriales, de entidades públicas y privadas y con sus rentas propias.

La ejecución de los recursos obtenidos, de las fuentes anteriormente mencionadas, se organiza mediante un presupuesto general, es decir, que incluye la programación de los ingresos y egresos para todas y cada una de las dependencias que conforman la Universidad.

El presupuesto General se elabora siguiendo la normatividad institucional establecida mediante el Acuerdo del Consejo Superior No. 067 del año 2003, denominado Estatuto Presupuestal de la Universidad Industrial de Santander, y además se tienen en cuenta todas las normas legales vigentes que aplican para la Universidad.

El Estatuto establece los procesos de programación, elaboración, presentación, aprobación, modificación y control presupuestal, al cual deben ceñirse todas las dependencias de la Universidad.

Planeación, es la unidad encargada de preparar anualmente el Proyecto de Presupuesto para ser presentado al Consejo Académico y Consejo Superior, consolida las proyecciones de ingresos y gastos que elaboran todas las dependencias a través de los diferentes fondos definidos en la Universidad (según los Acuerdos No. 048 de 1994 y No. 069 de 1997 del Consejo Superior):

- **Común**: comprende los fondos disponibles para el desarrollo de las operaciones ordinarias de la Universidad generados por conceptos de aportes gubernamentales, ingresos propios por concepto de matrículas de pregrado presencial y posgrados no autofinanciables, entre otros.
- **Ajenos**: administra los recursos aportados por diferentes entidades u organismos para el desarrollo de programas de investigación y proyectos especiales, con destinación específica.
- **Patrimonial**: maneja los recursos por concepto de donaciones para financiar estudiantes de bajos recursos.
- **Rentas Especiales**: maneja los dineros generados por prestación de servicios, consultoría, educación continuada, programas de extensión, educación a distancia y posgrados semiescolarizados, entre otros.
- **Estampilla Pro-UIS**: maneja los recursos provenientes del recaudo de la estampilla para financiar la inversión.
- **Estampilla ProUnal y demás universidades estatales de Colombia**: maneja los recursos provenientes del recaudo de la estampilla en el Fondo Nacional de las Universidades Estatales de Colombia para financiar inversión.

La División Financiera, es la dependencia encargada de la ejecución presupuestal, control de recursos físicos y financieros, brinda asesoría y apoyo a las Unidades Académicas y Administrativas en el manejo de los recursos, y se encarga de presentar los informes financieros a la Dirección de la Universidad y las entidades externas que lo requieran.

Para la vigencia fiscal del año 2022, el Consejo Superior aprobó el Programa Anual de Gestión y el Presupuesto General de la UIS, por valor de cuatrocientos nueve mil seiscientos sesenta y dos millones ciento ochenta y tres mil novecientos veinte pesos M/cte. ($409.662.183.920) según el Acuerdo Superior No. 58 del 13 de diciembre de 2021.

Las fuentes de financiación de la Universidad están conformadas por:

❖ **Ingresos**.
Los ingresos están conformados por: Aportes de la Nación, del Departamento y las Rentas Propias.

❖ **El aporte de la Nación incluye**:
• Partida programada en el Presupuesto Nacional, por $175.767.188.796, correspondiente al aporte ordinario para funcionamiento incluidos los recursos adicionales a la base presupuestal.
• Aporte por $1.000.000.000, atendiendo el artículo 87 de la Ley 30 de 1992.
• Reembolso de $1.200.000.000, por descuentos realizados a los estudiantes que hayan ejercido el derecho al voto, en atención a lo establecido en la Ley 403 de 1997 y sus modificaciones posteriores.
• Otros aportes, por $9.303.177.560 correspondientes a otros recursos adicionales así: $8.003.177.560 para la financiación del Plan de Fomento a la Calidad (PFC) y $1.300.000.000 2 de excedente de cooperativas.
• Aporte para cesantías, por $2.700.980.261 correspondiente al 81,6% de las cesantías causadas a diciembre de 1997 y pagadas durante los años 2008 a 2019 a los empleados que se retiraron durante este período o se cambiaron al régimen de la Ley 50, en trámite de cobro.

❖ **El aporte del Departamento de Santander está conformado por**:
• La partida asignada en la Ordenanza No. 016 del 27 de agosto de 2008, por valor equivalente a 20.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes, distribuidos así: o 10.000 SMMLV para Inversión en la sede central o 10.000 SMMLV para desarrollo del programa de regionalización.
• El aporte para cesantías por un monto de $332.326.493 correspondiente al 10,04% de las cesantías causadas a diciembre de 1997 y pagadas durante los años 2008 a 2019.

❖ **Las rentas propias están integradas por**:
Los ingresos corrientes, recursos de capital, venta de bienes y servicios, estampilla Pro-UIS, estampilla Pro-UNAL, otras rentas y los recursos administrados, destinados a la actividad de investigación. Los ingresos corrientes, cuyas tarifas están establecidas en salarios mínimos, se estimaron con un incremento del 5% en el salario mínimo para el 2022. Los ingresos por

concepto de la Estampilla Pro-UIS programados para el 2022, ascienden a $36.504.000.000, monto que se espera recaudar en el marco de la normatividad vigente.

Consolidados todos los fondos la participación oficial alcanza el 55,19%, con un aporte de la Nación del 50,52% y del Departamento del 4,67%. El 44,81% restante corresponde a rentas propias.

Presupuesto de la Unidad Académica Administrativa

La Escuela de Geología cuenta con los siguientes fondos activos para su funcionamiento:

- El Fondo Común (6420): Estos dineros son aportados por la Universidad y son destinados para pagar los gastos de las prácticas de campo de los estudiantes de pregrado y prácticas docentes, para la compra de reactivos químicos, material de laboratorio y los honorarios de administrativos no profesionales.
- El Fondo Especial (7036): Con este fondo se cubren los gastos de la Escuela, como compra de equipos, papelería, viáticos docentes, papelería, contratación de personal; estos dineros son obtenidos por aporte de proyectos externos, facturación de servicios y diplomados.
- Fondo Maestría en Geología (7726): Este fondo corresponde al programa autofinanciado de Maestría en Geología.

A continuación, en la Tabla 44 se describen los montos aprobados para el año 2022 en cada uno de los fondos pertenecientes a la unidad académica-administrativa, Escuela de Geología, donde se encuentra adscrito el programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Tabla 44. Presupuesto aprobado para el año 2022 en las subcuentas de los fondos de la Escuela de Geología.

FONDO	PRESUPUESTO 2022	INGRESOS	DETALLE INGRESOS
6420	$ 858.699.000	NA	
7036	$ 269.258.000	$278.387.000	- Elaboración de secciones delgadas - Remanentes proyectos de extensión e investigación - Préstamo de equipos - Multas a estudiantes - Venta de servicios (secciones delgadas, análisis petrográficos) a otras unidades de la Universidad
7726	$ 159.987.820	$ 159.672.820	- Remanentes del fondo por pago de matrículas, derechos académicos y apoyo de sostenimiento

Por otra parte, a continuación, se presentan las inversiones realizadas en los últimos cinco (5) años en la Escuela de Geología, especialmente en equipos de laboratorio e informáticos que favorecen el logro de los propósitos del programa. (Ver Tabla 45)

Tabla 45. Inversiones realizadas en los últimos cinco (5) años en la Escuela de Geología.

DESCRIPCIÓN	VALOR	AÑO
Dos (2) balanzas analítica marca OHAUS modelo Ex 124 serie	$ 11.530.000	2016
Dos (2) balanzas de precisión marca OHAUS modelo Ex 623 serie	$ 10.035.000	2016
Ocho (8) planchas de calentamiento con agitación magnética	$ 1.800.000	2016
Dos (2) horno para secado de convección forzada Ref. 51028122	$ 8.250.000	2016
Dos (2) equipos de laboratorio baño ultrasonido	$ 2.250.000	2016
Dos (2) microscopios petrográfico	$ 27.200.000	2016
Dos (2) microscopios Estereomicroscopio	$ 4.775.000	2016
Tres (3) Estereomicroscopios Binocular	$ 3.844.000	2016
Dos (2) Cabina ESCO EXTRACT mono	$ 26.189.740	2016
Dos (2) equipos manual de corte de roca y accesorios	$ 55.375.086 cada uno	2017
Dos (2) equipos manual de corte de precisión a bajas revoluciones	$ 30.605.709 cada uno	2017
Dos (2) equipos manual de corte y pulido de secciones delgadas	$ 92.664.137 cada uno	2017
Dos (2) equipos manual de pulido y accesorios	$ 47.212.396 cada uno	2017
Un (1) taladro automatizado para la toma de tapones	$ 104.907.759	2017
Dos (2) equipo manual de impregnación de roca por vacío	$ 30.499.569	2017
Cinco (5) – computadores de escritorio MODELO PRECISION TOWER 3630 MT	$ 5.719.300 cada uno	2020
Dos (2) – computadores de escritorio MODELO DELL VOSTRO SFF 3470	$ 3.467.660	2020
Catorce (14) - Monitores Profesional Dell 21.5" MODELO P2219H	$ 703.290 cada uno	2020
Dos (2) - Computadores portátil HP, modelo 15 -da0015la	$ 3.510.500 cada uno	2020
Un (1) - computador portátil marca HP 14-CM1023LA 14"	$ 1.380.400	2020
Un (1) Dron Phamton 4 RTK con Módulo GNSS de alta sensibilidad y Sistema de precisión de vuelo estacionario RTK	$ 33.810.280	2020
Cuatro (4) Drones Mavic 2 pro con kit de vuelo	$ 9.383.150 cada uno	2020
Una (1) Brújula Brunton tránsito en aluminio	$2.228.563	2021
Dos (2) Martillos E3-22P Estwing	$244.357	2021
un (1) Software mav556 agisoft metashape professional, educational license, 3 licenses pack	$7.230.678	2021
Tres (3) computadores de escritorio marca Dell, modelo vostro SFF 3681	$5.852.420 cada uno	2021
Uno (1) computador portátil ASUS corporativo expertbook B1400CEPE-EK0121R	$6.842.500	2021
Veinte (20) Martillo pico roca dura 22 onzas estwing ref E3-22P	$243.950 cada uno	2021
Diez (10) Lupa bausch & lomb 10x lente triplet	$279.078 cada uno	2021
Diez (10) Lupa bausch & lomb 20x lente triplet	$309.400 cada uno	2021
Ocho (8) ventiladores de pared marca samurai	$238.000 cada uno	2022
Cinco (5) proyectores video beam marca Epson modelo E20	$2.346.680 cada uno	2022
Un (1) Centillometro RS-125 super-spec handheld with 2.0 x 2.0 nai crystal (6.3 in3)	$78.625.367,27	2022

ANEXO A

PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE

OBLIGATORIAS PLAN DE ESTUDIOS

NIVEL I

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
GESTIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO			
Código:			**Número de Créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			
HIP		**HTI:** **8**	**Requisitos: N/A**
Teóricas: **4**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

El curso Gestión del conocimiento es una actividad académica del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Tierra, encaminado a generar espacios de discusión y comprensión relacionados con la generación, organización, difusión y transferencia del conocimiento a la comunidad científica y sociedad en general. Se pretende dotar al estudiante de herramientas que le permitan acceder al conocimiento, procesarlo, integrarlo y generar nuevo conocimiento.

PROPÓSITO

Ofrecer al estudiante experiencias que le permitan entender la relación entre el conocimiento y el desarrollo económico de la sociedad.

Capacitar al estudiante en los conceptos básicos de la gestión del conocimiento y sus aplicaciones en la organización de la información científica.

COMPETENCIAS

Se espera que a lo largo del curso cada estudiante desarrolle las siguientes competencias:

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Comprende los conceptos básicos de generación de conocimiento de manera que establece un sustrato robusto sobre el cual construye los fundamentos más importantes que involucra la gestión y transferencia del conocimiento.
- Demuestra la capacidad de entender la relación entre gestión de conocimiento y capital intelectual buscando que en la praxis de su ejercicio profesional fortalezca mutuamente estas dos vertientes beneficiando a la comunidad científica y la sociedad en general.
- Interpreta situaciones inherentes a la protección del conocimiento ubicándose en el marco normativo nacional e internacional para evaluar el avance y aporte del conocimiento, amparándolo en el contexto científico de su disciplina.
- Formaliza los conceptos centrales de cómo se divulga y protege el conocimiento para cualificarse en las adecuadas estrategias y metodologías que hagan eficiente la apropiación social y científica del conocimiento.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Acepta su compromiso y responsabilidad en el alcance de los logros propuestos de manera que compromete su conocimiento disciplinar de manera armonioso con principios y valores ante la sociedad.
- Se concientiza del papel ético y científico en el respeto por los derechos de autor dentro de su área de investigación como en la interrelación con pares de áreas interdisciplinarias.
- Demuestra respeto, honestidad y valores éticos y morales y hace de esto un ejercicio

continuo en todas las situaciones, siendo un promotor y multiplicador de su conocimiento científico generando beneficio a la comunidad en general.

CONTENIDOS

CAPITULO I. Introducción

- Historia de la gestión del conocimiento
- Relación conocimiento – desarrollo económico y social.

CAPITULO II. La sociedad del conocimiento.

CAPITULO III. Modelos de gestión del conocimiento

CAPITULO IV. Herramientas para la gestión del conocimiento

CAPITULO V. La transferencia y divulgación del conocimiento

CAPITULO VI. Las revistas científicas

CAPITULO VII. El artículo científico

CAPITULO VIII. Las patentes y los modelos de utilidad

CAPITULO IX. La propiedad intelectual.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

El profesor dirigirá clases teóricas, modalidad magistral. Orientará a los estudiantes en las lecturas y análisis del material de clase asignado. Creará los ambientes propicios para que el estudiante conozca los principios básicos de la gestión del conocimiento. Durante las consultas estará atento a aclarar dudas respecto al curso.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

Los estudiantes deberán atender y participar en las actividades de clase y consulta. Así mismo deberán presentar a tiempo los informes, exámenes y demás reportes requeridos. Se encargará de profundizar mediante lecturas recomendadas y por su cuenta los temas de la actividad académica.

NORMAS DEL CURSO

Se establece el respeto por sí mismo y sus compañeros. Igualmente, se hace énfasis en el respeto a las normas de la institución y a los derechos de autor en el desarrollo de las actividades del curso.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Desarrolla lecturas previas de los temas relacionados con los contenidos propuestos en la actividad académica de gestión y transferencia del conocimiento.
- Participa activamente en clase, analiza las situaciones presentadas y propone soluciones en problemáticas que podrían surgir al relacionar la gestión del conocimiento y el capital intelectual.
- Asiste a clases y a las horas de consulta.
- Presenta a tiempo los informes y ejercicios propuestos en el curso en el que demostrará la comprensión adecuada de la protección intelectual del conocimiento.
- Ejecuta las tareas propuestas de acuerdo con las directrices dadas orientadas a la adecuada divulgación, protección y apropiación social del conocimiento.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN Y EQUIVALENCIA CUANTITATIVA:

SEMINARIOS

Constituyen el 40% de la nota global del curso. Para la evaluación del seminario se tendrán en cuenta lo siguientes criterios:
1) Calidad de la presentación audiovisual (10%),
2) Dominio del contenido abordado (10%)
3) Facilidad de comunicación (10%)
4) Capacidad de síntesis de tema durante la presentación (10%).

FOROS:

Representan el 30% de la nota global del curso. Para la evaluación del foro se tendrá en cuenta lo siguientes criterios:
1) Planteamiento adecuado del tema a discutir (10%)
2) Interacción con el auditorio (10%)
3) Capacidad argumentativa y respeto por el disenso (10%).

CUESTIONARIOS:

Constituyen el 30% de la nota global del curso y evaluará al final del curso, el contenido de las cinco unidades desarrolladas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Belly, Pablo Luis, (2008): "*Emprender el camino de la gestión del conocimiento"* Editorial Temas
2. Hanushek, E., Woessman, L. and Fuest, C. (2015). The Knowledge Capital of Nations: Education and the Economics of Growth. The MIT Press, 280p.
3. Dalkir, K. (2005). Knowledge management in theory and practice. McGill university, 356p.
4. Hislop, D.; Bosua, R. and Helms, R. (2018). Knowledge management in organizations: A critical introduction. 4 ed. Oxford, 344p

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
PROPUESTA DE TESIS DOCTORAL I			
Código:			**Número de créditos: 5**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **11**	
Teóricas: **4**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

La actividad académica Propuesta de Tesis Doctoral I, le permite al estudiante explorar, identificar y concretar cuál será el tema de investigación a desarrollarse como tesis de grado.

Esta actividad académica contribuye además al cumplimiento del artículo 128 del Reglamento General de Posgrado: Antes de finalizar el primer período académico matriculado, el estudiante deberá presentar, con el visto bueno del director o del grupo de investigación que lo respalda, ante el Comité Asesor de Programas de Posgrado, el tema de la tesis doctoral. El Comité Asesor de Programas de Posgrado, a partir de este momento, hará oficial la designación del director de la tesis doctoral.

PROPÓSITO

- Dar a conocer los conceptos filosóficos de la investigación, la técnica y la tecnología que permitan al estudiante planificar y desarrollar trabajos de investigación.
- Generar en el alumno el sentimiento de responsabilidad social en su papel de investigador y promotor del desarrollo científico.
- Propiciar la reflexión en los estudiantes sobre los criterios por los cuales se justifica el conocimiento, además de considerar las circunstancias históricas, psicológicas y sociológicas que llevan a su obtención.

COMPETENCIAS

Saber:

- Reconoce los conceptos filosóficos de la investigación y la epistemología de las ciencias físicas, para realizar una revisión crítica de los documentos científicos a revisar durante el desarrollo del doctorado
- Identifica metodologías de investigación científica y tecnológica para evaluar su pertinencia de acuerdo con las preguntas de investigación propuestas

Hacer:

- Propone preguntas de investigación, de acuerdo con las necesidades de la sociedad y las tendencias de la ciencia y la tecnología para identificar temas posibles de tesis doctoral
- Plantea hipótesis para las preguntas de investigación propuestas para determinar que preguntas de las propuestas pueden responderse con los recursos disponibles
- Analiza información bibliográfica pertinente de acuerdo con el tema a investigar para construir el estado del arte de la tesis doctoral

Ser:

- Construye de manera independiente procesos de investigación para anticipar oportunidades, el reconocimiento de retos y la construcción de soluciones a necesidades propias y del entorno.

CONTENIDOS

- Reglamento general de posgrados

- Recursos de información – gestión tecnológica
- Búsqueda bibliográfica para establecer el estado del arte de un tema de investigación
- Estructura y contenido del estado del arte
- Método científico para la elaboración de una propuesta de investigación
- Pautas para la redacción de un documento científico
- Escritura y revisión de un primer borrador del estado del arte
- Documentación de los resultados de proyectos de investigación
- Propiedad intelectual
- Publicaciones
- Confidencialidad
- Patentes

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Reuniones semanales con el director de tesis para discutir los contenidos propuestos.
Revisión Bibliográfica.
Redacción de Informes sobre la exploración del estado del arte.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE:

- Identifica metodologías de investigación científica y tecnológica en términos de los paradigmas de la ciencia y tecnología.
- Reconoce las características de la investigación científica-tecnológica, en contraste con la investigación de orden teórico.
- Reflexiona sobre el tema de investigación y logra enmarcarlo en el contexto histórico de la ciencia, social, ambiental y económico de la región y del país.
- Define el objeto de la investigación a desarrollar en el doctorado y lo plantea en un documento escrito, según las orientaciones recibidas.
- Presenta ante el Comité Asesor de Programas de Posgrado el tema del trabajo de Investigación.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

- Presentación y argumentación de preguntas de investigación posibles, con las metodologías pertinentes para cada pregunta de investigación (25%).
- Participación en las discusiones dirigidas, trabajos prácticos, presentaciones en clase, elaboración de informes escritos (25%).
- Presentación del estado del arte en el tema de investigación de interés (25%).
- Identificación del tema, objetivos y justificación del tema de investigación (25%).

EQUIVALENCIA CUALITATIVA:

- El Comité Asesor de Programas de Posgrado estudiará el tema propuesto y entregará su concepto de APROBADO o no APROBADO y a partir de este momento hará oficial la designación del director del trabajo de grado. La calidad de APROBADO será definida una vez el estudiante presente un tema de investigación, con objetivos y justificación viables para una tesis de doctorado al Comité Asesor De Programas de Posgrado.

BIBLIOGRAFÍA

1. BAHELARD, Gaston. La formación del espíritu científico. México, Siglo XXI, 25 Ed. 2004
2. BUNGE, Mario. La investigación científica. México, Siglo XXI, 2000.
3. CEGARRA, José Sánchez. Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica. Ed. Díaz de Santos. 2011.
4. GARCÍA, Sanz Mari Paz. Guía práctica para la realización de trabajos fin de grado y trabajos fin de máster. 2012.
5. GLASERSFELD, Ernest Von. Aspectos del constructivismo radical, en Marcelo Pakman

(comp.), Construcciones de la experiencia humana. Vol. I. Barcelona, Gedisa, 1996
6. HERBERT, Simón. Las ciencias de lo artificial. Barcelona, Ed. Comares, 2006.
7. HUGHES, John y W. Sharrock. La filosofía de la investigación social. México, FCE, 1999
8. K. SAINANI, "*Writing in the Sciences*", Open Course, Stanford University, 2013.
9. KUHN, T.S. La estructura de las revoluciones científicas. México, FCE, 1986
10. J.M., SWALES & C.B., Feak, "*Academic writing for graduate students*", Michigan Series in English for Academic and Professional purposes, University of Michigan, 2012.
11. SAMAJA, Juan. Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica. Buenos Aires, Eudeba, 1994
12. Reglamento General de Posgrado UIS. 2010.
13. VARGAS Guillén, Germán. Tratado de Epistemología. 2ª ed. Bogotá, San Pablo, 2006.

NIVEL II

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
SEMINARIO I: TEMAS ACTUALES DE LA CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:**	
Teóricas:	**Prácticas:**	**9**	
3	**0**		

JUSTIFICACIÓN

El seminario I, tiene como objetivo proporcionar un espacio de discusión pública, donde el estudiante buscara información de los antecedentes, y marco teórico fundamentales para la formulación de la hipótesis y planteamiento del problema de investigación que desea desarrollar en el programa de Doctorado.

El seminario busca mejorar las competencias investigativas de los estudiantes, brindado herramientas para la indagación científica y elementos que le ayuden a profundizar temas relacionados con la Ciencia Tecnología e Innovación.

Dentro de las actividades de este seminario el estudiante deberá asistir, preparar, presentar y sustentar ante sus compañeros las ideas sobre las cuales investigará y se formará como doctor.

PROPÓSITO

El propósito de la actividad académica es generar espíritu de investigación en el estudiante y estimular en este el sentido de la indagación y curiosidad por los fenómenos del sistema terrestre. Desarrollar la capacidad investigadora, tanto en la consecución de información como en la producción y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos.

COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante habrá desarrollado o reforzado competencias del tipo:

Saber:

- Desarrolla la capacidad investigadora y analítica para plantear un trabajo de investigación.
- Profundiza en temáticas específicas necesarias para el desarrollo del trabajo de investigación.

Hacer:

- Posee la capacidad de recopilar, analizar información científico-tecnológica para establecer el estado del arte de un tópico en concreto.
- Aplica los conocimientos adquiridos para plantear preguntas y problemas de investigación.

Ser:

- Demuestra compromiso con su formación académica.
- Muestra respeto por las ideas científicas de sus colegas y miembros de la comunidad científica.

CONTENIDOS

- Las actividades en los seminarios I a III se orientan a la elaboración de la Propuesta de Tesis, así como en la preparación de su examen de candidatura.

- Adicionalmente se invita a profesores e investigadores internos o externos al programa para que ofrezcan seminarios cortos y conferencia.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

SEMINARIOS: se desarrollarán a partir de temáticas relacionadas con la metodología de investigación. El análisis de la información científica y a partir de esta, la formulación del estado del arte. Todas estas actividades deberán conducir al planteamiento del problema a resolver durante el doctorado.

FOROS: a partir de información suministrada o propuesta, se debatirán temas de interés en la ciencia del sistema terrestre para consolidar el análisis y la generación de nuevas propuestas de indagación científica.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Muestra coherencia y claridad entre lo que escribe, piensa y dice en el momento de argumentar sus resultados de Investigación.
- Presenta de forma responsable, coherente y organizada avances de investigación en los tiempos previstos.
- Formula preguntas pertinentes y discute sobre los temas y resultados presentados por sus compañeros.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

- La evaluación se realizará con base en el cumplimiento de las actividades planeadas en los seminarios y foros: la presentación de ensayos, utilización de la bibliografía, las exposiciones, la participación, las fuentes de información, y demás complementos utilizados en el seminario de investigación.

EQUIVALENCIA CUALITATIVA

- Esta actividad académica no será evaluada cuantitativamente. El director del seminario dará una calificación cualitativa de APROBADO o NO APROBADO dependiendo de la participación del estudiante en las actividades propuestas. EL concepto de APROBADO se dará al estudiante que presente los ensayos, las exposiciones y participe activamente (con una asistencia mínima al 80% de las sesiones)

BIBLIOGRAFÍA

De acuerdo al tema de estudio específico de cada estudiante

1. Cegarra, José Sánchez. Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica. Ed Díaz de Santos. 2011.
2. García, Sanz Mari Paz. Guía práctica para la realización de trabajos fin de grado y trabajos fin de máster. 2012.
3. K. Sainani, "*Writing in the Sciences*", Open Course, Stanford University, 2013. Reglamento General de Posgrado UIS. 2010.
4. J.M., Swales & C.B., Feak, "*Academic writing for graduate students*", Michigan Series in English for Academic and Professional purposes, University of Michigan, 2012

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
PROPUESTA DE TESIS DOCTORAL II			
Código:			**Número de créditos: 5**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:** **Propuesta de Tesis Doctoral I**
HIP		**HTI:**	
Teóricas:	**Prácticas:**		
4	**0**	**11**	

JUSTIFICACIÓN

El estudiante de Doctorado en Ciencia del sistema Terrestre debe invertir gran parte del tiempo en adquirir metodologías y destrezas relacionadas con herramientas y técnicas de investigación de carácter general. Una adecuada preparación y formación en estos aspectos permitirá la consolidación y mejora de las competencias de los doctorandos en actividades inherentes de investigación, lo que a su vez contribuirá al desarrollo del proceso investigativo.

Esta actividad académica permite fortalecer la capacidad investigativa de los participantes en los temas de relevancia para su formación, luego de definir una línea de investigación en Propuesta de Tesis Doctoral I, dando continuidad a la construcción y formalización a este tema de investigación con la creación de una propuesta doctoral.

PROPÓSITO

- Proporcionar un espacio académico con acompañamiento del docente, en el cual el estudiante avance en el planteamiento de su propuesta de tesis doctoral, y en el aprendizaje de técnicas de investigación.
- Ofrecer experiencias de formación que permitan al estudiante desarrollar la actividad creadora.
- Aplicar los requerimientos básicos para la formulación de propuestas de investigación.
- Dar a conocer la reglamentación institucional y lineamientos para la presentación de la propuesta de tesis doctoral.
- Conocer el Sistema Colombiano de Ciencia y Tecnología.

COMPETENCIAS

Saber:

- Reconoce la estructura de los textos científicos y de las propuestas de investigación para realizar una documentación de la información existente, una lectura crítica de los textos científicos, y un borrador de la propuesta de investigación.
- Describe y define los conceptos básicos involucrados en la línea de investigación doctoral para entender el alcance de investigaciones antecesoras.

Hacer:

- Construye una propuesta de investigación a partir de un estado del arte, pregunta de investigación e hipótesis planteadas en Tesis Doctoral I para determinar el quehacer investigativo a desarrollar durante el doctorado.
- Argumenta la selección de tema de investigación teniendo en cuenta el contexto científico, social, ambiental y económico en el que desarrollará para que el estudiante identifique un área de desarrollo investigativo con impacto para el país.
- Identifica la información bibliográfica pertinente de acuerdo con el tema a investigar para el avance científico en la línea de investigación elegida.

Ser:

- Demuestra compromiso y responsabilidad llevando a cabo las tareas propuestas por el director de tesis para el planteamiento de la propuesta de investigación, con lo que crea hábitos de autonomía e independencia
- Toma la iniciativa para buscar información que complemente, aclare o debata los temas propuestos por el director de tesis para fortalecer su capacidad de argumentación en el tema de investigación

CONTENIDOS

- Análisis conceptual del proceso de investigación
- Sistema colombiano de ciencia y tecnología
- Metodología para la formulación de propuestas investigación institucional
- Desarrollo y manejo de proyectos de investigación
- Redacción y presentación de la propuesta de tesis doctoral

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conversaciones con el tutor.
- Revisión Bibliográfica y de ejemplos de propuestas de investigación.
- Redacción de Informes sobre la exploración del estado del arte.
- Redacción de propuesta, revisión y corrección.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE:

- Identifica metodologías de investigación científica y tecnológica en términos de los paradigmas de la ciencia y tecnología.
- Reconoce las características de la investigación científica-tecnológica, en contraste con la investigación de orden teórico.
- Reflexiona sobre el tema de investigación y logra sintetizarlo y argüir su pertenencia de manera escrita
- Define el objeto de la investigación a desarrollar en el doctorado y lo plantea en un documento escrito, según las orientaciones recibidas.
- Identifica el impacto socio-económico y ambiental del tema de investigación propuesto

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:

- Participación en discusiones con aportes críticos.
- Resolución de problemas.
- Participación en las discusiones dirigidas, trabajos prácticos, presentaciones en clase, elaboración de informes escritos.
- Presentación del estado del arte en su tópico de investigación y su correspondiente tema de investigación.
- Presentación de un borrador de propuesta de investigación

EQUIVALENCIA CUALITATIVA:

- El Comité Asesor de Programas de Posgrado estudiará el tema propuesto y entregará su concepto de APROBADO o no APROBADO y a partir de este momento hará oficial la designación del director del trabajo de grado. El concepto de APROBADO se dará cuando el estudiante remita al director de tesis un borrador completo de la propuesta de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. CEGARRA, José Sánchez. Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica. Ed. Díaz de Santos. 2011.
2. BAHELARD, Gaston. La formación del espíritu científico. México, Siglo XXI, 25 Ed. 2004
3. BUNGE, Mario. La investigación científica. México, Siglo XXI, 2000.
4. GARCÍA, Sanz Mari Paz. Guía práctica para la realización de trabajos fin de grado ytrabajos fin

de máster. 2012.
5. GLASERSFELD, Ernest Von. Aspectos del constructivismo radical, en Marcelo Pakman (comp.), Construcciones de la experiencia humana. Vol. I. Barcelona, Gedisa, 1996.
6. HERBERT, Simón. Las ciencias de lo artificial. Barcelona, Ed. Comares, 2006.
7. HUGHES, John y W. Sharrock. La filosofía de la investigación social. México, FCE, 1999
8. K. SAINANI, "*Writing in the Sciences*", Open Course, Stanford University, 2013.
9. KUHN, T.S. La estructura de las revoluciones científicas. México, FCE, 1986.
10. J.M., SWALES & C.,B., Feak, "*Academic writing for graduate students*", Michigan Series inEnglish for Academic and Professional purposes, University of Michigan, 2012.
11. Reglamento General de Posgrado UIS. 2010.
12. SAMAJA, Juan. Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica. Buenos Aires, Eudeba, 1994.
13. VARGAS Guillén, Germán. Tratado de Epistemología. 2ª ed. Bogotá, San Pablo, 2006.

NIVEL III

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
SEMINARIO II. AVANCES Y DISCUSION DE TEMA DE TESIS			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:** **Seminario I**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

El fin del Seminario es esencialmente práctico: preparar al estudiante, no sólo para tabular y describir los resultados de la ciencia, sino fundamentalmente para hacerla. Así mismo, el estudiante participa en actividades académicas programadas para fortalecer su formación.

El estudiante deberá además definir y concretar su proyecto de investigación, fortalecer su conocimiento de los conceptos básicos y estar a la vanguardia en los descubrimientos y metodologías de su línea de investigación, para lo cual deberá preparar seminarios que le permitan presentar a sus colegas la propuesta concreta de investigación, definiendo el problema de investigación, la hipótesis de trabajo los objetivos y la metodología requerida para resolver el problema científico de su tesis.

PROPÓSITO

- Desarrollar la capacidad investigadora, tanto en la consecución de información como en la producción y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos.
- Poner en práctica las habilidades de lectura crítica de información científica
- Crear un ambiente de colaboración y discusión científica y técnica, a través del aporte de ideas tanto de profesores como de estudiantes, pertenecientes a los diferentes grupos de investigación.
- Reconocer los temas de investigación actuales en otras líneas de investigación que la propia
- Exponer, discutir y defender los diferentes trabajos de investigación (tesis) que se adelantan en cada período por parte de los estudiantes.
- Participar en los diferentes seminarios cortos y conferencias de expertos relacionados con el programa, que se programen en cada período.

COMPETENCIAS

Saber:

- Identifica el aporte que hará su investigación para justificar el alcance de su proyecto.
- Pone en práctica metodologías de lectura e investigación bibliográfica para preparar presentaciones informativas del seminario, para una audiencia conocedora pero no experta en el tema; para plantear preguntas de investigación, hipótesis y metodologías.
- Fortalece su entendimiento de conceptos básicos en la línea de investigación propia y en la de los compañeros a través de la lectura activa de material científico y la participación de los seminarios para identificar oportunidades de solución de problemas en la línea propia de investigación en otras áreas de investigación.

Hacer:

- Presenta resultados de avance de la tesis doctoral ante la comunidad académica de forma oral y escrita para recibir críticas constructivas, para foguearse en el quehacer argumentativo y para identificar oportunidades de mejora.
- Plasma el resultado del avance de su trabajo de investigación en documentos que permitan

la difusión, el debate y la explotación de los resultados del trabajo para enriquecer el conocimiento científico de los compañeros de seminario, y para autoevaluar y co-evaluar las habilidades de documentación propias y de sus colegas participantes.

- Se cuestiona sobre temas científicos diferentes de su línea de investigación lo que le permitirá desarrollar una visión holística del funcionamiento del sistema tierra.

Ser:

- Demuestra compromiso en el cumplimiento de los tiempos y entregables propuestos en el seminario para convertirse en un investigador autónomo e independiente.
- Reconoce la importancia de temas de investigación en líneas de investigación diferentes a la propia para entender el funcionamiento del sistema tierra.

CONTENIDOS

- Presentación de avances de propuestas de investigación por parte de los estudiantes del programa
- Adicionalmente se invita a profesores e investigadores internos o externos al programa para que ofrezcan seminarios cortos y conferencia.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

SEMINARIOS: se desarrollarán a partir de temáticas relacionadas con la metodología de investigación. El análisis de la información científica y a partir de esta, la formulación del estado del arte. Todas estas actividades deberán conducir al planteamiento del problema a resolver durante el doctorado.

FOROS: a partir de información suministrada o propuesta, se debatirán temas de interés en la ciencia del sistema terrestre para consolidar el análisis y la generación de nuevas propuestas de indagación científica.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Muestra coherencia y claridad entre lo que escribe, piensa y dice en el momento de argumentar sus resultados de Investigación.
- Presenta de forma responsable, coherente y organizada avances de investigación en los tiempos previstos.
- Formula preguntas pertinentes y discute sobre los temas y resultados presentados por sus compañeros.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

- La evaluación se realizará con base en el cumplimiento de las actividades planeadas en el seminario: la presentación de ensayos, utilización de la bibliografía, las exposiciones, la participación, las fuentes de información, y demás complementos utilizados en el seminario de investigación.

EQUIVALENCIA CUALITATIVA

- Esta actividad académica no será evaluada cuantitativamente. El director del seminario dará una calificación cualitativa de APROBADO o NO APROBADO dependiendo de la participación del estudiante en las actividades propuestas. EL concepto de APROBADO se dará al estudiante que presente los ensayos, las exposiciones y participe activamente (con una asistencia mínima al 80% de las sesiones)

BIBLIOGRAFÍA

De acuerdo con el tema de estudio específico de cada estudiante

1. J.M., Swales & C.B., Feak, "*Academic writing for graduate students*", Michigan Series in English

for Academic and Professional purposes, University of Michigan, 2012.
2. K. Sainani, "*Writing in the Sciences*", Open Course, Stanford University, 2013. Reglamento General de Posgrado UIS. 2010.
3. Cegarra, José Sánchez. Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica. Ed. Díaz de Santos. 2011.
4. García, Sanz Mari Paz. Guía práctica para la realización de trabajos fin de grado y trabajos fin de máster. 2012.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
PROPUESTA DE TESIS DOCTORAL III			
Código:			**Número de créditos: 5**
Intensidad horaria semanal			**Requisitos: Propuesta de Tesis Doctoral II**
HIP		**HTI: 11**	
Teóricas: 4	**Prácticas: 0**		

JUSTIFICACIÓN

El estudiante de Doctorado en Ciencia del sistema Terrestre debe presentar en forma individual, una propuesta de tesis doctoral, la cual debe ser un aporte original y significativo en un área de investigación particular. La presentación se realiza de forma escrita y posteriormente se realiza la defensa.

Esta actividad académica contribuye al cumplimiento del artículo 131 del Reglamento General de Posgrado: A más tardar, en la cuarta semana del cuarto nivel del posgrado matriculado, los estudiantes de doctorado deberán presentar por escrito, ante el Coordinador del programa, y con el visto bueno de su director, la propuesta de la tesis doctoral (original en forma digital), junto con la solicitud de autorización de la defensa de esta, dirigida al Comité Asesor de Programas de Posgrado.

PROPÓSITO

- Proporcionar un espacio académico con acompañamiento del docente, en el cual el estudiante avance en el desarrollo de la investigación.
- Ofrecer experiencias de formación que permitan al estudiante desarrollar la actividad creadora.
- Aplicar los requerimientos básicos para la formulación de propuestas de investigación.
- Preparar la defensa pública de la propuesta de investigación

COMPETENCIAS

Saber:

- Define, identifica y argumenta los conceptos técnicos básicos de la línea de investigación doctoral para defender el contenido y alcance de su propuesta de disertación.
- Reconoce y utiliza la estructura, vocabulario y estilo de escritura de textos técnicos para comunicar claramente su plan de investigación científica.
- Implementa técnicas de investigación en la resolución de problemas propuestos por el director de tesis y jurados evaluadores de la propuesta doctoral para complementar, fortalecer, esclarecer el contenido y la viabilidad de esta.

Hacer:

- Pone a prueba sus hipótesis, metodologías, y conceptos para confirmar su validez en el proceso investigativo.
- Argumenta usando conceptos técnicos los objetivos, hipótesis y metodologías planteadas de manera escrita y oral para defender la estructura de su propuesta.
- Clasifica metodologías de investigación científica y tecnológica para diferentes preguntas de investigación.
- Compara y contrasta los datos documentados en textos científicos para determinar cómo usarlos en el desarrollo de su investigación.

Ser:

- Se muestra inquisitivo y curioso cuando encuentra datos inesperados, sorprendentes o desconocidos, actitudes que cultivan la creatividad y la innovación.
- Demuestra compromiso, responsabilidad y autonomía para desarrollar las labores investigativas que le permitirán defender la pertinencia y alcance de su proyecto doctoral.

CONTENIDOS

- Análisis conceptual del proceso de investigación.
- Metodología para la formulación de propuestas investigación institucional
- Desarrollo y manejo de proyectos de investigación (Cronogramas y presupuestos)
- Redacción y presentación de la propuesta de tesis doctoral

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conversaciones y debates con el tutor
- Revisión Bibliográfica
- Redacción de Informes sobre la exploración del estado del arte
- Realimentación y corrección de la propuesta de investigación
- Práctica de sesión de preguntas con el director y si es posible, otros científicos

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE:

- Conoce metodologías de investigación científica y tecnológica en términos de los paradigmas de la ciencia y tecnología.
- Construye una propuesta de investigación viable a partir de la crítica constructiva del director de tesis y de los evaluadores de la propuesta
- Define el objeto de la investigación a desarrollar en el doctorado y lo plantea en un documento escrito, según las orientaciones recibidas.
- Defiende la pertinencia de su proyecto usando argumentos técnicos y un conocimiento del contexto científico, social, ambiental y económico en el que lo desarrollará
- Entiende el costo y el tiempo que tomará desarrollar el proyecto doctoral
- Antes de finalizar el primer período académico matriculado, el estudiante deberá presentar ante el Comité Asesor de Programas de Posgrado el tema del trabajo de Investigación y estará listo para defender esta propuesta públicamente

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:

- Presentación de la propuesta, corrección y mejora iterativa del documento escrito
- Simulacro de defensa de la propuesta de investigación

EQUIVALENCIA CUALITATIVA:

- El Comité Asesor de Programas de Posgrado estudiará el tema propuesto y entregará su concepto de APROBADO o no APROBADO y a partir de este momento hará oficial la designación del director del trabajo de grado. El concepto de aprobado se dará cuando el estudiante tenga un documento de propuesta doctoral aprobada por los evaluadores de la propuesta

BIBLIOGRAFÍA

1. J.M., SWALES & C.,B., Feak, "*Academic writing for graduate students*", Michigan Series in English for Academic and Professional purposes, University of Michigan, 2012
2. K. SAINANI, "*Writing in the Sciences*", Open Course, Stanford University, 2013Reglamento General de Posgrado UIS. 2010.
3. CEGARRA, José Sánchez. Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica. Ed. Díaz de Santos. 2011.
4. GARCÍA, Sanz Mari Paz. Guía práctica para la realización de trabajos fin de grado y trabajos fin de máster. 2012.
5. VARGAS Guillén, Germán. Tratado de Epistemología. 2ª ed. Bogotá, San Pablo, 2006. HERBERT, Simón. Las ciencias de lo artificial. Barcelona, Ed. Comares, 2006
6. BAHELARD, Gaston. La formación del espíritu científico. México, Siglo XXI, 25 Ed. 2004. BUNGE, Mario. La investigación científica. México, Siglo XXI, 2000
7. HUGHES, John y W. Sharrock. La filosofía de la investigación social. México, FCE, 1999.
8. GLASERSFELD, Ernest Von. Aspectos del constructivismo radical, en Marcelo Pakman (comp.), Construcciones de la experiencia humana. Vol. I. Barcelona, Gedisa, 1996.
9. SAMAJA, Juan. Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica. Buenos Aires, Eudeba, 1994.
10. KUHN, T.S. La estructura de las revoluciones científicas. México, FCE, 1986.

NIVEL IV

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
SEMINARIO III: ÉTICA EN LA INVESTIGACIÓN Y COMUNICACIÓN CIENTÍFICA			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:** **Seminario II**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

El seminario III orienta al estudiante acerca de los principios éticos que rigen los procesos de investigación y la comunicación de los resultados obtenidos. La actividad académica contribuye a mantener una actitud crítica, responsable y propositiva en el egresado, ante las implicaciones éticas del proceso de generación y aplicación del conocimiento científico y de las innovaciones tecnológicas.

PROPÓSITO

El objetivo de la actividad académica es desarrollar en el estudiante las competencias para que comprendan las dimensiones sociales y humanas de las interacciones entre Ciencia Tecnología y Sociedad. Igualmente, se busca en el doctorando fomentar un espíritu critico, razonado y argumentado, basado en los postulados de la ética profesional y los valores inherentes a la generación de conocimiento y la publicación de sus resultados.

COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante habrá desarrollado o reforzado competencias del tipo:

Saber:

- Conoce los lineamientos éticos que rigen la investigación científica.

Hacer:

- Elabora escritos científicos con rigurosidad y atendiendo los derechos de autor.
- Desarrolla investigación científica bajo los postulados éticos.

Ser:

• Demuestra compromiso con su formación académica.

CONTENIDOS

- Presentación de los avances de la investigación

Presentación de un seminario relacionado con los siguientes temas:

- Aspectos históricos sobre la ciencia y la tecnología.
- Ética y la investigación científica.
- Gestión del conocimiento.
- La producción científica como eje de la comunicación del conocimiento.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

SEMINARIOS: se desarrollarán a partir de temáticas relacionadas con los aspectos éticos de la investigación. Los medios y formas de la comunicación científica.

FOROS: a partir de información suministrada o propuesta, se debatirán temas de interés en la ciencia del sistema terrestre para consolidar el análisis y la generación de nuevas propuestas de indagación científica.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Muestra coherencia y claridad entre lo que escribe, piensa y dice en el momento de argumentar sus resultados de Investigación.
- Presenta de forma responsable, coherente y organizada avances de investigación en los tiempos previstos.
- Formula preguntas pertinentes y discute sobre los temas y resultados presentados por sus compañeros.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

- La evaluación se realizará con base en el cumplimiento de las actividades planeadas en el seminario: la presentación de ensayos, utilización de la bibliografía, las exposiciones, la participación, las fuentes de información, y demás complementos utilizados en el seminario de investigación.

EQUIVALENCIA CUALITATIVA

- Esta actividad académica no será evaluada cuantitativamente. El director del seminario dará una calificación cualitativa de APROBADO o NO APROBADO dependiendo de la participación del estudiante en las actividades propuestas. EL concepto de APROBADO se dará al estudiante que presente los ensayos, las exposiciones y participe activamente (con una asistencia mínima al 80% de las sesiones)

BIBLIOGRAFÍA

De acuerdo al tema de estudio específico de cada estudiante

1. COMUNICAR LA CIENCIA. 2021. Editorial GEDISA, 400p.
2. Florensa Giménez, A., Sols Lucia, J. 2017. Etica de la Investigacion Cientifica. Ed. Desclée De Brouwer, 276p.
3. Gastel, B.; Day., R. 2017. How to Write and Publish a Scientific Paper. Cambridge University Press, 344p.
4. Iphofen R. (eds). 2020. Handbook of Research Ethics and Scientific Integrity. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76040-7_54-1.
5. J.M., Swales & C.B., Feak, "*Academic writing for graduate students*", Michigan Series in English for Academic and Professional purposes, University of Michigan, 2012.
6. Qualitative Research Ethics 1st Edición. 2018. Edited by Ron Iphofen, Martin Tolich. SAGE Publications Ltd. 584p.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
TESIS DOCTORAL I			
Código:			**Número de créditos: 5**
Intensidad Horaria Semanal			**REQUISITOS:** **Propuesta de Tesis Doctoral III**
HIP		**HTI:** **11**	
Teóricas: **4**	**Prácticas: 0**		

JUSTIFICACIÓN

Una vez avalada la propuesta de investigación se inicia el ciclo formal de la tesis doctoral. Siendo la

Tesis el elemento formativo esencial que exige al estudiante una gran dedicación para que, junto con la orientación del Director o Asesor, realice una investigación original a profundidad en el tema que se han propuesto desarrollar. El estudiante de Doctorado de investigación, deberá matricular de manera consecutiva Tesis Doctoral I al V, hasta finalizar su proceso de formación como Doctor en Ciencia del Sistema Terrestre.

PROPÓSITO

Proporcionar un espacio académico en el cual el estudiante avance de forma autónoma en el desarrollo de su tesis doctoral.

.

COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante de doctorado habrá desarrollado y reforzado las competencias de tipo:

Saber:

- Diseña y aplica técnicas avanzadas de investigación cuantitativa y cualitativa para elaborar informes de avance que lo conlleven a esbozar un procedimiento de investigación para la corroboración de la hipótesis del trabajo de investigación.

Hacer:

- Aplica el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción, y el enfoque sistémico, entre otros, como estrategias generales de adquisición del conocimiento.

- Utiliza el pensamiento crítico, al analizar los diferentes contextos, fuentes de información y hechos de la realidad.

Ser:

- Demuestra una coherencia ética respetando la propiedad intelectual como base para la elaboración y publicación de textos y presentaciones científicas.

CONTENIDOS

Es un espacio en el cual el estudiante hace una síntesis y análisis del tema de tesis doctoral mediante un trabajo articulado con su Director o Tutor y el Grupo de Investigación, en el cual realiza acciones conducentes a la elaboración y avance de la investigación. Periódicamente presenta ante el grupo y ante el tutor.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- El estudiante será el responsable del propio aprendizaje, desarrollará habilidades para: buscar, seleccionar, analizar y evaluar la información, asumiendo un papel activo en la construcción de su propio conocimiento.
- Participación en seminarios.
- Redacción y lectura de documentos con acompañamiento del director de tesis.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Redactar y sustentar artículos que cumplen con las exigencias para la presentación en revistas indexadas y participación en diferentes eventos académicos.

- Presentar avances en el desarrollo de la investigación cumpliendo con el cronograma establecido.
- Exponer los avances de la investigación con argumentos concretos.
- Aporta críticamente a las investigaciones del grupo.
- Presenta apropiadamente los resultados y análisis experimentales realizados
- Cita apropiadamente las fuentes consultadas de acuerdo con la norma exigida.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

SEMINARIO: Participación en discusiones con aportes críticos. El seminario corresponde al 100% de la nota del curso, cuya evaluación corresponde a los siguientes criterios:
Presentación de resultados mediante recursos audiovisuales (20%), (2) dominio del tema (50%), expresión y comunicación (10%), capacidad argumentativa (20%).

EQUIVALENCIA CUANTITATIVA

- Esta actividad académica se emitirá en forma cualitativa con Aprobado, No aprobado ó Aplazado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Normas ICONTEC para la presentación de Tesis de grado.
2. Lavado, Lucas. "*Cómo diseñar una investigación*", en Desideratum. Vol. 2003. Nº 03, Abril 2003.
3. Diseño y análisis de experimentos Montgomery, Editorial Limusa, s.a. de CV.Segunda edición 2004
4. Hernández Siamperi Roberto, Fernández Collado Carlos, Baptista Lucio Pilar. Metodología de la Investigación, Mexico, Mc. Graw Hill Editores, 2010 (disponible en la biblioteca).
5. Carrasco Diaz S. Metodología de la investigación científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el plan de investigación. Editorial San Marcos, Primera edición, 2006
6. Estilo de Vancouver – actualización 2003. Extraído el 26 junio de 2007 desde www.fisterra.com/recursos_web/mbe/vancouver.asp

NIVEL V

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
TESIS DOCTORAL II			
Código:			**Número de créditos: 12**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:** **Tesis Doctoral I**
HIP		**HTI:** **32**	
Teóricas: **4**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

La actividad académica de manera formal tiene como finalidad dar continuidad a la Tesis Doctoral I, continuando con la investigación y la síntesis de resultados para posteriormente presentarlo en una memoria escrita, exponerlo y defenderlo públicamente ante el respectivo jurado.

Esta etapa supone un trabajo riguroso, que implica la reflexión sobre el material procesado y su interpretación de acuerdo con los objetivos y la hipótesis inicialmente planteada. El estudiante elabora los resultados y construye conclusiones respecto al avance de la Tesis Doctoral.

PROPÓSITO

Proporcionar un espacio académico en el cual el estudiante avance de forma autónoma en el desarrollo de la tesis doctoral.

COMPETENCIAS

El estudiante al finalizar la actividad académica estará en la capacidad de:

Saber:

- Contribuye a la construcción de conocimiento de forma original a través de los resultados de la investigación, de forma tal que estos resultados puedan ser publicados y dados a conocer a nivel nacional e internacional.
- Plantea hipótesis y resuelve de problemas de forma autónoma.

Hacer:

- Realiza y defiende ante los pares academicos, un trabajo original, inédito y realizado individualmente.

Ser:

- Demuestra una coherencia ética respetando la propiedad intelectual como base para la elaboración y publicación de textos y presentaciones científicas.

CONTENIDOS

El estudiante consolida toda la actividad de investigación. Además de la sustentación oral y escrita es necesario que se divulgue este trabajo en el contexto nacional o internacional.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conversaciones con el tutor.
- Revisión Bibliográfica.
- Redacción de Informes sobre la exploración del estado del arte.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Redactar y sustentar artículos que cumplen con las exigencias para la presentación en revistas indexadas y participación en diferentes eventos académicos.
- Presentar avances en el desarrollo de la investigación.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

SEMINARIO: Participación en discusiones con aportes críticos. El seminario corresponde al 100% de la nota del curso, cuya evaluación corresponde a los siguientes criterios:
Presentación de resultados mediante recursos audiovisuales (20%), (2) dominio del tema (50%), expresión y comunicación (10%), capacidad argumentativa (20%).

EQUIVALENCIA CUANTITATIVA

Esta actividad académica se emitirá en forma cualitativa con Aprobado, No aprobado ó Aplazado.

BIBLIOGRAFÍA

Normas ICONTEC para la presentación de Tesis de grado.
Particular para cada tema de investigación propuesto

NIVEL VI

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
TESIS DOCTORAL III			
Código:			**Número de créditos: 12**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:** **Tesis Doctoral II**
HIP		**HTI:** **32**	
Teóricas: **4**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

La actividad académica tiene como finalidad dar continuidad a Tesis Doctoral II, continuando con la investigación y la síntesis de resultados para posteriormente presentarlo en una memoria escrita, exponerlo y defenderlo públicamente ante el respectivo jurado.

Esta etapa supone un trabajo riguroso, que implica la reflexión sobre el material procesado y su interpretación de acuerdo con los objetivos y la hipótesis inicialmente planteada. El estudiante avanza en la consecución y presentación de resultados.

PROPÓSITO

Proporcionar un espacio académico en el cual el estudiante avance de forma autónoma en el desarrollo de su trabajo de investigación.

COMPETENCIAS

El estudiante al finalizar la actividad académica estará en la capacidad de:

Saber:

- Realiza avances en el trabajo de investigación basado en análisis teóricos y experimentales.

Hacer:

- Elabora y sustenta artículos y /o documentos para participación en eventos académicos.
- Elabora artículos para presentar en revistas indexadas y homologadas.

Ser:

- Demuestra una coherencia ética respetando la propiedad intelectual como base para la elaboración y publicación de textos y presentaciones científicas

CONTENIDOS

El estudiante consolida toda la actividad de investigación. Además de la sustentación oral y escrita es necesario que se divulgue este trabajo en el contexto nacional o internacional.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

El estudiante será el responsable de su propio aprendizaje, y la continuidad en el logro de los objetivos planteados en la propuesta de tesis doctoral.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Redactar y sustentar artículos que cumplen con las exigencias para la presentación en revistas

indexadas y participación en diferentes eventos académicos.
- Presentar Avances en el desarrollo de la investigación.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN
SEMINARIO: Participación en discusiones con aportes críticos. El seminario corresponde al 100% de la nota del curso, cuya evaluación corresponde a los siguientes criterios:
Presentación de resultados mediante recursos audiovisuales (20%), dominio del tema (50%), expresión y comunicación (10%), capacidad argumentativa (20%).

EQUIVALENCIA CUANTITATIVA
Esta actividad académica se emitirá en forma cualitativa con Aprobado, No aprobado ó Aplazado

BIBLIOGRAFÍA

Normas ICONTEC para la presentación de Tesis de grado.
Particular para cada tema de investigación propuesto.

NIVEL VII

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
TESIS DOCTORAL IV			
Código:			**Número de créditos: 12**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:** **Tesis Doctoral III**
HIP:		**HTI:** **32**	
Teóricas: **4**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

La actividad académica tiene como finalidad dar continuidad a la Tesis Doctoral III, concluyendo con la tesis doctoral, a través de la síntesis de resultados en una memoria escrita, y la respectiva exposición y defensa pública ante el respectivo jurado.
Esta etapa supone un trabajo riguroso, que implica la reflexión sobre el material procesado y su interpretación de acuerdo a los objetivos y la hipótesis inicialmente planteada. El estudiante concluye el trabajo y construye las conclusiones finales de su tesis de doctoral.

PROPÓSITO

Presentar y defender ante el jurado la tesis doctoral.

COMPETENCIAS

El estudiante al finalizar la actividad académica estará en la capacidad de:

Saber:

- Contribuye a la construcción de conocimiento de forma original a través de los resultados de la investigación, de forma tal que estos resultados puedan ser publicados y dados a conocer a nivel nacional e internacional.

- Plantea hipótesis y resuelve problemas de forma autónoma.

Hacer:

- Presenta y defiende ante un tribunal universitario, un trabajo original, inédito y realizado individualmente.

Ser:

- Demuestra una coherencia ética respetando la propiedad intelectual como base para la elaboración y publicación de textos y presentaciones científicas.

CONTENIDOS

El estudiante consolida toda la actividad de investigación. Además de la sustentación oral y escrita es necesario que se divulgue este trabajo en el contexto nacional o internacional.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conversaciones con el tutor
- Revisión Bibliográfica
- Redacción de Informes sobre la exploración del estado del arte.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

El estudiante:

- Elabora un trabajo académico original e inédito de nivel de DOCTORADO de forma individual.
- Presenta y defiende oralmente de forma rigurosa y metódica el resultado de su tesis doctoral ante el jurado calificador y la comunidad académica en general.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Documento de tesis doctoral: La evaluación del texto corresponde al 100% de la nota del curso, cuya evaluación corresponde a los siguientes criterios: Marco teórico, Problema, Hipótesis, Metodología, Resultados, discusión y análisis, conclusiones organización del documento, citas y referencias y presentación del documento (redacción, calidad de figuras y tablas). Cada criterio tendrá el mismo valor porcentual.

EQUIVALENCIA CUANTITATIVA

Esta actividad académica se emitirá en forma cualitativa con Aprobado, No aprobado ó Aplazado.

BIBLIOGRAFÍA

Normas ICONTEC para la presentación de Tesis de grado.

Particular para cada tema de investigación propuesto.

NIVEL VIII

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
TESIS DOCTORAL V			
Código:			**Número de créditos: 12**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:** **Tesis Doctoral IV**
HIP		**HTI:** **32**	
Teóricas: **4**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

Una vez terminado el módulo de preparación para la investigación, el estudiante se dedica de lleno al desarrollo de su investigación a través de las actividades académicas Investigación Tesis Doctoral I al V, con lo que finaliza su proceso de formación como Doctor en Ciencia del Sistema Terrestre.

PROPÓSITO

- Formalizar el espacio en el cual se avanza en la investigación en forma individual.
- Fomentar el trabajo de investigación formal en los estudiantes.

COMPETENCIAS

El estudiante al finalizar la actividad académica estará en la capacidad de:

Saber:

- Realiza avances en el trabajo de investigación.

Hacer:

- Elabora y sustenta artículos y /o documentos para participación en eventos académicos.
- Elabora artículos para presentar en revistas indexadas y homologadas.

Ser:

- Demuestra una coherencia ética respetando la propiedad intelectual como base para la elaboración y publicación de textos y presentaciones científicas

CONTENIDOS

El estudiante consolida toda la actividad de investigación. Además de la sustentación oral y escrita es necesario que se divulgue este trabajo en el contexto nacional o internacional.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Conversaciones con el tutor.
- Revisión Bibliográfica.
- Redacción de Informes sobre la exploración del estado del arte.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Elabora un trabajo académico original e inédito de nivel de doctorado de forma individual.
- Presenta y defiende oralmente de forma rigurosa y metódica el resultado de su tesis doctoral ante el jurado calificador y la comunidad académica en general.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

- Presentación del documento escrito y defensa ante el jurado calificador:

- El documento escrito corresponde al 50% de la nota del curso, cuya evaluación corresponde a los siguientes criterios: Marco teórico, Problema, Hipótesis, Metodología, Resultados, discusión y análisis, conclusiones, organización del documento, citas y referencias y presentación del documento (redacción, calidad de figuras y tablas). Cada criterio tendrá el mismo valor porcentual.
- El jurado calificador basado en la evaluación del documento escrito debe autorizar la sustentación pública oral del trabajo de investigación. La presentación oral del proyecto corresponde al (50%) de la nota global del curso y se evaluarán los siguientes criterios: Problema y validez de la hipótesis, aporte y originalidad del proyecto, análisis de los resultados, dominio del tema, expresión y comunicación, capacidad argumentativa. Cada criterio tendrá el mismo valor porcentual.

EQUIVALENCIA CUANTITATIVA
Esta actividad académica se emitirá en forma cualitativa con Aprobado, No aprobado ó Aplazado.

BIBLIOGRAFÍA

Normas ICONTEC para la presentación de Tesis de grado.

ELECTIVAS

I GEOSFERA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
TÓPICOS AVANZADOS DE GEOFÍSICA			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad horaria semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

La geofísica es una disciplina de las ciencias de la Tierra que estudia la forma del planeta, su campo magnético y gravitacional, la estructura interna y la actividad sísmica y tectónica de la litósfera. El estudio de las diferentes propiedades físicas de las rocas ha permitido el desarrollo de la denominada geofísica aplicada, la cual es utilizada en exploración de reservorios de hidrocarburos, depósitos minerales, agua subterránea, localización de sitios arqueológicos, determinación de espesor de glaciares y suelos, y apoyo a la remediación ambiental a través de métodos no destructivos. En esta actividad académica se abordan tópicos fundamentales tanto de la geofísica de la Tierra sólida como de la geofísica aplicada.

PROPÓSITO

- Propender por que el estudiante este en capacidad de identificar las propiedades físicas de la Tierra: densidad, equilibrio isostático, susceptibilidad magnética y propiedades elástico-mecánicas.
- Dotar al estudiante con los fundamentos en las propiedades eléctricas, electromagnéticas, telúricas y geo-termodinámicas de manera que puedan ser aplicados en actividades de prospección, prevención del riesgo y/o problemática ambiental.
- Contribuir a que el estudiante sea capaz de proponer un método geofísico adecuado para resolver preguntas relacionadas con el conocimiento de la corteza terrestre.
- Capacitar al estudiante para que aplique métodos eléctricos, radioactivos y geotérmicos, ya sea en labores de adquisición terrestre, marina o aero-transportada
- Preparar al estudiante para que adquiera la destreza de procesar información geofísica y generar modelos.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS COGNITIVAS

- Discrimina la señal obtenida a partir de la propiedad intrínseca de la roca de la obtenida como respuesta a un fenómeno inducido.
- Distingue los principios de termodinámica y los aplica para explicar el transporte y fuentes de calor en la Tierra
- Distingue cuando un problema debe ser abordado desde el punto de vista de la geofísica

de la Tierra sólida o de la geofísica de exploración.
- Define, para un problema determinado de prospección, el o los métodos geofísicos con posibilidad de aplicación.
- Determina la instrumentación y estima los costos de un determinado levantamiento de exploración.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES

- Acepta la responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.
- Fomenta en sí mismo su responsabilidad ética como científico.

CONTENIDOS

CAPÍTULO I

- Introducción
- Geofísica de la Tierra sólida y geofísica aplicada Campos de acción de la geofísica de la Tierra sólida según la IUGG.
- Divisiones de la geofísica aplicada según la SEG, la EAGE y la ULG.
- Concepto de anomalías y contrastes de propiedades físicas de las rocas. Problema inverso y directo en geofísica.

CAPÍTULO II

- Campo Gravitacional, La Forma De La Tierra Y Geodinámica
- Tamaño y forma de la Tierra Gravitación Rotación de la Tierra La forma de la Tierra y el campo de gravedad
- Densidad de rocas y minerales Instrumentos para medición de la gravedad.
- Procesamiento de datos de gravedad Interpretación de anomalías de gravedad Isostasia

CAPÍTULO III GEOMAGNÉTISMO Y PALEOMAGNETISMO

- Física del magnetismo.
- Propiedades magnéticas de rocas y minerales Geomagnetismo (Campo principal y campo externo).
- Instrumentos para medición del campo magnético Procesamiento e interpretación de datos geomagnéticos Paleomagnetismo Polaridad geomagnética

CAPÍTULO IV.

- Sismología Y Estructura Interna De La Tierra
- Teoría de la elasticidad. Ondas sísmicas (de cuerpo y superficiales).
- Partición de la energía en una interfaz. El sismómetro. Sismología de terremotos. Propagación de ondas sísmicas.
- Estructura interna de la Tierra.

CAPÍTULO V. EXPLORACIÓN SÍSMICA

- Levantamiento sísmico de reflexión.
- Levantamiento sísmico de refracción. Introducción al procesamiento de datos sísmicos. Conceptos geológicos básicos en exploración de petróleo.
- Interpretación de datos de reflexión y refracción.

CAPITULO VI.

- Métodos Eléctricos
- Propiedades eléctricas de rocas y minerales.
- Medición de resistividad, constante dieléctrica y permeabilidad magnética.
- Método de resistividad. Método de potencial espontaneo.
- Método de polarización inducida.

CAPITULO VII. MÉTODOS ELECTROMAGNÉTICOS

- Principios de los métodos electromagnéticos (EM) Y Atenuación de campos EM.
- Corrientes telúricas.
- Campo magnetotelúrico.
- Prospección EM, sistemas FDEM y TDEM. Radar de penetración en suelo (GPR).

CAPÍTULO VIII.

- Propiedades Termales De La Tierra y Geofísica Nuclear
- Principios de termodinámica.
- Trasporte de calor en la Tierra (conducción, convección, radiación).
- Desintegración nuclear
- Procesos de decaimiento radioactivo Radioactividad de rocas y minerales
- Determinación de la edad usando radioisótopos Contador Geiger- Muller

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Clase Magistral: Exposición oral y escrita realizada por el docente, apoyados con medios audiovisuales, tablero y esquemas realizados en el aula de clase.
- Talleres de Aplicación: Solución, guía y aplicación de ciertos fenómenos aleatorios presentados al estudiante, para que éste formule y encuentre su solución, aplicando modelos desarrollados en el aula de clase, bajo la supervisión y guía del docente.
- Trabajos de investigación sobre material bibliográfico referidos en la biblioteca de la Universidad, con el objeto de que apliquen sus conocimientos, y adquiera destreza en el proceso investigativo.
- Discusión, análisis y aplicación de determinados tópicos referentes a la actividad académica, mediante el cual los estudiantes pueden formular soluciones, exponer sus ideas en el aula, y posteriormente aplicar materias complementarias.
- Evaluación de los temas expuestos por el docente, bajo su supervisión y guía, estimulando a los estudiantes a la apropiación de los fundamentos expuestos en el aula de clase.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

NORMAS DEL CURSO

Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad o plagio en las evaluaciones y en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

EVALUACIÓN SUMATIVA

Se realizará de acuerdo a los pesos para cada competencia presentados en esta sección.

- Instrumentos: Las preguntas y respuestas formarán parte integral de cada clase. Con respecto a las preguntas abiertas y las pruebas objetivas, éstas se integrarán en cuatro pruebas escritas parciales que se realizarán entre intervalos de tiempo iguales a lo largo del semestre.
- Las anotaciones de campo se usarán en forma de talleres de problemas que se dejarán cada semana.
- Las entrevistas se realizarán aleatoriamente y a lo largo del curso tres veces por cada estudiante.
- La observación se realizará en cada clase y el diario del profesor será actualizado al terminar cada una de ellas.
- El diario del estudiante será revisado cada dos semanas.
- El ensayo y la exposición corresponderán a las actividades a desarrollar en la semana de exámenes finales programada por la universidad.

Para la evaluación sumativa se procederá tanto con la heteroevaluación, como con la coevaluación y la autoevaluación, la segunda realizada en las horas de consulta, y la tercera realizada en la clase siguiente a la respectiva coevaluación.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.
- La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

CALIFICACIONES

- Previos 50%
- Trabajo investigativo/interpretativo 25%
- Talleres 25%

BIBLIOGRAFÍA

1. Lowrie, W. (2007). Fundamentals of geophysics. Cambridge university press.
2. Reynolds, J. M. (2011). An introduction to applied and environmental geophysics. John Wiley & Sons.

Griffiths, D. H., & King, R. F. (2013). Applied geophysics for geologists and engineers: the elements of geophysical prospecting. Elsevier.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
PALEOMAGNETISMO			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad horaria semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las técnicas de laboratorio, apoyadas en instrumentación superconductora, permiten establecer con precisión la orientación, polaridad e intensidad de dicho registro en casi cualquier tipo de roca y así obtener información muy valiosa de dos naturalezas diferentes: 1) Geocronológica: La secuencia de cambios de polaridad magnética, es una referencia planetaria de gran precisión (≈ diez mil años) que permite la datación de secuencias estratigráficas locales. 2) Paleo-orientación de cuerpos geológicos: La desviación de la orientación del campo magnético registrado en las rocas respecto a la referencia esperable permite la reconstrucción de los procesos de deformación a diferentes escalas

El paleomagnetismo es una de las piedras angulares sobre la que se apoya la tectónica de placas ya que permite demostrar los movimientos relativos entre placas, así como validar la expansión del suelo oceánico. Su aplicación no sólo se ha centrado en cuestiones geodinámicas globales, ya que su versatilidad le ha permitido adaptarse a otras escalas menores. Cuando se ha reconocido la dirección del campo magnético primario de una roca de una determinada edad en una posición "estable" (no deformada) de una placa, cualquier desviación de este valor que se determine en otra posición "no estable" (zona de deformación) de la misma placa será una rotación de eje vertical y podrá ser interpretada en su contexto geológico local

PROPÓSITO

- Capacitar al estudiante en técnicas de paleomagnetismo y sus aplicaciones.
- Propender por que el estudiante este en capacidad de identificar los principios fundamentales del paleomagnetismo de Rocas.
- Estimular la capacidad de análisis y búsqueda en los últimos avances como las magnetizaciones termo y cristalodetritica.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Conoce los fundamentos y técnicas de laboratorio habituales en paleomagnetismo y magnetismo de rocas.
- Analiza la mineralogía magnética a partir de los resultados de análisis de magnetismo de las rocas.
- Analiza estadísticamente datos de paleomagnéticos que permitan obtener direcciones paleomagnéticas medias con su incertidumbre.
- Interpreta resultados de las pruebas de estabilidad paleomagnética (pliegue, inversión, conglomerado).
- Discrimina la señal obtenida a partir de la propiedad intrínseca de la roca de la obtenida

como respuesta a un fenómeno inducido.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Acepta su responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.
- Fomenta en sí mismo su responsabilidad ética como científico.
- Muestra una actitud de respeto, honestidad, autocrítica y compromiso con sigo mismo, y con los demás, y se muestra consiente de la importancia de hacer de estos y otros valores una constante en su vida profesional

CONTENIDOS

CAPITULO I.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

- Magnetismo de roca
- Campo magnético terrestre
- Mineralogía magnética
- Reversos magnéticos
- Modelo del dipolo
- Inclinación y declinación magnética

CAPITULO II.

CONCEPTOS Y APLICACIONES:

- Métodos de desmagnetización
- Análisis de componentes primarias y secundarias
- Mineralogía magnética
- Rotaciones y traslaciones
- Oroclinales y arcos primarios

CAPITULO III.

ANISOTROPÍA DE LA SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA:

- Conceptos: susceptibilidad magnética
- Fábricas magnéticas primarias en rocas sedimentarias e ígneas
- Relación entre lineaciones magnéticas y clivaje
- Elipsoide de susceptibilidad y parámetros de forma
- Deformación finita
- Elipsoide de ASM y elipsoide de deformación

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor estará encargado de liderar la clase magistral y de establecer un diálogo estudiante-profesor, profesor-estudiante, y estudiante-estudiante, que permita la adecuada comprensión de los contenidos del curso.
- En las horas de consulta el profesor velará por atender adecuadamente a los estudiantes,

resolviendo las dudas que se presenten, y motivando vía discusiones personalizadas el trabajo individual de los estudiantes y la adecuada comprensión de los contenidos. Finalmente, el profesor estará a cargo de la evaluación y posterior calificación

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán participar activamente en las discusiones desarrolladas en clase. Estarán también a cargo de desarrollar en horas extra-clase los talleres que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo de ensayo y exposición al final del semestre.
- Igualmente serán responsables de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

NORMAS DEL CURSO

- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad en las evaluaciones o plagio en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante**.**

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Asiste a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación del paleomagnetismo a problemas Geotectónicos y Geodinámicos.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

EVALUACIONES

EVALUACIÓN SUMATIVA

- Se realizará de acuerdo a los pesos para cada competencia presentados en esta sección.
- Instrumentos: Las preguntas y respuestas formarán parte integral de cada clase. Con respecto a las preguntas abiertas y las pruebas objetivas.
- Las anotaciones de campo se usarán en forma de talleres de problemas que se dejarán cada semana. Las entrevistas se realizarán aleatoriamente y a lo largo del curso.
- La observación se realizará en cada clase y el diario del profesor será actualizado al terminar cada una de ellas. El diario del estudiante será revisado cada dos semanas.
- El ensayo y la exposición corresponderán a las actividades a desarrollar en la semana de exámenes finales programada por la universidad.

Para la evaluación sumativa se procederá tanto con la heteroevaluación, como con la coevaluación y la autoevaluación, la segunda realizada en las horas de consulta, y la tercera realizada en la clase siguiente a la respectiva coevaluación.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos

presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.

- La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa

CALIFICACIONES

- El estudiante deberá presentar al menos una evaluación escrita, con una ponderación no inferior al 50 % de la nota final. El número de evaluaciones escritas y las respectivas ponderaciones serán asignadas por el profesor.
- El porcentaje restante se obtendrá mediante la realización de tareas, quices, exposiciones y demás actividades que el profesor realice durante el curso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Collinson, D. (Ed.). (2013). Methods in rock magnetism and palaeomagnetism: techniques and instrumentation. Springer Science & Business Media.
2. Davis, G. H., Reynolds, S. J., Kluth, C. F., & Kluth, C. (2011). Structural geology of rocks and regions. John Wiley & Sons.
3. Dunlop, D. J., & Özdemir, Ö. (2001). Rock magnetism: fundamentals and frontiers (Vol. 3). Cambridge university press.
4. Fossen, H. (2016). Structural geology. Cambridge University Press.
5. O'reilly, W. (2012). Rock and mineral magnetism. Springer Science & Business Media.
6. Tauxe, L. (2010). Essentials of paleomagnetism. Univ of California Press.
7. Tarling, D. H. (2012). Palaeomagnetism: principles and applications in geology, geophysics and archaeology. Springer Science & Business Media.
8. Van der Voo, R. (2004). Paleomagnetism of the Atlantic, Tethys and Iapetus oceans. Cambridge University Press.
9. Walker, S. M. (2007). El magnetismo. ediciones Lerner.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
FÍSICA DE ROCAS			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad horaria semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI: 9**	
Teóricas: 3	**Prácticas: 0**		

JUSTIFICACIÓN

Cuando el estudiante se acerca al uso de métodos geofísicos para la prospección de hidrocarburos o minerales generalmente encontrará que las rocas son heterogeneas y que el medio es anisotrópico y no linear. Para entender la variación de las propiedades físicas que

definen la propagación de ondas y su relación con características geológicas, se requiere del conocimiento de física de rocas, que compila el estudio sistemático de las conexiones entre las propiedades elásticas de la roca y sus propiedades como mineralogía, porosidad, forma del poro, presión de poro, fluidos, viscosidad del fluido, estrés y arquitectura de las láminas o fracturas presentes en la roca. Este estudio se hace en las condiciones de la superficie terrestre, en zonas aledañas a un pozo o en condiciones de laboratorio.

PROPÓSITO

- Desarrollar un entendimiento de la respuesta de la deformación elástica que ocurre durante el paso de las ondas sísmicas en la roca.
- Relacionar la respuesta elástica del paso de la onda sísmica a través de la roca con sus propiedades composicionales y de fluídos.
- Predecir el comportamiento de la onda sísmica a partir de una descripción geológica
- Apropiar el uso de metodologías para hacer el análisis inverso de definición de propiedades geológicas a partir de la medición de velocidades, frecuencias y amplitudes de ondas sísmicas

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS COGNITIVAS.

- Identifica las características de la roca que modifican su comportamiento elástico, y las relaciona con tendencias de velocidad y amplitud de viaje de las ondas sísmicas
- Entiende la relación entre los procesos geológicos, las microestructuras y las propiedades físicas efectivas de los materiales en diferentes escalas
- Predice el comportamiento de las ondas sísmicas para situaciones geológicas planteadas a partir de las relaciones matemáticas desarrolladas como parte del conocimiento de la física de rocas
- Elabora hipótesis que coteja con observaciones sobre el comportamiento elástico de las ondas sísmicas y las características de las rocas donde estas se propagan

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Justifica y argumenta sus interpretaciones e hipótesis usando observaciones detalladas e información cuya calidad ha sido confirmada.
- Se cuestiona e indaga por temas contenidos en las lecturas y ejercicios que no han sido necesariamente expuestos en clase.
- Considera importante sugerir y discutir contenidos, ejercicios, ejemplos y temas de interés propio durante la clase.

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.

- Definición del uso y alcance de la física de rocas

MEDIOS POROSOS:

- Porosidad

- Capilaridad
- Densidad
- Estrés y Deformación
- Presión
- Velocidad de la onda sísmica
- Vp vs. Vs

ANÁLISIS MATEMÁTICO DEL ESFUERZO Y LA DEFORMACIÓN:

- casos para rocas secas

CIRCULACIÓN DE FLUIDOS:

- Permeabilidad

ANÁLISIS MATEMÁTICO DEL ESFUERZO Y LA DEFORMACIÓN:

- casos para rocas saturadas
- Substitución de Gassman
- Propiedades acústicas de medios porosos

Medio anisótropico
Ondas Planas en Medios anisotrópicos
Causas de anisotropía sísmica en la tierra
Medios viscosos

- Conductividad eléctrica
- Propiedades dieléctricas
- Conductividad termal
- Escalamiento

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor estará encargado de planear las actividades que se llevarán a cabo durante las clases. Hará una selección de lecturas sugeridas, repartirá fechas y tareas, preparará los ejercicios que se desarrollarán en clase, hará preguntas y participará de las actividades organizadas por los estudiantes.
- El profesor liderará clases magistrales y laboratorios que incluirán el desarrollo de los temas contenidos en la clase.
- En las horas de consulta el profesor velará por atender adecuadamente a los estudiantes, resolviendo las dudas que se presenten, y motivando vía discusiones personalizadas el trabajo individual de los estudiantes y la adecuada comprensión de los contenidos. Finalmente, el profesor estará a cargo de la evaluación y posterior calificación.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán participar activamente en las discusiones desarrolladas en clase.
- Los estudiantes son responsables de la profundidad con la que se traten los temas del curso. Su participación se hará a partir de sugerencias de lectura, la revisión del material sugerido que se discutirá durante la clase, la elaboración de talleres y tareas y su entrega en las fechas acordadas. Se espera que los estudiantes realicen la extrapolación que de los

temas discutidos en clase a sus respectivos temas de investigación.

NORMAS DEL CURSO

- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad o plagio en las evaluaciones y en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE:

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Asiste a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

EVALUACIONES

EVALUACIÓN SUMATIVA

- Se realizará de acuerdo a los pesos para cada competencia presentados en esta sección.
- Instrumentos: Las preguntas y respuestas formarán parte integral de cada clase. Con respecto a las preguntas abiertas y las pruebas objetivas, éstas se integrarán en cuatro pruebas escritas parciales que se realizarán entre intervalos de tiempo iguales a lo largo del semestre. Las anotaciones de campo se usarán en forma de talleres de problemas que se dejarán cada semana. Las entrevistas se realizarán aleatoriamente y a lo largo del curso tres veces por cada estudiante. La observación se realizará en cada clase y el diario del profesor será actualizado al terminar cada una de ellas. El diario del estudiante será revisado cada dos semanas. El ensayo y la exposición corresponderán a las actividades a desarrollar en la semana de exámenes finales programada por la universidad.
- Para la evaluación sumativa se procederá tanto con la heteroevaluación, como con la coevaluación y la autoevaluación, la segunda realizada en las horas de consulta, y la tercera realizada en la clase siguiente a la respectiva coevaluación.

EVALUACIÓN FORMATIVA

Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes. La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

CALIFICACIONES

El estudiante deberá presentar al menos una evaluación escrita, con una ponderación no inferior al 50 % de la nota final. El número de evaluaciones escritas y las respectivas ponderaciones serán asignadas por el profesor.

El porcentaje restante se obtendrá mediante la realización de tareas, quices, exposiciones y demás actividades que el profesor realice durante el curso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bjorlykke, K. (2010). Petroleum geoscience: From sedimentary environments to rock physics. Springer Science & Business Media.
2. Jakobsen, M., Johansen, T. A., & McCann, C. (2003). The acoustic signature of fluid flow in complex porous media. Journal of applied Geophysics, 54(3-4), 219-246.
3. Mavko, G., Mukerji, T., & Dvorkin, J. (2009). The rock physics handbook: Tools for seismic analysis of porous media. Cambridge university press.
4. Milton, G. W. (2002). The theory of composites. The Theory of Composites, by Graeme W. Milton, pp. 748. ISBN 0521781256. Cambridge, UK: Cambridge University Press, May 2002., 748.
5. Schön, J. H. (2015). Physical properties of rocks: Fundamentals and principles of petrophysics (Vol. 65). Elsevier.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
EVOLUCIÓN CORTICAL Y METALOGÉNESIS			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad horaria semanal			**Requisitos:**
TAD		**TI:**	
Teóricas:	**Prácticas:**	**9**	
3	**0**		

JUSTIFICACIÓN

La actividad académica evolución cortical y metalogénesís se justifica como materia del doctorado en CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE, debido a su enorme importancia para entender la formación de los diferentes depósitos minerales en ambientes sedimentarios, metamórficos, magmáticos.

PROPÓSITO

- Dar a conocer los fundamentos teóricos de los principales sistemas minerales relacionados con la formación de diferentes tipos de depósito mineral.

COMPETENCIAS

Se espera que el estudiante comprenda los procesos que generan las concentraciones minerales en la corteza terrestre y conozca los principales sistemas y tipos de depósito minerales y su relación con la tectónica de placas.

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Conozca la evolución geodinámica y geoquímica del planeta a lo largo de su historia y su influencia en la formación de yacimientos
- Comprenda los procesos que generaron las concentraciones de minerales en la corteza terrestre y los principales tipos de yacimientos y entendienda su relación con la tectónica de placas.
- Identifique y explique los controles de mineralización con el objetivo de definir

metalotectos para una amplia tipología de depósitos.
- Interprete el origen y el rol de los fluidos portadores de mena sobre la base de datos de inclusiones fluidas, isótopos estables y geoquímica mineral de isótopos radiogénico
- Conozca los principios y etapas de la Exploración Mineral y Evaluación de Yacimientos Minerales.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Emplea pensamiento lógico, crítico, creativo y propositivo, siguiendo los modelos de pensamiento científico para que analice fenómenos naturales y sociales que le permitan tomar decisiones pertinentes en su ámbito de influencia con responsabilidad social.

CONTENIDOS

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN

- Los Minerales en el Mundo
- La dependencia humana de los minerales
- Los Recursos Minerales y su Impacto en el desarrollo Industrial
- Conceptos de Reserva Mineral, Recurso Mineral. Reservas Probadas, Probables Posibles

CAPITULO II.

PROCESOS GENERADORES DE DEPÓSITOS MINERLAES

- Clasificación de las Menas Minerales
- Procesos de concentración
- Clasificación de los Depósitos Minerales: Depósitos Minerales Magmaticos; Depósitos Minerales Hidrotermales, Depósitos Minerales Sedimentarios
- Estilos y Formas de Mineralización (texturas y estructuras)

CAPITULO III.

PROCESOS MAGMATICOS Y MAGMÁTICO-HIDROTERMALES

- Magmas y metalogénesis
- Procesos de mineralización en magmas ultramáficos y máficos
- Procesos Magmáticos-Hidrotermales
- Formación de una fase acuosa magmática
- Modelos para la formación de Depósitos tipo Pórfíros de Cu, Au, Mo, Sn y W
- Depósitos de Skarns
- Depósitos epitermales

CAPITULO IV.

PROCESOS HIDROTERMALES

- Fluidos en la corteza terrestre y sus orígenes
- La movilidad de los fluidos hidrotermales en la corteza terrestre
- Factores que afectan la solubilidad de los metales

- Mecanismos de precipitación de los metales en solución
- Interacciones fluido/roca (alteraciones hidrotermales)
- Zonación de metales y secuencias paragenéticas
- Depósitos Minerales asociados a fluidos (connatos, marinos, meteóricos, metamórficos)

CAPITULO V.

PROCESOS SEDIMENTARIOS

- Sedimentación clástica de concentraciones de minerales pesados
- Depósitos de Placer
- Sedimentación química, Formaciones de Hierros bandeados (BIF).
- Fosforitas, Evaporitas.

CAPITULO VI.

PROCESOS SEDIMENTARIOS SUPERFICIALES ASOCIADOS A FORMACIÓN DE YACIMIENTOS

- Procesos Superficiales y Supergénicos
- Depósitos de Lateritas
- Depósitos de arcillas
- Enriquecimiento supergénico de Cobre y otros metales en depósitos cercanos a la superficie.

CAPITULO VII.

TECTÓNICA DE PLACAS Y METALOGÉNESIS

- Yacimientos Minerales en el contexto de la Tectónica Global
- Patrones en la distribución de los depósitos minerales
- Crecimiento de los continentes
- Evolución cortical y metalogénesis
- La metalogenia en el tiempo geológico

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor estará encargado de liderar la clase magistral y de establecer un diálogo estudiante-profesor, profesor-estudiante, y estudiante-estudiante, que permita la adecuada comprensión de los contenidos del curso.
- En las horas de consulta el profesor velará por atender adecuadamente a los estudiantes, resolviendo las dudas que se presenten, y motivando vía discusiones personalizadas el trabajo individual de los estudiantes y la adecuada comprensión de los contenidos. Finalmente, el profesor estará a cargo de la evaluación y posterior calificación.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán participar activamente en las discusiones desarrolladas en clase. Estarán también a cargo de desarrollar en horas extra-clase los talleres que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo de ensayo y exposición al final del semestre.

Igualmente serán responsables de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

NORMAS DEL CURSO

- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad o plagio en las evaluaciones y en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Asiste a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

EVALUACIONES

EVALUACIÓN SUMATIVA

- Se realizará de acuerdo a los pesos para cada competencia presentados en esta sección.
- Instrumentos: Las preguntas y respuestas formarán parte integral de cada clase. Con respecto a las preguntas abiertas y las pruebas objetivas, éstas se integrarán en cuatro pruebas escritas parciales que se realizarán entre intervalos de tiempo iguales a lo largo del semestre.
- Las anotaciones de campo se usarán en forma de talleres de problemas que se dejarán cada semana.
- Las entrevistas se realizarán aleatoriamente y a lo largo del curso tres veces por cada estudiante.
- La observación se realizará en cada clase y el diario del profesor será actualizado al terminar cada una de ellas.
- El diario del estudiante será revisado cada dos semanas.
- El ensayo y la exposición corresponderán a las actividades a desarrollar en la semana de exámenes finales programada por la universidad.

Para la evaluación sumativa se procederá tanto con la heteroevaluación, como con la coevaluación y la autoevaluación, la segunda realizada en las horas de consulta, y la tercera realizada en la clase siguiente a la respectiva coevaluación.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la

sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.

- La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

CALIFICACIONES

- El estudiante deberá presentar al menos una evaluación escrita, con una ponderación no inferior al 50 % de la nota final. El número de evaluaciones escritas y las respectivas ponderaciones serán asignadas por el profesor.
- El porcentaje restante se obtendrá mediante la realización de tareas, exposiciones y demás actividades que el profesor realice durante el curso.

BIBLIOGRAFÍA

1. British Geological Survey, World Mineral Production 2005–2009. http://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/worldStatistics.html
2. Canadian Geological Survey, Geological Data Repository. http://gdr.nrcan.gc.ca/minres/index_e. php
3. Chaumba, J.B. 2017. Hydrothermal Alteration in the Main Sulfide Zone at UnkiMine, Shurugwi Subchamber of the Great Dyke, Zimbabwe: Evidence from Petrography and Silicates Mineral Chemistry. Minerals, 7, 127.
4. Evans, A. M. (2009). Ore geology and industrial minerals: an introduction. John Wiley & Sons.
5. Kowalski, B.; Kissin, S. 2018. A Fluid Inclusion Study of the Brookbank Deposit, Northwestern Ontario: A Transition from Mesothermal to Epithermal Gold Deposition. Minerals, 8, 92.
6. Molnár, F.; O'Brien, H.; Stein, H.; Cook, N.D.J. 2017. Geochronology of Hydrothermal Processes Leading to the Formation of the Au–U Mineralization at the Rompas Prospect, Peräpohja Belt, Northern Finland: Application of Paired U–Pb Dating of Uraninite and Re–Os Dating of Molybdenite to the Identification of Multiple Hydrothermal Events in a Metamorphic Terrane. Minerals, 7, 171.
7. Misra, K. (2012). Understanding mineral deposits. Springer Science & Business Media.
8. Trade Map—Trade statistics for international mineral trade. http://www.trademap.org/Country_SelProduct_Map.aspx
9. USGS Mineral Resources Web sites. http://minerals.usgs.gov/; http://minerals.usgs.gov/minerals/

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
GEOMECÁNICA			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad horaria semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Práctica:** **0**		
JUSTIFICACIÓN			

La geomecánica es el estudio de cómo se deforman los suelos y las rocas, hasta terminar a veces en su falla, en respuesta a los cambios de esfuerzos, presión, temperaturas y otros parámetros ambientales. Por tanto, es usada como herramienta de apoyo para el diseño de labores perforación seguras en la industria minera, petrolera, y de gas. A escala de pozo, la geomecánica resulta esencial para comprender cómo las barrenas de perforación remueven las rocas y caracterizar la estabilidad de los pozos, predecir la estabilidad de los túneles de los disparos, y diseñar y monitorear los programas de estimulación por fracturamiento hidráulico. A escala de yacimiento, la geomecánica ayuda a modelar el movimiento de los fluidos y a predecir cómo la remoción o la inyección de fluidos produce cambios en la permeabilidad, la presión del fluido y los esfuerzos locales de las rocas, que pueden generar efectos significativos en el rendimiento de los yacimientos.

Los ingenieros utilizan el modelado geomecánico con el fin de pronosticar y cuantificar estos efectos para las decisiones adoptadas durante toda la vida productiva de los yacimientos, tales como el posicionamiento y la terminación de pozos nuevos, el mejoramiento y la continuidad de la producción, la minimización de los riesgos y la implementación de nuevas inversiones.

PROPÓSITO

Esta actividad académica tiene el propósito comprender los métodos de caracterización geomecánica de las rocas, de los macizos rocosos y de los suelos con la ayuda de ensayos de laboratorio y prácticas de campo.

COMPETENCIAS

Se espera que a lo largo del curso cada estudiante:

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Comprende los conceptos básicos, de las geotecnias de suelos y rocas. (presiones efectivas, esfuerzo, deformación, resistencia, estado de esfuerzos bidimensionales, tridimensionales) así como los instrumentos para su estudio y análisis (círculos de Mohr, ensayos uniaxiales y triaxiales, resistencia al corte, etc).
- Distinge las propiedades geomecánicas de los diferentes tipos de suelos, y materiales geológicos.
- Entiende el comportamiento de los macizos rocosos y de los suelos en las obras de ingeniería.
- Comprende los métodos de caracterización geomecánica de las rocas, de los macizos rocosos y de los suelos con la ayuda de ensayos de laboratorio y prácticas de campo.
- Conoce los principios básicos del movimiento del agua dentro del terreno y su influencia en el medio.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Acepta su responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.
- Fomenta en sí mismo su responsabilidad ética como científico.
- Muestra una actitud de respeto, honestidad, autocrítica y compromiso con sigo mismo, y con los demás, y se muestra consiente de la importancia de hacer de estos y otros valores una constante en su vida profesional.

CONTENIDOS

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN:

- Conceptos básicos: mecánica de rocas, mecánica de suelos, estructuras geológicas
- Hidrogeología
- Geomorfología

CAPITULO II.

PROPIEDADES DE SUELOS, ROCAS Y DISCONTINUIDADES:

- Características básicas: porosidad, densidad, humedad, grado de saturación.
- Consistencia y plasticidad
- Propiedades hidráulicas
- Consolidación
- Perfiles de meteorización
- Propiedades de discontinuidades

CAPITULO III.

CLASIFICACIÓN DE ROCAS:

- Rocas intactas
- Rocas in-situ
- Calidad de roca

CAPITULO IV.

ENSAYOS DE LABORATORIO:

- Deformación - esfuerzos
- Resistencia
- Círculo de Mohr
- Tipos de ensayos
- Reología
- Tensiones naturales

CAPITULO V.

CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO:

- Inspección en campo
- Propiedades del macizo rocoso: resistencia, deformabilidad, comportamiento frágil, post-rotura.
- Sistemas de clasificación del macizo rocoso
- Mapeo de superficie
- Mapeo subterráneo
- Secciones geomecánicas

- Logueo o registro
- Descripción del macizo rocoso

CAPITULO VI.

DOMINIOS Y CRITERIO GEOMECÁNICOS:

- Modelo geológico-estructural
- Modelo del macizo rocoso
- Modelo hidrogeológico
- Condiciones de esfuerzos
- Dominios geomecánicos
- Mecanismos de falla: controlados por esfuerzos o por estructuras
- Criterios geomecánicos
- Criterios de aceptación: factor de seguridad, probabilidad de falla

CAPITULO VI.

GEOMECÁNICA APLICADA:

- Estabilidad de taludes
- Ingeniería subterránea, túneles
- Ingeniería de vías de comunicación
- Obras hidráulicas
- Cimentaciones
- Estabilidad de pozos

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor estará encargado de liderar la clase magistral y de establecer un diálogo estudiante-profesor, profesor-estudiante, y estudiante-estudiante, que permita la adecuada comprensión de los contenidos del curso.
- En las horas de consulta el profesor velará por atender adecuadamente a los estudiantes, resolviendo las dudas que se presenten, y motivando vía discusiones personalizadas el trabajo individual de los estudiantes y la adecuada comprensión de los contenidos. Finalmente, el profesor estará a cargo de la evaluación y posterior calificación.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán participar activamente en las discusiones desarrolladas en clase.
- Estarán también a cargo de desarrollar en horas extra-clase los talleres que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo de ensayo y exposición al final del semestre.
- Igualmente serán responsables de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

NORMAS DEL CURSO

- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad o plagio en las evaluaciones y en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las

sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Asiste a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

EVALUACIONES

EVALUACIÓN SUMATIVA

- Se realizará de acuerdo a los pesos para cada competencia presentados en esta sección.
- Instrumentos: Las preguntas y respuestas formarán parte integral de cada clase. Con respecto a las preguntas abiertas y las pruebas objetivas, éstas se integrarán en cuatro pruebas escritas parciales que se realizarán entre intervalos de tiempo iguales a lo largo del semestre.
- Las anotaciones de campo se usarán en forma de talleres de problemas que se dejarán cada semana.
- Las entrevistas se realizarán aleatoriamente y a lo largo del curso tres veces por cada estudiante.
- La observación se realizará en cada clase y el diario del profesor será actualizado al terminar cada una de ellas.
- El diario del estudiante será revisado cada dos semanas.
- El ensayo y la exposición corresponderán a las actividades a desarrollar en la semana de exámenes finales programada por la universidad.
- Para la evaluación sumativa se procederá tanto con la heteroevaluación, como con la coevaluación y la autoevaluación, la segunda realizada en las horas de consulta, y la tercera realizada en la clase siguiente a la respectiva coevaluación.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.
- La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

CALIFICACIONES

- El estudiante deberá presentar al menos una evaluación escrita, con una ponderación no inferior al 50 % de la nota final. El número de evaluaciones escritas y las respectivas

ponderaciones serán asignadas por el profesor.

- El porcentaje restante se obtendrá mediante la realización de tareas, quices, exposiciones y demás actividades que el profesor realice durante el curso**.**

BIBLIOGRAFÍA

1. Ramírez-Oyanguren, p., Alejano, L., 2004. Mecánica de rocas: fundamentos e ingeniería de taludes. España. 711p.
2. JOHN CONRAD JAEGER, Australian National University
3. NEVILLE G.W COOK, University of California, Berkeley
4. ROBERT ZIMMERMAN JOHN CONRAD JAEGER, Australian National University
5. NEVILLE G.W COOK, University of California, Berkeley
6. ROBERT ZIMMERMAN Jaeger, j., cook, n., zimmerman, R., 2007. Fundamentals of rock mechanics. Fourth edition. 488p.
7. Osinergmin, 2017. Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas. Gobierno del Perú. 269p.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
ANÁLISIS DE BASE DE DATOS			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad horaria semanal			**Requisitos:**
TAD		**TI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

Con las capacidades computacionales que tenemos hoy en día, sin la limitación del hardware, la minería de datos se convierte en una herramienta muy importante para el tratamiento de grandes volúmenes de información. Es más que un simple análisis de datos convencional, utiliza herramientas de análisis tradicionales y asociadas con inteligencia artificial con un enfoque particular para el análisis de datos. El énfasis de esta herramienta no está específicamente en extraer hechos, sino principalmente en generar hipótesis. Busca más generar preguntas que respuestas. En el área de la Ciencia del Sistema Terrestre, se busca comparar los datos registrados y almacenados en grandes repositorios de datos con una teoría que basada en una expresión analítica de leyes físicas. El resultado de dicha comparación emerge como la refutación o comprobación de una hipótesis del funcionamiento de la naturaleza expresada como una fórmula matemática. En el caso en que no existen teorías generales, las técnicas de extracción de datos se hacen valiosas, especialmente cuando se tienen grandes cantidades de datos con abundante ruido. Ahí se espera obtener automáticamente una generalización teórica a partir de los datos por medio de la inducción, derivando modelos empíricos y aprendiendo de ejemplos. La teoría resultante, aunque tal vez no sea fundamental, puede proporcionar una buena comprensión del proceso físico y puede tener una gran utilidad práctica.

PROPÓSITO

- Dotar al estudiante del conocimiento del análisis de bases de datos como un campo de

acción interdisciplinario en el que se combinan métodos científicos, procesos y sistemas para extraer conocimiento o nuevas hipótesis a partir de diversas fuentes de datos ya sean estos estructurados o no estructurados.

- El estudiante estará en capacidad de generar nuevas preguntas de investigación o unas novedosas preguntas de investigación a partir del tratamiento de datos, complementando los tradicionales métodos de análisis de datos.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Identifica las principales características del Data Mining y sus diferencias con herramientas de análisis convencional de datos.
- Describe las principales características de los datos como insumo al Data Mining.
- Maneja con propiedad métodos de tratamiento de datos geológicos en el contexto del Data Mining.
- Reconoce las características y condiciones de los datos que pueden ser tratados con esta herramienta.
- Identifica ejemplos de problemas típicos de la CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE y la manera en que pueden ser abordados por data Mining.
- Extrae nuevas hipótesis o preguntas de investigación a partir del tratamiento de datos.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Acepta su responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.
- Fomenta en sí mismo su responsabilidad ética como científico.

CONTENIDOS

CAPITULO I.

DATA WAREHOUSING:

- Introducción: definición y descripción, necesidad de data warehousing, necesidad de información estratégica, fallas de sistemas de soporte de decisiones pasadas, OLTP vs DWH, requerimientos DWH, tendencias en DWH, Aplicación de DWH.

CAPITULO II.

ARQUITECTURA DE ALMACENAMIENTO DE DATOS:

- Arquitectura de referencia. Componentes de la arquitectura de referencia - Bloques de construcción de Data werehousing. Implementación, proceso de diseño físico e implementación DWH. Dato multidimensional, Arquitectura del Modelo de Data Werehouse.

CAPITULO III.

DATA MINING O MINERÍA DE DATOS:

- Tareas de minería de datos. Minería de datos vs. KDD, Problemas en minería de datos, Métricas de minería de datos, Arquitectura de minería de datos - Limpieza de datos - Transformación de datos - Reducción de datos - Primitivos Data mining.

CAPITULO IV.

MINERÍA DE REGLAS DE ASOCIACIÓN:

- Introducción. Reglas de asociación booleanas unidimensionales de minería desde bases de datos transaccionales - Reglas de asociación multidimensionales de minería.

CAPITULO V.

CLASIFICACIÓN Y PREDICCIÓN:

- Técnicas de clasificación - Problemas relacionados con la clasificación y la predicción - Árbol de decisiones - Clasificación bayesiana - Precisión del clasificador - Clustering- Métodos de clustering - Análisis de valores atípicos (outlier analysis).

CAPITULO VI.

APLICACIONES Y OTROS MÉTODOS DE MINERÍA DE DATOS:

- Algoritmos de minería de datos distribuidos y paralelos, minería de textos - minería web.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor estará encargado de liderar la clase magistral y de establecer un diálogo estudiante-profesor, profesor-estudiante, y estudiante-estudiante, que permita la adecuada comprensión de los contenidos del curso.
- En las horas de consulta el profesor velará por atender adecuadamente a los estudiantes, resolviendo las dudas que se presenten, y motivando vía discusiones personalizadas el trabajo individual de los estudiantes y la adecuada comprensión de los contenidos.
- Finalmente, el profesor estará a cargo de la evaluación y posterior calificación.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán participar activamente en las discusiones desarrolladas en clase. Estarán también a cargo de desarrollar en horas extra-clase los talleres que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo de ensayo y exposición al final del semestre. Igualmente serán responsables de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

NORMAS DEL CURSO

- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad en las evaluaciones o plagio en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Asiste a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios

propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

EVALUACIONES

- Evaluación Sumativa
- Se realizará de acuerdo a los pesos para cada competencia presentados en esta sección.
- Instrumentos: Las preguntas y respuestas formarán parte integral de cada clase. Con respecto a las preguntas abiertas y las pruebas objetivas, éstas se integrarán en cuatro pruebas escritas parciales que se realizarán entre intervalos de tiempo iguales a lo largo del semestre.
- Las anotaciones de campo se usarán en forma de talleres de problemas que se dejarán cada semana.
- Las entrevistas se realizarán aleatoriamente. La observación se realizará en cada clase y el diario del profesor será actualizado al terminar cada una de ellas.
- El diario del estudiante será revisado cada dos semanas.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.
- La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

CALIFICACIONES

- Previos 40%
- Trabajo investigativo/interpretativo 30%
- Examen acumulativo 30%

BIBLIOGRAFÍA

1. Arun K Pujari. 2003. Data mining techniques. Oxford University Press, London.
2. Berson.2004. DataWarehousing, Data Mining and OLAP. Tata McGraw Hill Ltd, New Delhi.
3. Dunham M H. 2003. Data mining: Introductory and Advanced Topics. Pearson Education, New Delhi.
4. Jiawei Han and Micheline Kamber.2006. Data Mining Concepts and Techniques", Morgan Kaufmann Publishers, USA.
5. Mehmed Kantardzic. 2003. Data Mining Concepts, Methods and Algorithms. John Wiley and Sons, USA.
6. Soman K. P., DiwakarShyam, Ajay V. 2006. Insight into Data mining: Theory and Practice, PHI.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
CUENCAS SEDIMENTARIAS			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad horaria semanal			**Requisitos:**
TAD		**TI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

El análisis de cuencas sedimentarias constituye el último paso de un estudio estratigráfico y de la propia estratigrafía como ciencia. El análisis de una cuenca pretende llegar a conocer la geometría y la génesis de la cuenca, la localización espacial y temporal de cada una de las unidades estratigráficas que se pueden diferenciar en los materiales que las rellenan, así como los factores que controlaron su sedimentación, llegando a interpretar el conjunto de medios que la constituyeron y su evolución espacial y temporal. Uno de los aspectos principales en el análisis de cuencas será la relación entre la tectónica y la sedimentación, ya que en buena parte la geometría de una cuenca sedimentaria y de las unidades que en ella se depositan está condicionada por los rasgos tectónicos del área.

PROPÓSITO

Los propósitos de este curso son que el estudiante conozca los parámetros que intervienen en la formación, relleno y evolución de las cuencas sedimentarias, y cómo implementar las técnicas de cada una de las disciplinas geológicas, geoquímicas y geofísicas en el análisis de las cuencas sedimentarias. De esta forma el alumno al final del curso debe ser capaz de realizar un análisis integral de las cuencas, incorporando todos los aspectos sedimentarios, tectónicos, estructurales, y geoquímicos para establecer la cronología de eventos que conforman los plays y sistemas petroleros en un área de estudio.

COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante habrá desarrollado o reforzado competencias del tipo:

Saber:

- Busca e interpreta la pertinencia de la información bibliográfica encontrada en las herramientas de análisis y visualización bibliométrica de tema, autor, país, institución en Scimago, Web of Science, Scopus, Elsevier.
- Discrimina la información bibliográfica centrada en el interés del curso.
- Articula los métodos principales y resultados más importantes presentados en un artículo científico o informe técnico sobre un tema en análisis de cuencas sedimentarias.
- Identifica e interpreta los tipos más comunes de facies, asociación de facies, secuencias y ciclos de facies.
- Comunica eficazmente la información sobre la temática de análisis de cuencas sedimentarias

tanto de forma oral como escrita.

- Formula una pregunta de investigación que le permita resolver un análisis estratigráfico, un modelo deposicional.
- Aporta el conocimiento en la temática del análisis de cuencas oportuno para la geología de exploración en la explotación de georrecursos.

Hacer:

- Planea y conduce experimentos o procedimientos que le permitan determinar las propiedades mecánicas de algunos de los materiales de la litósfera.
- Planea y conduce modelamientos que le permitan determinar el flujo de calor, la flexión de la corteza, la subsidencia, erosión, aporte y relleno de cuenca, la compactación, la delaminación (Backstripping), la tasa de sedimentación y de producción orgánica.

Ser:

- Demuestra que acepta su responsabilidad en el alcance de los logros propuestos
- Demuestra que fomenta en sí mismo su responsabilidad ética como científico.
- Muestra una actitud de respeto, honestidad, autocrítica y compromiso consigo mismo, y con los demás, y se muestra consciente de la importancia de hacer de estos y otros valores una constante en su vida profesional.

CONTENIDOS

CAPITULO I.
PRINCIPIOS DEL ANÁLISIS DE CUENCAS.

- El Análisis Estratigráfico.
- Facies, asociación, secuencias y ciclos de facies.
- Unidades litogenéticas proceso-controladas.
- Modelos Deposicionales.
- Herramientas de Trabajo.

CAPITULO II
PROCESOS FÍSICOS QUE CONTROLAN LA EVOLUCIÓN DE LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS

- Propiedades Mecánicas de la Litósfera.
- Esfuerzo y deformación.
- Flujo de calor: conducción y convección.
- Reología de las rocas.
- Modelado de flexión de la corteza.

CAPITULO III.
CUENCAS SEDIMENTARIAS, MECANISMOS DE FORMACIÓN DE CUENCAS Y ESTILOS ESTRUCTURALES.

- Cuencas Extensionales.
- Cuencas Transpresionales y Transtensionales.
- Cuencas de Antepaís.
- Cuencas Intracratónicas.

CAPITULO IV
SISTEMAS O MEDIOS DEPOSICIONALES Y MODELOS DE FACIES.

- Génesis, procesos operantes y tipos de depósitos.
- Relación de estilos deposicionales al ámbito de la cuenca.

CAPITULO V
ESTRATIGRAFÍA GENÉTICA DE CUENCAS.

- Ritmos y Ciclicidad.
- Discordancias.
- Cambios Eustáticos del Nivel del Mar.
- Curva de Vail/Haq: controles tectónicos vs eustáticos
- Estratigrafía de Secuencias.
- Secuencia Depositacional.
- System Tracts.
- Parasecuencias.

CAPITULO VI
EL RELLENO DE LA CUENCA Y BALANCE SEDIMENTARIO

- Subsidencia, Erosión, Aporte y Relleno de Cuenca.
- Análisis de Subsidencia.
- Compactación (Porosidad).
- Delaminación (Backstripping).
- Tasa de Sedimentación y Producción Orgánica.
- Introducción al Análisis de Tectónica y Sedimentación.

CAPITULO VII
HISTORIA TERMAL.

- Ecuación de Arrhenius.
- Paleotemperaturas.
- Indicadores de temperatura y madurez termal.
- Aplicación de la reflectancia de la vitrinita.

CAPITULO VIII
MODELOS MATEMÁTICOS DE EVALUACIÓN DE MADUREZ Y METODOLOGÍA OPERATIVA

- Adquisición de los datos primarios y su interpretación.
- Integración de la Información.

CAPITULO IX
MODELOS MATEMÁTICOS APLICACIONES.

- Hidrogeología de Cuencas.

- El Petróleo en el Sistema Depositacional.
- Concepto de play y sistema petrolero.
- Sistema de carga petrolero.
- Reservorio.
- Sello.
- Trampa

Componente práctico.
Obtención, análisis, interpretación y discusión de datos presentados a través de informes de práctica, talleres, ensayos, resúmenes y seminarios sobre los contenidos de la actividad académica.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor estará encargado de liderar la clase magistral y de establecer un diálogo estudiante-profesor, profesor-estudiante, y estudiante-estudiante, que permita la adecuada comprensión de los contenidos del curso.
- En las horas de consulta el profesor velará por atender adecuadamente a los estudiantes, resolviendo las dudas que se presenten, y motivando vía discusiones personalizadas el trabajo individual de los estudiantes y la adecuada comprensión de los contenidos.
- Finalmente, el profesor estará a cargo de la evaluación y posterior calificación.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán participar activamente en las discusiones desarrolladas en clase. Estarán también a cargo de desarrollar en horas extra-clase los talleres que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo de ensayo y exposición al final del semestre. Igualmente serán responsables de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

NORMAS DEL CURSO

- La asistencia es obligatoria. Ante circunstancias atenuantes, el alumno debe proporcionar la excusa debidamente avalada por Bienestar Estudiantil (excusa médica, certificado de defunción, etc.). La asistencia a las reuniones de tutoría es obligatoria y se realizará en los horarios previamente acordados. El respeto al compañero(a) y al profesor son importantes para el buen desarrollo de la clase. La asistencia a las salidas de campo es obligatoria. Para ello se requiere el uso de ropa y botas de campo adecuadas y de material de campo como lupa, martillo, ácido HCl, bolsas para la recolección de muestras, libreta de campo y brújula. Los encuentros durante los horarios de clase, tutorías y salidas de campo se realizarán dentro de un ambiente de escucha y discusión respetuosa.
- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad en las evaluaciones o plagio en los talleres será observado como una conducta reprochable y conlleva a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE:

- Realiza las lecturas en inglés relacionadas con los contenidos del curso y participa en la discusión en pequeños grupos.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Participa durante el trabajo práctico en el aula, la salida de campo y el diseño del proyecto de aula.
- Elabora mapas conceptuales, cuadros sinópticos, infografías, pósters, resúmenes y ensayos.
- Asiste a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

EVALUACIONES

EVALUACIÓN SUMATIVA

- Se realizará de acuerdo a los pesos para cada competencia presentados en esta sección.

- Instrumentos: Las preguntas y respuestas formarán parte integral de cada clase. Con respecto a las preguntas abiertas y las pruebas objetivas, éstas se integrarán en cuatro pruebas escritas parciales que se realizarán entre intervalos de tiempo iguales a lo largo del semestre.

- Las anotaciones de campo se usarán en forma de talleres de problemas que se dejarán cada semana.

- Las entrevistas se realizarán aleatoriamente y a lo largo del curso tres veces por cada estudiante.

- La observación se realizará en cada clase y el diario del profesor será actualizado al terminar cada una de ellas.

- El diario del estudiante será revisado cada dos semanas.

- El ensayo y la exposición corresponderán a las actividades a desarrollar en la semana de exámenes finales programada por la universidad.

- Para la evaluación sumativa se procederá tanto con la heteroevaluación, como con la coevaluación y la autoevaluación, la segunda realizada en las horas de consulta, y la tercera realizada en la clase siguiente a la respectiva coevaluación.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros

alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.

- La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

CALIFICACIONES

- Examen Parcial escrito (2 exámenes): 20%
- Examen Final escrito: 10%
- Reportes de prácticas de laboratorio y salida de campo (informes, talleres, salidas extramuros cortas al ICP o Guatiguará): 30%
- Proyecto de aula individual (seminarios, infografías, pósters, lecturas, foros y debates en torno a un tema de aplicación de la actividad académica): 20%
- Elaboración escrita de ensayos y resúmenes en clase: 10%
- Análisis y discusión de un artículo científico sobre la temática del curso: 10%

BIBLIOGRAFÍA

1. Allen, P. A., & Allen, J. R. 2013. Basin analysis: Principles and application to petroleum play assessment. John Wiley & Sons.
2. Arche, A. 2010. Sedimentología del Proceso Físico a la Cuenca Sedimentaria. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
3. Catuneanu, O. 2006. Principles of sequence stratigraphy. Elsevier.
4. Miall, A. D. 2013. The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology. Springer.
5. Montes, A. B. 2002. Principios de Estratigrafía. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Medellín.
6. Wangen, M. 2010. Physical principles of sedimentary basin analysis. Cambridge University Press.

II GEOSFERA+ PEDOSFERA+ BIOSFERA

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE</td></tr>
<tr><td colspan="4">BIOESTRATIGRAFÍA Y BIOCRONOLOGÍA</td></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de créditos: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad Horaria Semanal</td><td rowspan="3">Requisitos:</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP</td><td rowspan="2">HTI:
9</td></tr>
<tr><td>Teóricas:
3</td><td>Práctica:
0</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN

Este curso explora la distribución de los microfósiles marinos en los núcleos profundos marinos. Los estudiantes son guiados en la aplicación de zonación bioestratigráfica y en la interpretación de la edad relativa, la correlación de sedimentos de una región y otra del mundo, y el cálculo de la velocidad de acumulación de sedimentos.

La bioestratigrafía constituye la rutina básica de correlación global o regional y las escalas de producción. Proporciona los datos paleoambientales utilizados para la cartografía de las facies sedimentarias o del modelamiento del reservorio de hidrocarburos. Es el componente estructural para la interpretación de la secuencia estratigráfica, la correlación de superficies y la identificación de las tendencias en los systems tract. Es una herramienta práctica para que el well-site se apoye en la toma de decisiones durante la perforación de pozos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">PROPÓSITO

Los propósitos del presente curso son que el estudiante reconozca al registro fósil como el referente fundamental de la naturaleza lineal del tiempo geológico y del cambio evolutivo de los seres vivos. Conozca los grupos de fósiles relevantes desde el punto de vista bioestratigráfico y biocronológico. Reconozca como los fósiles se pueden usar para realizar una correlación estratigráfica confiable en geología sedimentaria y pueda realizar una correlación estratigráfica confiable.</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante habrá desarrollado o reforzado competencias del tipo:

Saber:

• Emplea los grupos de microfósiles marinos y no marinos útiles en bioestratigrafía y biocronología y sabe cómo y cuándo usarlos.

• Utiliza la biocronología y la bioestratigrafía en otros campos de la Geología.

• Emplea los conceptos y principios fundamentales de la estratigrafía y bioestratigrafía.

Hacer:

• Utiliza datos bioestratigráficos para construir los estándares compuestos y en el análisis de</td></tr>
</table>

correlación gráfica.

- Emplea datos bioestratigráficos complejos para crear una síntesis, y extrae de tal síntesis una escala de tiempo relativa basada exclusivamente sobre el contenido fósil presente en las rocas sedimentarias.Utiliza tal escala del tiempo para asignar edades relativas a ejemplos que contengan fósiles aislados.
- Caracteriza, define y correlaciona, litológica y/o temporal, las unidades estratigráficas.
- Establece correlaciones entre las escalas biocronoestratigráficas y el resto de las escalas estratigráficas.
- Elabora y maneja bases de datos georreferenciadas de elementos del registro geológico y paleontológico, y los programas de representación y análisis espacial de estos elementos.
- Utiliza la correlación gráfica en la estratigrafía de secuencias y en la cronoestratigrafía.
- Integra los resultados bioestratigráficos y biocronológicos con información sísmica y geológica.
- Utiliza los fósiles en la datación relativa de las rocas.

Ser:

- Demuestra que valora los métodos de datación con fósiles y que conoce las limitaciones de dichos métodos.
- Demuestra que acepta su responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.
- Demuestra que fomenta en sí mismo su responsabilidad ética como científico.
- Muestra una actitud de respeto, honestidad, autocrítica y compromiso con sigo mismo, y con los demás, y se muestra consciente de la importancia de hacer de estos y otros valores una constante en su vida profesional.

CONTENIDOS

CAPÍTULO I.

GENERALIDADES

- La Paleontología y el tiempo geológico.
- Aplicación de los fósiles en la datación y correlación de las rocas.
- Principales grupos de fósiles de interés biocronológico y bioestratigráfico en el Fanerozoico.
- Síntesis histórica sobre los conceptos de bioestratigrafía y biocronología.
- Las unidades biocronológicas y bioestratigráficas.
- La Paleontología y su relación con la Cronoestratigrafía y Geocronología.

CAPÍTULO II.

BIOESTRATIGRAFÍA Y BIOZONAS

- Grupos microfósiles útiles en bioestratigrafía, sus aplicaciones y limitaciones.
- Microfósiles marinos y bioestratigrafía. Biozonaciones vs. Análisis de correlación gráfica, el uso de estándares compuestos, su calibración con el tiempo geológico y la interpretación de los resultados.
- Métodos y técnicas de muestreo y análisis: bioestratigráficos, filogenéticos, magnetoestratigráficos. Métodos cuantitativos, técnicas de muestreo y análisis: Appearance Event Ordination (AEO), Ranking & Scaling (RASC), Unitary Associations Guex, J. (1991), Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (Past).
- Métodos estadísticos y de correlación gráfica, técnicas de muestreo y análisis.
- Métodos ecobioestratigráficos, bioquimioestratigráficos, biocicloestratigráficos y evento-estratigráficos, técnicas de muestreo y análisis.

CAPÍTULO III.

BIOCRONOLOGÍA.

- Cronoestratigrafía y las líneas de tiempo. Estratigrafía de secuencias, cronoestratigrafía, y estratigrafía de cronosecuencias.
- El registro fósil en las escalas cronoestratigráfica y geocronológica. Optimización restringida (Constrained Optimization).
- La solución de vendedor viajero (The Traveling Salesman's Solution) CONOP Kemple et al. (1989, 1995).
- Líneas de tiempo compuestas (Inside Composite Timelines).

CAPÍTULO IV.

APLICACIONES DE LA BIOESTRATIGRAFÍA Y BIOCRONOLOGÍA EN LA GEOLOGÍA Y EN LA INDUSTRIA.

- Relaciones de la biocronología y bioestratigrafía con otras disciplinas geológicas y en la prospección de recursos energéticos.
- Correlación de pozos, integración sísmica y geológica e interpretación.
- La actividad académica incluye una salida de campo de tres días durante los cuales se recolectarán fósiles en materiales del Cretácico -Paleógeno de la Cordillera Oriental de Colombia, con el propósito de analizar la bioestratigrafía de la sucesión.

Componente práctico.
Obtención, análisis, interpretación y discusión de datos presentados a través de informes de práctica, talleres, ensayos, resúmenes y seminarios sobre los contenidos de la actividad académica.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor estará encargado de liderar la clase magistral y de establecer un diálogo estudiante-profesor, profesor-estudiante, y estudiante-estudiante, que permita la adecuada

comprensión de los contenidos del curso.

- En las horas de consulta el profesor velará por atender adecuadamente a los estudiantes, resolviendo las dudas que se presenten, y motivando vía discusiones personalizadas el trabajo individual de los estudiantes y la adecuada comprensión de los contenidos. Finalmente, el profesor estará a cargo de la evaluación y posterior calificación.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán participar activamente en las discusiones desarrolladas en clase. Estarán también a cargo de desarrollar en horas extra-clase los talleres que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo de ensayo y exposición al final del semestre. Igualmente serán responsables de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

NORMAS DEL CURSO

- La asistencia es obligatoria. Ante circunstancias atenuantes, el alumno debe proporcionar la excusa debidamente avalada por Bienestar Estudiantil (excusa médica, certificado de defunción, etc.). La asistencia a las reuniones de tutoría es obligatoria y se realizará en los horarios previamente acordados. El respeto al compañero(a) y al profesor son importantes para el buen desarrollo de la clase. La asistencia a las salidas de campo es obligatoria. Para ello se requiere el uso de ropa y botas de campo adecuadas y de material de campo como lupa, martillo, ácido HCl, bolsas para la recolección de muestras, libreta de campo y brújula. Los encuentros durante los horarios de clase, tutorías y salidas de campo se realizarán dentro de un ambiente de escucha y discusión respetuosa.

- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad o plagio en las evaluaciones y en los talleres será observado como una conducta reprochable y conlleva a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE LOGROS

- Realiza las lecturas en inglés relacionadas con los contenidos del curso y participa en la discusión en pequeños grupos.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Participa durante el trabajo práctico en el aula, la salida de campo y el diseño del proyecto de aula.
- Elabora mapas conceptuales, cuadros sinópticos, infografías, pósters, resúmenes y ensayos.
- Asista a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.

- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

EVALUACIONES

EVALUACIÓN ACUMULATIVA

- Se realizará de acuerdo con los pesos para cada competencia presentados en esta sección.
- Instrumentos: Las preguntas y respuestas formarán parte integral de cada clase. Con respecto a las preguntas abiertas y las pruebas objetivas, éstas se integrarán en cuatro pruebas escritas parciales que se realizarán entre intervalos de tiempo iguales a lo largo del semestre.
- Las anotaciones de campo se usarán en forma de talleres de resolución de problemas que se dejarán cada semana.
- Las entrevistas se realizarán aleatoriamente y a lo largo del curso tres veces por cada estudiante.
- La observación se realizará en cada clase y el diario del profesor será actualizado al terminar cada una de ellas.
- El diario del estudiante será revisado cada dos semanas.
- El ensayo y la exposición corresponderán a las actividades a desarrollar en la semana de exámenes finales programada por la universidad.
- Para la evaluación sumativa se procederá tanto con la heteroevaluación, como con la coevaluación y la autoevaluación, la segunda realizada en las horas de consulta, y la tercera realizada en la clase siguiente a la respectiva coevaluación.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.
- La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

CALIFICACIONES

- Examen Parcial escrito (2 exámenes): 20%

- Examen Final escrito: 10%
- Reportes de prácticas de laboratorio y salida de campo (informes, talleres, salidas extramuros cortas al ICP o Guatiguará): 30%
- Proyecto de aula individual (seminarios, infografías, pósters, lecturas, foros y debates en torno a un tema de aplicación de la actividad académica): 20%
- Elaboración escrita de ensayos y resúmenes en clase: 10%
- Análisis y discusión de un artículo científico sobre la temática del curso: 10%

BIBLIOGRAFÍA

1. Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. et al. 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36 (3): 199-204. http://www.academia.edu/4671360/The_ICS_ International_Chronostratigraphic_Chart.
2. Cooper, R.A., Crampton, J.S., Raine, J.I. et al. 2001. Quantitative Biostratigraphy of the Taranaki Basin, New Zealand: A Deterministic and Probabilistic Approach. AAPG Bulletin 85 (8): 1469–98.
3. Fernández-López, S. 2000. La naturaleza del registro fósil y el análisis de las extinciones. Coloquios de Paleontología, 51: 267-280.
4. Hammer, Ø. y Harper, D.A.T. 2006. Paleontological Data Analysis. Malden, Massachusetts: Blackwell Publishing.
5. Hammer, Ø., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontología Electrónica 4 (1). http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf.
6. Koutsoukos, E. (ed.) 2005. Applied Stratigraphy. Topics in Geolobiology, 23, 488 pp., Springer. The Netherlands.
7. Murphy, M. and Salvador, A., 1999. International Stratigraphic Guide - An abridged version. Episodes, 22(4): 255 -272.
8. Powell, A.J. and Riding, J.B. (eds.) 2005. Recent Developments in Applied Biostratigraphy. The Micropalaeontological Society, Special Publications, The Geological Society, London, 245 pp.
9. Reguant, S. y Ortiz, R., 2001. Guía estratigráfica internacional, versión abreviada. Revista de la Sociedad Geológica de España, 14(3-4): 270-293.
10. Sadler, P.M., 2000. Constrained Optimization Approaches to the Paleobiologic Correlation and Seriation Problems: A Users' Guide and Reference Manual to the CONOP Program Family, Version 6.5, University of California, Riverside. Shaw, A.B. 1964. Time in Stratigraphy. New York: McGraw-Hill.
11. Sadler, P.M., 2010. Biochronology as a Traveling Salesman Problem, Introduction to the Conop9 Seriation Programs. University of California, 79p..
12. Zhou, D. 2008. RASC/CASC: Example of Creative Application of Statistics in Geology. Natural Resources Research 17 (3): 145-154. http://dx.doi.org/10.1007/s11053-008-9075-8.

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE</td></tr>
<tr><td colspan="4">CIENCIA DEL SUELO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de créditos: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad horaria semanal</td><td rowspan="3">Requisitos:</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP</td><td rowspan="2">HTI:
9</td></tr>
<tr><td>Teóricas:
3</td><td>Práctica:
0</td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

El curso Ciencia del Suelo es fundamental en el estudio del suelo como un recurso valioso de nuestro planeta, incluyendo aspectos con relación a su formación, clasificación y cartografía; propiedades físicas, químicas y biológicas, uso y gestión. Los científicos del suelo han expresado su preocupación sobre cómo contribuir en la protección del suelo a nivel mundial debido a problemas tales como erosión, contaminación, desertificación, pérdida de fertilidad, urbanización o compactación que lo vienen afectando.

Esta actividad académica representa un escenario interesante como quiera que el suelo está recibiendo mucha atención no solo desde la perspectiva netamente geológica en la determinación de condiciones ambientales y climáticas del pasado sin también de manera multidisciplinaria en tanto que este recurso tiene muchos nexos con aspectos que son muy importantes para la sustentabilidad de la vida en nuestro planeta. De hecho, los últimos avances en la investigación del suelo están relacionados con la necesidad de entender el papel del suelo en el contexto del cambio climático, los gases de efecto invernadero, y el secuestro de carbono.

La Ciencia del Suelo merece un lugar como una disciplina académica por sí misma en el sistema académico ya que el conocimiento del suelo representa una base fundamental para la enseñanza de un amplio rango de temas científicos, sociales, económicos y culturales.

PROPÓSITO

Los propósitos del presente curso son capacitar al estudiante en la identificación de los principales componentes del suelo, interpretación de sus propiedades las propiedades, clasificación de los suelos, determinación de los factores que condicionan la edafogénesis, identificación de los problemas frecuentes de degradación del suelo, aplicación de métodos para el estudio del suelo, y manejo sustentable del suelo.

COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante habrá desarrollado o reforzado competencias del tipo:

Saber:

- Evalúa el estado de avance del conocimiento para la resolución de problemas de investigación en relación el manejo sustentable del recurso suelo.
- Comprende los principales procesos pedogenéticos y su relación con la tipogénesis del suelo, así como los principios y las técnicas de manejo y conservación de suelos.
- Aplica los conceptos adquiridos para la resolución de problemas de investigación en relación el manejo sustentable del recurso suelo.

Hacer:

- Comprende las propiedades y los tipos de suelos, los factores litológicos, topográficos, climáticos y biológicos que condicionan la edafogénesis.
- Aplica las diferentes técnicas analíticas disponibles en la caracterización de los suelos.
- Integra las evidencias experimentales encontradas en los estudios de campo y/o laboratorio con los conocimientos teóricos.
- Evalúa aspectos técnicos, económicos y ambientales que permitan definir la factibilidad y desarrollo de proyectos enfocados al manejo sustentable del recurso suelo.

Ser:

- Demuestra compromiso con su formación académica y responsabilidad ética como científico.
- Refleja una actitud de respeto, honestidad, autocrítica y compromiso con sigo mismo, y con los demás, y se muestra consiente de la importancia de hacer de estos y otros valores una constante en su vida profesional.

CONTENIDOS

CAPITULO I.
INTRODUCCION A LA CIENCIA DEL SUELO

- Generalidades del suelo y sus características.
- Importancia del suelo.
- Uso del suelo.
- Funcionamiento del suelo en los ecosistemas.
- Terminología y clasificación de suelos.

CAPITULO II.

- Naturaleza del suelo.
- Conceptos de pedología y edafología.
- Meteorización mecánica y química.
- Factores y procesos de formación del suelo (clima, aguas superficiales y subterráneas, relieve, erosión y denudación, material parental, organismos y tiempo).
- Componentes del suelo.
- Perfil del suelo y horizontes.
- Clasificación de suelos.

CAPITULO III.
MINERALOGIA DEL SUELO

- Minerales primarios y secundarios.
- Minerales de arcilla.
- Propiedades de las arcillas.
- Identificación de las arcillas del suelo.

CAPITULO IV.
PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

- Textura (tipos de partículas del suelo: arena, limo y arcilla).
- Estructura (clases estructurales de suelos con base en tipos, clases o grados de desarrollo).
- Densidad aparente.
- Porosidad.

- Consistencia.
- Temperatura.
- Color.
- Resistividad.

CAPITULO V.
PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

- Intercambio iónico.
- pH y conductividad.
- Reactividad.
- Salinidad.
- Sorción y precipitación.
- Reacciones de oxidación y reducción.
- Interacciones de la materia orgánica.

CAPITULO VI.
PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO

- Biodiversidad del suelo (microorganismos, mesofauna, macrofauna, raíces de las plantas).
- Funciones biológicas del suelo.
- Regulación de la estructura e hidrología del suelo.
- Conducción del ciclo de los nutrientes.
- Regulación de la dinámica de la materia orgánica del suelo.
- Intercambio de gases con la atmósfera y secuestro de carbono.
- Reciclaje y provisión de nutrientes.
- Eliminación de compuestos tóxicos.
- Protección de la salud de las plantas.

CAPITULO VII.
PROBLEMAS ASOCIADOS AL SUELO

- Erosión.
- Contaminación.
- Desertificación.
- Pérdida de fertilidad.
- Urbanización.
- Compactación.

CAPITULO VIII.
ESTUDIO DEL SUELO

- Recopilación y análisis de antecedentes.
- Reconocimiento de campo y muestreo exploratorio.
- Fase de campo (definición de unidades paisajísticas, morfología y descripción del perfil y muestreo sistemático).
- Fase de laboratorio (determinación de la composición mineralógica y caracterización de las propiedades química, físicas y biológicas del suelo).
- Diagnóstico y recomendaciones.

CAPITULO IX.
CONTROL, TRATAMIENTO Y RECUPERACION DEL SUELO

- Situación actual y evolución (reconocimiento de la situación, planificación de proyecto de

descontaminación y aplicación de tecnologías de descontaminación).

- Tecnología de tratamiento (remediación, estabilización y solidificación, desorción térmica).

CAPITULO X.
LEGISLACION AMBIENTAL

- Normativa sobre prevención y control de la contaminación del suelo en Colombia.
- La protección del suelo en el ámbito internacional.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

CLASE MAGISTRAL: Exposición oral y escrita realizada por el docente, apoyados con medios audiovisuales, tablero y esquemas realizados en el aula de clase.

SEMINARIOS: se desarrollarán seminarios temáticos relacionados con los contenidos de curso. Los estudiantes deberán desarrollar una lectura crítica del material de estudio, identificar los conceptos y temas de discusión más relevantes y presentarlos en seminarios en la modalidad pedagógica aula invertida. Cada seminario será presentado por un estudiante de manera presencial o en presencialidad remota, con la intervención de otros estudiantes y bajo la supervisión del profesor.

FOROS: a partir de los temas vistos en los seminarios de cada unidad, y/o videos con información complementaria suministrada por el profesor, los foros tendrán la finalidad no solo de consolidar los conocimientos adquiridos en los seminarios, sino de generar debates sobre temas novedosos de interés. Estos foros se llevarán a cabo de manera presencial o en presencialidad remota.

TRABAJOS DE INVESTIGACION: Sobre material bibliográfico referidos en la biblioteca de la Universidad, con el objeto de que apliquen sus conocimientos, y adquiera destreza en el proceso investigativo.

EVALUACION: Se realizarán evaluaciones de los temas expuestos por el docente, bajo su supervisión y guía, estimulando a los estudiantes a la apropiación de los fundamentos expuestos en el aula de clase.

REGLAMENTACION: Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad o plagio en las evaluaciones y en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

Al terminar el curso el estudiante:

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa activa y propositivamente en el análisis de la literatura base del curso.
- Demuestra manejo de los fundamentos teóricos durante la discusión de la literatura estudiada.
- Discute sobre las metodologías y análisis de los datos de la literatura estudiada evidenciado su comprensión sobre la relación entre las preguntas de investigación, los métodos y los resultados.
- Realiza revisiones bibliográficas y/o ensayos sobre los temas abordados en trabajos de investigación, seminarios y foros.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Formula iniciativas de investigación propias haciendo uso de los conocimientos adquiridos en

los seminarios y foros.
- Reconoce el valor del trabajo en equipo en los temas de investigación abordados en seminarios y foros.
- Reconoce la importancia de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.
- Demuestra su comprensión integral de los temas abordados en seminarios y foros, mediante el desarrollo de cuestionarios aplicados por el profesor.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN Y EQUIVALENCIA CUANTITATIVA:

TRABAJO DE INVESTIGACION: el trabajo de investigación constituye el 30% de la nota global del curso. Para la evaluación se tendrán en cuenta lo siguientes criterios: 1) Planteamiento del problema, calidad del texto y material gráfico (10%), 2) Dominio del contenido abordado (10%), y 3) Capacidad argumentativa y de síntesis (10%).

TALLERES: los talleres constituyen el 10% de la nota global del curso. Para la evaluación se tendrán en cuenta lo siguientes criterios: 1) Planteamiento del problema, calidad del texto y material gráfico (2.5%), 2) Dominio del contenido abordado (2.5%), y 3) Capacidad argumentativa y de síntesis (5%).

SEMINARIOS Y FOROS: los seminarios y foros constituyen el 30% de la nota global del curso. Para la evaluación del seminario se tendrán en cuenta lo siguientes criterios: 1) Calidad de la presentación audiovisual (5%), Planteamiento adecuado del tema a discutir y dominio del contenido abordado (5%), 2) Facilidad de comunicación e interacción con la audiencia (5%), 3) interacción con el auditorio (5%), y 4) Capacidad argumentativa y respeto por el disenso y de síntesis durante la presentación (10%).

CUESTIONARIOS: el cuestionario constituye el 30% de la nota global del curso y evaluará al final del curso, el contenido de las unidades desarrolladas.

La equivalencia cuantitativa de las diferentes estrategias de evaluación son las siguientes:
- Trabajo de investigación. (30%).
- Talleres (10%).
- Seminarios y foros (30%).
- Cuestionarios (30%).

BIBLIOGRAFÍA.

1. Dinssa, B., Elias, E. (2021). Characterization and classification of soils of Bako Tibe District, West Shewa, Ethiopia. Heliyon 7 (11), e08279.
2. Flato, G., Marotzke, J., Abiodun, B., Braconnot, P., Chou, S. C., Collins, W., & Forest, C. 2014. Evaluation of climate models. In Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 741-866). Cambridge University Press.
3. Greenland, D. J., & Hayes, M. H. B. 2016. The chemistry of soil constituents. The chemistry of soil constituents.
4. Lal, R. & Shukla. M., 2004. Principles of Soil Physics. The Ohio State University, Columbus, Ohio, U.S.A. 682 p.
5. Nagaraju, M.S.S., Gajbhiye, K.S. (2014). Characterization and evaluation of soils of Kukadi

Command (Minor-25) in Ahmednagar district of Maharashtra for land resource management. Agropedology 24 (2), 157-165.

6. McGuffie, K., & Henderson-Sellers, A. 2005. A climate modelling primer. John Wiley & Sons.
7. Osterkamp, W. R. 2008. Geology, soils, and geomorphology of the Walnut Gulch experimental watershed, tombstone, Arizona. Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science, 40(2), 136-155.
8. Press, F., Siever, R., Grotzinger, J., Jordan T.H. (2004). Understanding Earth. W.H. Freeman and Company. 4th edition.
9. Sanchez, P.A., Palm, C.A., Buol, S.W. (2003). Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. Geoderma 114 (3–4), 157-185.
10. Sparks, D. L. 2003. Environmental soil chemistry. Elsevier.
11. Stoops, G., Marcelino, V., & Mees, F. (Eds.). 2018. Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths. Elsevier.
12. Guzmán Casado G, M González de Molina y E Sevilla Guzmán (2000) Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible. Ediciones mundi Prensa- Madrid. 535 pp.
13. Sarandón SJ (2005) La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En "Curso de Agroecología y Agricultura sustentable". Material didáctico editado en CD ROM.
14. Zhang, J., Xua, M., Xu, M.-X. (2022). Characterising the diversity and functionality of the microbial community within biocrusts associated with different vegetation communities and soil habitats. Applied Soil Ecology 175, 104458.

Fuentes electrónicas

15. Crop Science Society of America. Recuperado el 01/01/2022. Disponible: https://www.crops.org/membership?gclid=Cj0KCQjw8_qRBhCXARIsAE2AtRYG0rfCAlghgj44uHs014kDMMtAPucAQheIepN5iExI4wJICyRtIokaAvNdEALw_wcB
16. Natural Resources Conservation Service - Soils. Recuperado el 05/08/2020. Disponible: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/edu/?cid=nrcs142p2_054277
17. Soil Science Society of America. Recuperado el 15/12/2020. Disponible: https://www.soils.org/

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
PALEOECOLOGÍA Y PALEOGEOGRAFÍA			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Práctica:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

El curso de Paleoecología y Paleogeografía es un curso interdisciplinar en el que los estudiantes utilizarán la paleontología, sedimentología y estratigrafía para interpretar los paleoambientes y los ecosistemas que éstos conservaban. Los estudiantes

comenzarán con una revisión de los aspectos de la geología necesarios para los estudios paleontológicos: tiempo geológico, tectónica de placas y rocas sedimentarias y sus entornos de depósito. También se revisará la teoría evolutiva y los principios ecológicos y paleoecológicos.

La totalidad del curso se divide en dos grandes secciones. En primer lugar, una visión general de los principales ambientes de depósito, los organismos fósiles típicos que se encuentran preservados en ellos, los procesos de fosilización, y la evolución de los ecosistemas de ambientes particulares a través del tiempo. A continuación, se hará un repaso de la historia de la vida, con estudios de caso en los que se examinarán varias unidades fosilíferas importantes, tanto en entornos marinos como terrestres, y se utilizarán datos paleontológicos (bióticos), sedimentológicos y de hielo (geológicos, abióticos) para reconstruir la paleoecología y el antiguo entorno físico local y global en un rango de escalas de tiempo que abarca la escala centenial, suborbital, orbital y geológica.

Adicionalmente se explorará el impacto que causa la variabilidad climática del planeta, los procesos físicos en el paisaje y la actividad humana en la ecología de los organismos. Las sesiones de laboratorio incluirán la identificación y el análisis de fósiles y varias visitas de campo a yacimientos de Santander, Boyacá y Cundinamarca. Todo ello le proporcionará al alumno una amplia gama de conocimientos sobre la obtención, interpretación, análisis y discusión de la información paleoecológica, ecológica, paleo(bio)geográfica y paleoambiental.

PROPÓSITO

El curso de Paleoecología y Paleogeografía se ocupa principalmente de reconstruir la biota, las poblaciones, las comunidades, los paisajes, los entornos y los ecosistemas del pasado a partir de las pruebas geológicas, paleogeográficas y biológicas (fósiles) disponibles, y de interpretar los vínculos entre los cambios ecológicos del pasado, la paleogeografía, el cambio climático y el desarrollo de algunas culturas prehistóricas.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Analiza la información bibliográfica encontrada en las herramientas de análisis y visualización bibliométrica de tema, autor, país, institución en Scimago, Web of Science, Scopus, Elsevier.

- Discrimina la información bibliográfica centrada en el interés del curso.

- Articula los métodos principales y resultados más importantes presentados en un artículo científico o informe técnico sobre un tema en Paleoecología y Paleogeografía.

- Identifica e interpreta los tipos más comunes de restos biológicos (animales y

vegetales micro y macroscópicos) que aparecen en el registro fósil.

- Interpreta el modo de vida de un espécimen fósil no identificado.
- Caracteriza las relaciones entre los restos biológicos, la vegetación, la geografía y el clima, tanto cualitativa como cuantitativamente (estadísticamente).
- Caracteriza un conjunto de fósiles y reconstruye sus contextos litológicos, paleoambientales y paleogeográficos.
- Compara los indicadores paleoecológicos con otros indicadores que proporcionan información sobre el clima pasado, los procesos de la superficie de la Tierra y la actividad humana.
- Relaciona las teorías sobre los factores de forzamiento del clima en el pasado y el cambio de la biodiversidad.
- Comunica eficazmente la información paleoecológica y paleogeográfica tanto de forma oral como escrita.
- Formula una pregunta de investigación, planea y conduce una salida de campo que le permita resolverla.
- Identifica y documenta afectaciones al patrimonio geológico durante del seguimiento de una obra pública o privada utilizando sus conocimientos en paleontología, paleoecología y paleogeografía.
- Aporta el conocimiento paleoecológico, paleoambiental y paleogeográfico oportuno para la geología de exploración en la explotación de georrecursos.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Explica la importancia de la paleoecología y la paleogeografía para otras áreas de conocimiento como la geología, la biología y el cambio global.
- Examina conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Formula reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Comunica sus conclusiones y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados con respeto, claridad y sin ambigüedades.
- Adquiere las habilidades de aprendizaje que le permitan continuar estudiando

autónomamente.

CONTENIDOS

TEORÍA.

1. La Paleoecología y su situación en el contexto de las ciencias. La estructuración jerárquica de las unidades paleoecológicas. Fuentes de información paleoecológica.
2. Procesos de Fosilización.
3. Biocenosis y tafonomía.
4. Bioturbación y fósiles traza.
5. Ecología, paleoecología y paleoecología evolutiva.
6. Factores que condicionan la distribución de los organismos.
7. Rasgos adaptativos. La morfología funcional. Significado, estructura, atributos y organización de las poblaciones y comunidades fósiles.
8. Aplicación a la determinación de las condiciones fisicoquímicas de los ambientes del pasado.
9. La evolución en el contexto paleoecológico.
10. Estructuras microbianas.
11. Paleoecología del Precámbrico al Fanerozoico
12. Ambientes marino-profundos del Fanerozoico
13. Arrecifes, emanaciones frías del lecho marino, venas hidrotermales, capas de conchas.
14. Ecosistemas pelágicos.
15. Ecosistemas demersales.
16. Ecosistemas terrestres.
17. Cambio ecológico a través del tiempo.
18. Consecuencias ecológicas y extinciones en masa.
19. Paleoecología humana.
20. Paleo(bio)geografía. Factores bióticos y abióticos del medio. Factores dinámicos.

21. Provincias paleo(bio)geográficas. Mapas paleo(bio)geográficos.

PRÁCTICA.

Obtención, análisis, interpretación y discusión de datos presentados a través de informes de práctica, talleres, ensayos, resúmenes y seminarios sobre los contenidos de la actividad académica:

1. Métodos y estrategias para la colección de datos con propósitos paleoecológicos y paleogeográficos.
2. Fosilización y conservación de los especímenes.
3. Granulometría del sedimento, ecología y fosilización.
4. Atributos de especies: tamaño y masa corporal, dieta, adaptaciones locomotoras, adaptaciones a la luz y la oscuridad, la temperatura, la salinidad, la oxigenación y la batimetría.
5. Caracterización de paleosuelos, fósiles traza (icnofósiles), biomoléculas orgánicas (biomarcadores) y restos vegetales (fitoplancton, macrofósiles).
6. Datos morfométricos, biométricos e isotópicos en el análisis de la taxonomía, la geografía y la diversidad ecológica.
7. Correlaciones bioestratigráficas e implicaciones paleo(bio)geográficas.
8. Mapas paleogeográficos y paleobiogeográficos.
9. Proyecto de aula: lecturas dirigidas, fotografías y exposiciones que le permitan planear y llevar a cabo un estudio paleoecológico y paleogeográfico.
10. Salidas extramuros a Guatiguará y al Instituto Colombiano del Petróleo (ICP).
11. Salida de campo a Santander, Boyacá y Cundinamarca.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- Preparación e impartición de las clases magistrales.
- Preparación y orientación del trabajo práctico, trabajos dirigidos y proyecto de aula.
- Atención de alumnos durante las horas previstas para las tutorías estudiantiles.
- Preparación y calificación de la evaluación propuesta y salida de campo.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Lecturas en Inglés y discusión en pequeños grupos.
- Elaboración de mapas conceptuales, cuadros sinópticos, infografías, posters, resúmenes y ensayos.
- Utilización de la lupa, el microscopio óptico y las mallas de tamizaje de sedimentos para la caracterización de estos.

- Cineforos, exposiciones.
- Aprendizaje individual e investigación independiente.
- Actividades de resolución de problemas y de aplicación utilizando las bases de datos electrónicas de la Biblioteca de la UIS.
- Búsqueda y ampliación de bibliografía adicional del curso.
- Trabajo dirigido utilizando en el software libre PAST.
- Talleres y ejercicios de casos de estudio.
- Toma de los datos e ilustraciones de campo que quedarán consignados manualmente en la libreta de campo y serán presentados al final de cada jornada durante la salida.
- Presentación del trabajo práctico por escrito, individual y semanalmente.
- Presentación del proyecto de aula en Inglés.

NORMAS DEL CURSO

- La asistencia es obligatoria. Ante circunstancias atenuantes, el alumno debe proporcionar la excusa debidamente avalada por Bienestar Estudiantil (excusa médica, certificado de defunción, etc.)
- La asistencia a las reuniones de tutoría es obligatoria y se realizará en los horarios previamente acordados.
- El respeto al compañero(a) y al profesor son importantes para el buen desarrollo de la clase.
- La asistencia a las salidas de campo es obligatoria. Para ello se requiere el uso de ropa y botas de campo adecuadas y de material de campo como lupa, martillo, ácido HCl, bolsas para la recolección de muestras, libreta de campo y brújula.
- Los encuentros durante los horarios de clase, tutorías y salidas de campo se realizarán dentro de un ambiente de escucha y discusión respetuosa.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase formulando hipótesis, y respondiendo o planteando preguntas e hipótesis.
- Identifica los fósiles presentes, determina la edad probable de la asociación
- Analiza el contexto litológico y averigua el entorno probable de depositación
- Determina si la asociación es una asociación de biocenosis o de tanatocenosis, e interpreta los factores ambientales y espaciales que influyeron en la organización y distribución de los organismos.

- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Formula una hipótesis, obtiene y evalúa críticamente información autorizada.

EVALUACIONES

EVALUACIÓN SUMATIVA

- Se realizará individualmente de acuerdo con el peso de cada ítem evaluado: tres exámenes escritos, informes y talleres del componente práctico, la salida de campo al Caribe e INVEMAR, las salidas extramuros a Guatiguará y el ICP, el proyecto de aula, comunicación escrita a través de ensayos y resúmenes, y discusión del libro "La Historia del Clima de la Tierra".

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Discusiones en los cineforos, debates, y foros de lecturas dirigidas o de noticias.
- Reflexiones sobre los temas de clase.
- Autoevaluación individual del estudiante.

CALIFICACIONES

- Examen Parcial escrito (2 exámenes): 20%
- Examen Final escrito: 10%
- Reportes de prácticas de laboratorio y salida de campo (informes, talleres, salidas extramuros cortas al ICP o Guatiguará): 30%
- Proyecto de aula individual (seminarios, infografías, posters, concurso de fotografía geológica, lecturas, foros y debates en torno a un tema de aplicación de la actividad académica): 20%
- Elaboración escrita de ensayos y resúmenes en clase: 10%
- Análisis y discusión del libro "La Historia del Clima de la Tierra"del Dr. Anton Uriarte: 10%

BIBLIOGRAFÍA

1. Allmon, W.D. & Bottjer, D.J. 2001. Evolutionary Paleoecology: the ecological context of macroevolutionary change. Columbia University Press.
2. Aronson, R. B., & Precht, W. F. 2001. Evolutionary paleoecology of Caribbean coral reefs. Evolutionary paleoecology: the ecological context of macroevolutionary change. Columbia University Press, New York, 171-233.
3. Benton, M.J. & Harper, D.A.T. 2009. Introduction to Paleobiology and the fossil record. Wiley Blackwell.
4. Bottjer, D.J. 2016. Paleoecology. Past, Present and Future. John Wiley & Son Ltd. West Sussex: 222p.
5. Bottjer, D. J., & Clapham, M. E. 2006. Evolutionary paleoecology of Ediacaran benthic marine animals. In Neoproterozoic geobiology and paleobiology. Springer, Dordrecht, p. 91-114.
6. Croft, D.A., Su, D.F. & Simpson, S.W. 2018. Methods in Paleoecology.

Reconstructing Cenozoic terrestrial environments and ecological communities. Springer-Verlag, Cham: 410p.

7. Hammer, O. & Harper, D. 2006. Paleontological Data Analysis. Blackwell Publishing.
8. Leichliter, J. N., 2011. Micromammal Paleoecology: Theory, Methods, and Application to Modern and Fossil Assemblages in The Cradle of Humankind World Heritage Site, South Africa. Anthropology Graduate Theses & Dissertations. Paper 7, University of Colorado at Boulder, 114 pag.
9. Liu, K. 2009. Oxygen and carbon isotope analysis of the Mooreville Chalk and late Santonian-early Campanian Sea level and sea surface temperature changes, northeastern Gulf of Mexico, USA. Cretaceous Research, 30(4), 980-990.
10. Martin, R. 2003. The fossil record of biodiversity: nutrients, productivity, habitat area and differential preservation. Lethaia, 36(3), 179-193.
11. McIlroy, D. 2004. The application of ichnology to palaeoenvironmental and stratigraphic analysis: introduction. Geological Society, London, Special Publications, 228(1), 1-2.
12. Myers, C.E., Stigall, A.L. & Lieberman, B.S. 2015. PaleoENM: applying ecological niche modeling to the fossil record. Paleobiology, 41: 226-244. Online Supplemental materials: Open Access on Dryad.
13. Myers, T.S., 2016. CO_2 and late Palaeozoic glaciation. Paleoclimate, 9: 803-804.
14. Newton, A., 2016. The importance of herbivores. Nature Geoscience, 9: 8.
15. Perrin, C., Bosence, D. W. J. & Rosen, B. 1995. Quantitative approaches to palaeozonation and palaeobathymetry of corals and coralline algae in Cenozoic reefs. In: Bosence, D. W. J. & Allison, P. A. (eds). Marine Palaeoenvironmental Analysis from Fossils, Geological Society Special Publication, 83: 181-230.
16. Prothero, D.R. 2004. Bringing Fossils to Life: an introduction to paleobiology. McGraw Hill.
17. Selden, P., & Nudds, J. 2012. Evolution of fossil ecosystems. CRC Press.
18. Stigall, A.L., 2017. Ordovician oxygen and biodiversity. Earth History 10: 887-888.
19. Uriarte, A., 2010. Historia del Clima de la Tierra. Géminis papeles de salud. Bilbao. 311 p.

III GEOSFERA+ PEDOSFERA+ BIOSFERA+ HIDROSFERA+ ATMOSFERA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
PALEOCLIMATOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

La Paleoclimatología es el estudio de la historia del clima de la Tierra y su relación con el clima actual y futuro del Planeta. Por tanto, pone en perspectiva los cambios recientes en la atmósfera y el clima. Por ejemplo, a través del registro geológico de los sedimentos, los fósiles y las burbujas del hielo se ha identificado un aumento considerable en los niveles de dióxido de carbono atmosférico que lo que se ha registrado en los últimos 800 ka. Este escenario conlleva a una preocupación general sobre el impacto del aumento del CO_2 en el clima de la Tierra, los procesos de los ecosistemas marinos y terrestres, y el ciclo del carbono.

Los datos recogidos por los instrumentos modernos sólo se remontan a un siglo aproximadamente, por lo que los registros naturales del cambio ambiental, i.e. los registros paleoclimáticos, son la principal forma de conocer las condiciones climáticas del pasado. La comprensión de la variación del clima de forma natural a lo largo de miles y millones de años nos enseña cómo funciona el sistema climático de la Tierra (biosfera, hidrosfera, atmósfera, litósfera y criósfera) y arroja luz sobre los cambios actuales inducidos por el hombre (cambio climático). En este contexto se hace necesario validar los modelos generados para el futuro a través de los archivos geológicos que conservan la información de la variación del clima en el pasado. El cambio climático es un tema difícil, polémico e importante. Quizás sea la cuestión medioambiental de los problemas medioambientales del siglo XXI. Este curso pretende abordar toda la complejidad del cambio climático como problema, reuniendo la ciencia, los impactos, la economía, las tecnologías de reducción y las soluciones políticas en un solo curso. Este curso pretende abordar toda la complejidad del cambio climático como problema, reuniendo la ciencia, los impactos, la economía, las tecnologías de reducción y las soluciones políticas en un solo curso. Este curso pretende abordar la información obtenida de las esferas del sistema climático terrestre, así como la complejidad del cambio climático como problema, reuniendo la ciencia, los impactos, la economía, las tecnologías de reducción y las soluciones políticas en un solo curso.

Los aspectos que se cubrirán a lo largo del curso son el balance energético de la Tierra, cambios en el nivel del mar y el volumen del hielo en el Planeta, dinámica de la circulación

oceánica, ciclo de nutrientes, ciclos biogeoquímicos del océano, las variaciones del CO_2 atmosférico y la sensibilidad climática del Planeta.

PROPÓSITO

El curso de Paleoclimatología y Cambio Climático se ocupa principalmente de presentar una visión general de los métodos utilizados para para reconstruir la historia del clima de la Tierra y las técnicas utilizadas para determinar el momento y la sincronía de los cambios ambientales. El objetivo consiste en interpretar la interrelación de los procesos físicos, químicos y biológicos que han controlado el clima de la Tierra y cómo podrían interactuar para modular el cambio del clima en el futuro. Para llevar a cabo este objetivo general se pretende:

- Explicar los factores que afectan al clima y de las interacciones entre los distintos componentes del sistema para hacer inferencias a partir de los datos paleoclimáticos sobre los mecanismos de cambio.

- Explicar y citar ejemplos de cómo las retroalimentaciones en el sistema climático pueden amplificar o anular el cambio climático.

- Identificar las herramientas de investigación paleoclimática que se utilizarían para obtener información sobre el clima de un intervalo de tiempo concreto, y la información que se extraerían con una herramienta determinada.

- Explicar cómo se compara el cambio climático actual con las variaciones climáticas durante intervalos clave de la historia de la Tierra, y cómo el pasado puede informar nuestra comprensión del presente y del futuro.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Busca e interpreta la pertinencia de la información bibliográfica encontrada en las herramientas de análisis y visualización bibliométrica de tema, autor, país, institución en *Scimago, Web of Science, Scopus, Elsevier*.
- Discrimina la información bibliográfica centrada en el interés del curso.
- Articula los métodos principales y resultados más importantes presentados en un artículo científico o informe técnico sobre un tema en paleoclimatología, oceanografía y cambio climático.
- Analiza los datos paleoclimáticos en busca de patrones y tendencias. El alumno accede a la información (por ejemplo, desde la web) y analiza conjuntos de datos climáticos y paleoclimáticos en diversos formatos (tabulados, gráficos, columnas de estratos simples, fotos de satélite) para hacer inferencias lógicas sobre el cambio climático y medioambiental.
- Accede a los datos de los modelos climáticos y hace inferencias lógicas sobre la sensibilidad climática a partir de los resultados. El alumno describe las

incertidumbres inherentes a los resultados y es capaz de compararlos con datos indirectos para evaluar su validez.

- Explica la interrelación que existe entre el océano y la atmósfera como modulador del clima en la Tierra a escala interanual, decadal, centenial, orbital y geológica.
- Explica la evolución de los componentes del sistema climático de la Tierra y de los ciclos biogeoquímicos marinos a lo largo del tiempo.
- Analiza cuantitativamente los eventos climáticos pasados y su relación con los cambios paleogeográficos de la Tierra utilizando trazadores bióticos, biomoleculares, elementos traza (Mg/Ca, Sr/Ca) e isótopos estables ($\delta^{18}O$, $\delta^{13}C$) provenientes de los testigos sedimentarios de lagos, océanos, de hielo, anillos de los árboles, polen y esqueletos de corales.
- Informa oral y por escrito cómo las sociedades pueden mitigar y adaptarse a los impactos del cambio climático. El alumno formula una hipótesis, obtiene y evalúa críticamente información autorizada y presenta un proyecto de aula que corresponde a un trabajo formal (por escrito y oralmente).
- Interpreta modelos GCM.
- Formula una pregunta de investigación, planea y conduce una salida de campo que le permita resolverla y debatirla técnicamente.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Adquiere un mayor sentido de responsabilidad hacia la Tierra.
- Explica la importancia de la relación del clima y la influencia antrópica para otras áreas de conocimiento como la geología y los ecosistemas continentales y marinos.
- Examina conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Formula reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Comunica sus conclusiones y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados con respeto, claridad y sin ambigüedades.
- Adquiere las habilidades de aprendizaje que le permitan continuar estudiando autónomamente.

CONTENIDOS

El contenido del curso se desarrollará en tres ejes: Clima y variabilidad climática, Antropoceno: variabilidad y cambio climático y, Políticas y Acuerdos sobre el cambio climático. Cada sesión teórica irá acompañada de clases magistrales, talleres, ejercicios, lecturas, cineforos, casos de estudio y debates.

1) Clima y variabilidad climática.

- Introducción a la paleoclimatología, el sistema climático terrestre y causas del cambio climático.
- Variabilidad climática y cambio climático.
- Variabilidad, forzamiento del sistema climático terrestre.
- Métodos en paleoclimatología: archivos, datación (bioestratigrafía, geocronología), *Proxies* bióticos y abióticos en el océano y el continente.
- Variaciones climáticas a escalas de tiempo geológicas: 3.8 Ba a 65 Ma
- Introducción a la Oceanografía física y química.
- Ciclos biogeoquímicos del carbono y del carbonato.
- Eventos climáticos del Cenozoico y la última edad del hielo.
- Variaciones orbitales del clima: descubrimiento, documentación (CLIMAP, SPECMAP) y registros.
- El último glacial máximo (LGM): variaciones mileniales (eventos Dansgaard-Oeschger y Heinrich).
- Deglaciaciones: eventos postglaciales y mecanismos.
- Variabilidad climática en el Holoceno: los últimos 11.5 ka
- Eventos climáticos abruptos (lagos glaciales, deshielo, y el evento de los 8.2 ka).
- Modos internos de variabilidad climática (ENSO, PDO, AMO, NAO, AO).
- Variaciones interanuales en el trópico y extratrópico, y mecanismos.

2) Antropoceno: variabilidad y cambio climático.

- Antropoceno I: Cambios climáticos durante los últimos 1000 años.
- Antropoceno II: Cambios climáticos desde 1850.
- Antropoceno III: Causas del calentamiento durante los últimos 125 años.
- Variaciones interanuales, decadales y centeniales: registros y mecanismos y climas futuros.
- Registros, datos climáticos y modelamiento.
- Impactos, adaptación y vulnerabilidad I: sistemas continentales, sistemas marinos, sectores económicos, sectores de servicios, salud pública, medios de vida y pobreza.
- Impactos, adaptación y vulnerabilidad II: Informes para los responsables políticos y

autoridades gubernamentales.

- Forzamiento radiactivo de los aerosoles: el registro del cambio actual.
- Circulación atmosférica global: Modelamiento del clima, retroalimentación del sistema climático.

3) Políticas y acuerdos sobre el cambio climático:

- Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible y Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas -ONU-.
- Consenso científico e incertidumbre, la evaluación científica del IPCC: Proyección de futuros escenarios.
- Acuerdos Internacionales: La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático, Protocolo de Kioto, Acuerdo de París, El Pacto Climático de Glasgow, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático COP26, y otros acuerdos.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- Preparación e impartición de las clases magistrales.
- Preparación y orientación de los trabajos dirigidos y proyecto de aula.
- Atención de alumnos durante las horas previstas para las tutorías estudiantiles.
- Preparación y calificación de la evaluación propuesta y salida de campo.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Lecturas en Inglés y discusión en pequeños grupos.
- Elaboración de mapas conceptuales, cuadros sinópticos, infografías, posters, resúmenes y ensayos.
- Utilización de la lupa, el microscopio óptico y las mallas de tamizaje de sedimentos para la caracterización de estos.
- Cineforos, exposiciones.
- Aprendizaje individual e investigación independiente.
- Actividades de resolución de problemas y de aplicación utilizando las bases de datos electrónicas de la Biblioteca de la UIS.
- Búsqueda y ampliación de bibliografía adicional del curso.
- Trabajo dirigido utilizando en el software libre PAST.

- Talleres y ejercicios de casos de estudio.
- Toma de los datos e ilustraciones de campo que quedarán consignados manualmente en la libreta de campo y serán presentados al final de cada jornada durante la salida.
- Presentación del trabajo práctico por escrito, individual y semanalmente.
- Presentación del proyecto de aula en Inglés.

NORMAS DEL CURSO

- La asistencia es obligatoria. Ante circunstancias atenuantes, el alumno debe proporcionar la excusa debidamente avalada por Bienestar Estudiantil (excusa médica, certificado de defunción, etc.)
- La asistencia a las reuniones de tutoría es obligatoria y se realizará en los horarios previamente acordados.
- El respeto al compañero(a) y al profesor son importantes para el buen desarrollo de la clase.
- La asistencia a las salidas de campo es obligatoria. Para ello se requiere el uso de ropa y botas de campo adecuadas y de material de campo como lupa, martillo, ácido HCl, bolsas para la recolección de muestras, libreta de campo y brújula.
- Los encuentros durante los horarios de clase, tutorías y salidas de campo se realizarán dentro de un ambiente de escucha y discusión respetuosa.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Desempeño durante el trabajo práctico en el aula, la salida de campo y el diseño del proyecto de aula.
- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase formulando hipótesis, y respondiendo o planteando preguntas e hipótesis.
- Asiste a las clases y usa las horas de tutoría para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

EVALUACIONES

EVALUACIÓN SUMATIVA

- Se realizará individualmente de acuerdo con el peso de cada ítem evaluado: tres exámenes escritos, informes y talleres del componente práctico, la salida de campo al Caribe e INVEMAR, las salidas extramuros a Guatiguará y el ICP, el

proyecto de aula, comunicación escrita a través de ensayos y resúmenes, y discusión del libro "La Historia del Clima de la Tierra".

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Discusiones en los cineforos, debates, y foros de lecturas dirigidas o de noticias.
- Reflexiones sobre los temas de clase.
- Autoevaluación individual del estudiante.

CALIFICACIONES

- Examen Parcial escrito (2 exámenes): 20%
- Examen Final escrito: 10%
- Reportes de prácticas de laboratorio y salida de campo (informes, talleres, salidas extramuros cortas al ICP o Guatiguará): 30%
- Proyecto de aula individual (seminarios, infografías, posters, concurso de fotografía geológica, lecturas, foros y debates en torno a un tema de aplicación de la actividad académica): 20%
- Elaboración escrita de ensayos y resúmenes en clase: 10%
- Análisis y discusión del libro "La Historia del Clima de la Tierra"del Dr. Anton Uriarte: 10%

BIBLIOGRAFÍA

1. Bradley, R. S. 1999. Paleoclimatology, reconstructing climates of the Quaternary (second edition). International Geophysics series, vol. 68. Elsevier.
2. Cronin,T.M. 1999. Principles of Paleoclimatology. Columbia University Press.
3. Cronin T. M. 2010. Paleoclimates: Understanding Climate Change Past and Present. Columbia University Press.
4. Ruddiman, W.F.2008. Earth's Climate: past and future (second edition). Freeman and Company.
5. Hardy, T. 2004. Climate Change: Causes, Effects and Solutions. Wiley.
6. Held, I.M., and B.J. Soden, 2006: Robust responses of the hydrological cycle to global warming. J. Climate, 19, 5686-5699.
7. Huntington, T., 2006: Evidence for intensification of the global water cycle: review and synthesis. J. Hydrology 319, 83-95.
8. Kharin, V.V., F. W. Zwiers, X. Zhang, and G. C. Hegerl, 2007: Changes in temperature and precipitation extremes in the IPCC ensemble of global coupled model simulations. J. Climate 20, 1419-1444
9. Karl, T. and K. Trenberth. 2003: Modern global climate change. Science 302, 1719-1723.

10. Lamb, H. H. 2002. Climate history and the modern world. Routledge.
11. Marengo, J; Jones, R; Alvesa, L and Valverde, M. 2009: Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. Int. J. Climatol. DOI:10.1002/joc.1863.
12. Mc Guffie, K and Henderson-Sellers, A.: Climate Modelling Premier. Wiley, 2005.
13. Palmer, T., & Hagedorn, R. (Eds.). 2006. Predictability of weather and climate. Cambridge University Press.
14. Schmidt, G. A. 2007. The physics of climate modeling. Phys. Today, 60(1), 72-73.
15. Schneider, T. 2006. The general circulation of the atmosphere. Annu. Rev. Earth Planet. Sci., 34, 655-688.
16. Trenberth, K., 2004: Manifestations of global climate change on accelerating the hydrological cycle: prospects for increases in extremes. Proceedings of the 2nd International CAHMDA Workshop on The Terrestrial Water Cycle: Modelling and Data Assimilation Across Catchment Scales, 37-39.
17. Trenberth, K., J. Fasullo, and L. Smith, 2005: Trends and variability in column integrated atmospheric wáter vapor. Climate Dyn. 24, 741-758.
18. Trenberth, K., L. Smith, T. Qian, A. Dai and J. Fasullo. 2007: Estimates of the global water budget and its anual cycle using observational and model data. J. Hydrometeor. 8, 758-769.
19. Warren, S.; R.Eastman and C. Hahn. 2007: A Survey of Changes in Cloud Cover and Cloud Types over Land from Surface Observations 1971-96. J. Climate 20, 717-738.
20. Wentz FJ, Ricciardulli L, Hilburn K, Mears C. 2007: How much more rain will global warming bring? Science 317, 233–235. http://www.aemet.es

OTROS RECURSOS:

21. Página web de la Agencia Estatal de Meteorología, http://www.ipcc.ch
22. Página web del Panel Internacional del Cambio Climático, http://www.cru.uea.uk
23. Página web de la Climate Research Unit, University of East Anglia, http://www.ncdc.noaa.gov
24. Página web del National Climatic Data Center, National Ocean Atmosphere Agency
25. http://portal.uned.es/EadmonGuiasWeb/htdocs/abrir_fichero/abrir_fichero.jsp?idGuia=43239

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE

PROCESOS HIDROCLIMÁTICOS

Código:		**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal		**Requisitos:**
HIP	**HTI:**	
Teóricas:	**Prácticas:**	
3	**0**	**9**	

JUSTIFICACIÓN

Los fenómenos extremos producto del cambio y la variabilidad climática plantean grandes retos en cuencas con marcado gradiente altitudinal, condición que las hace especialmente vulnerables; su análisis es fundamental para establecer estrategias de adaptación, gestión del riesgo y avanzar hacia cuencas climáticamente resilientes. Por tanto, es importante estudiar los procesos hidroclimáticos y su evolución espacio–temporal para evitar que su incidencia afecte el medio ambiente y los diferentes sectores socioeconómicos.

PROPÓSITO

El propósito de la actividad académica es brindar al estudiante mayor conocimiento de la metodología de investigación y trabajo en el campo de la investigación oceánica, por ejemplo, ciencias marinas, geofísica marina, geoquímica marina, paleoceanografía y paleoclimatología marina, con una visión holística interdisciplinaria y aplicada de las disciplinas geológicas.

COMPETENCIAS

Saber:

- Describe el origen de los fenómenos meteorológicos e hidroclimáticos externos y distingue la posible amenaza para los ecosistemas y para la sociedad.
- Identifica las posibles consecuencias de los fenómenos hidroclimáticos, en la producción agropecuaria y seguridad alimentaria.

Hacer:

- Aplica instrumentos de planificación a través del conocimiento y reducción del riesgo, así como el manejo de desastres según lo establecido en la Política Nacional de Riesgo.

Ser:

- Acepta su responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.
- Fomenta en sí mismo su responsabilidad ética como científico.

CONTENIDOS

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

- Tópicos en procesos hidroclimáticos a escala global y regional.
- Dinámica y termodinámica atmosférica.

CAPÍTULO II

ATMÓSFERA INFERIOR Y CLIMA

- Interacciones de los procesos superficiales.
- Capa límite de la atmósfera, compresibilidad del aire.
- Estabilidad atmosférica, temperatura potencial.
- Conexión climática: escalas, patrones y extremos, dinámica global del ciclo hidrológico, ciclos de inundación y sequía.

CAPÍTULO III

PRONÓSTICOS HIDROCLIMATICOS Y MODELOS HIDROCLIMÁTICOS

- Enfoques, productos, diagnósticos, atribución, métodos de medida.
- Modelos hidroclimáticos incluyendo físicos, conceptuales y empíricos.
- Modelo estadístico del pronóstico de flujo: Conceptos, predictores, MLR, PCA, teoría y análisis de decisiones, riesgo y fiabilidad.
- Modelos dinámicos de pronóstico: Conceptos, GCM, reducción de escala, vinculación a modelos de hidrología.

CAPÍTULO IV

CAMBIO CLIMÁTICO

- Estado de la ciencia, MCG, escalas de tiempo, impactos en los recursos hídricos.
- Principales cuestiones del cambio global exploradas mediante modelos de ordenador.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Clase Magistral: Exposición oral y escrita realizada por el docente, apoyados con medios audiovisuales, tablero y esquemas realizados en el aula de clase.
- Talleres de Aplicación**:** Solución, guía y aplicación de ciertos fenómenos aleatorios presentados al estudiante, para que éste formule y encuentre su solución, aplicando modelos desarrollados en el aula de clase, bajo la supervisión y guía del docente.
- Trabajos de investigación sobre material bibliográfico referidos en la biblioteca de la Universidad, con el objeto de que apliquen sus conocimientos, y adquiera destreza en el proceso investigativo.
- Seminarios y foros para discusión, análisis y aplicación de determinados tópicos referentes a la actividad académica, mediante el cual los estudiantes pueden formular soluciones, exponer

sus ideas en el aula, y posteriormente aplicar materias complementarias.

- Evaluación de los temas expuestos por el docente, bajo su supervisión y guía, estimulando a los estudiantes a la apropiación de los fundamentos expuestos en el aula de clase.
- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad o plagio en las evaluaciones y en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE:

Al terminar el curso el estudiante

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso
- Participa activa y propositivamente en el análisis de la literatura base del curso
- Demuestra manejo de los fundamentos teóricos durante la discusión de la literatura estudiada.
- Discute sobre las metodologías y análisis de los datos de la literatura estudiada evidenciado su comprensión sobre la relación entre las preguntas de investigación, los métodos y los resultados.
- Escribe revisiones bibliográficas y/o ensayos sobre los temas abordados en los trabajos de investigación, seminarios, foros, y talleres.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Aplica los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas.
- Escribe y expone propuestas de investigación propias haciendo uso de los conocimientos adquiridos en los seminarios y foros.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes
- Desarrolla en horas extra-clase los talleres que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo del trabajo de investigación y exposición al final del semestre.
- Se hace responsable de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:

- Talleres y trabajos de investigación: constituyen el 40% de la nota global del curso. Para la evaluación se tendrán en cuenta lo siguientes criterios: 1) planteamiento del problema y calidad del texto (10%), 2) dominio del contenido abordado (10%), 3) diseño y calidad del material gráfico (10%) y 4) capacidad de síntesis de tema (10%).
- Seminarios y foros: representará el 30% de la nota global del curso. Para la evaluación se tendrá en cuenta lo siguientes criterios: 1) planteamiento adecuado del tema a discutir (10%), 2) facilidad de comunicación e interacción con el auditorio (10%) y 3) capacidad argumentativa y respeto por el disenso (10%).
- Cuestionarios: constituye el 30% de la nota global del curso y evaluará al final del curso, el contenido de las unidades desarrolladas.

EQUIVALENCIA CUANTITATIVA:

La equivalencia cuantitativa de las diferentes estrategias de evaluación son las siguientes:

- Talleres y trabajo de investigación. (40%).
- Seminarios y foros (30%).
- Cuestionarios (30%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez Morales, Y., Troyo Diéguez, E., Nieto Garibay, A., Beltrán Morales, F. A., Murillo Amador, B., Cruz Falcón, A., & Navejas Jiménez, J. 2014. Vulnerabilidad hidroclimática y degradación del suelo en regiones agrícolas semiáridas. Terra Latinoamericana, 32(1), 47-58.
2. Carmona, A., & Poveda, G. 2012. Aplicación de la transformada de hilbert-huang en la detección de modos de variabilidad hidroclimática en colombia. Dyna, 79(175).
3. Christopher B. Field, Vicente R. Barros, David Jon Dokken, Katharine J. Mach, Michael D. Mastrandrea, T. Eren Bilir, Monalisa Chatterjee, Kristie L. Ebi, Yuka Otsuki Estrada, Robert C. Genova, Betelhem Girma, Eric S. Kissel, Andrew N. Levy, Sandy MacCracken, Patricia R. Mastrandrea y Leslie L. White. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability; Part A, Global and Sectoral Aspects. Cambridge: Cambridge University Press.
4. Gómez Vargas, E., Obregón Neira, N., & Socarras Quintero, V. 2010. Application of neuro-fuzzy ANFIS model vs neural network, to the predictive monthly mean flow problem in the Bogotá river in Villapinzón. Tecnura, 14(27), 18-29.
5. Lavell A., 2004. Los conceptos, estudios y práctica en torno al tema de los riesgos y desastres en América Latina: evolución y cambio, 1980-2004: el rol de La Red, sus miembros y sus instituciones de apoyo. Secretaría General, Facultad Latinoamericano de Ciencias Sociales-FLACSO. San José Costa Rica, 66 páginas. http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/flacso/secgen/lavell.pdf
6. Pabón-Caicedo, José Daniel, Rosa del Pilar Ycaza, Fanny Friend, Diana Espinoza, Norbert Fenzl,y María Apostolova. 2018. "Vulnerabilidad de la cuenca amazónica ante fenómenos hidroclimáticos extremos." Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía 27 (1): 27-49. doi: 10.15446/rcdg.v27n1.56027.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
ECOSISTEMAS MARINOS			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

Los ecosistemas marinos son entornos acuáticos con niveles importantes de sal disuelta. Incluyen el océano abierto, el océano profundo y los ecosistemas marinos costeros, cada uno de los cuales tiene características físicas y biológicas diferentes. Por tanto, el estudio de los ecosistemas marinos incluye una amplia diversidad de procesos diferentes, grupos de organismos y peculiaridades geográficas. Actualmente la economía de las poblaciones que circundan los ecosistemas marinos costeros ha dependido de las prácticas pesqueras insostenibles y perjudiciales, el turismo y la expansión de los centros urbanos. Estas actividades son fuentes importantes de perturbación del funcionamiento los ecosistemas marinos costeros, que por su interconexión trasladan estos problemas a los ecosistemas del océano abierto y del océano profundo, e impactan negativamente el clima del Planeta.

Ecosistemas marinos es un curso interdisciplinario donde converge la biología marina, la paleontología, la sedimentología, la estratigrafía, la oceanografía física y química, la legislación y política ambiental marina, la geoeducación ambiental marina y el manejo y gestión ambiental del océano. Este curso destaca las características ecológicas y las amenazas actuales de los ecosistemas marinos. También explora los enfoques de gestión medioambiental existentes y potenciales que fomentan el desarrollo sostenible de las poblaciones humanas que las entornan.

Los estudiantes del curso adquirirán conocimientos sobre la función e interconexión de los ecosistemas marinos, y también conocerán las amenazas más acuciantes en la intersección de la conservación marina y el desarrollo económico. El curso se desarrollará en dos ejes: el monitoreo de los ecosistemas marinos, así como la identificación de sus amenazas, su manejo y gestión.

PROPÓSITO

El curso de Ecosistemas marinos se ocupa principalmente de adquirir un conocimiento profundo de los ecosistemas marinos, su ecología, su conectividad, los bienes y servicios ecosistémicos que proporcionan y las amenazas que los perturban. Para llevar a cabo este objetivo general se pretende:

- Conocer e identificar una amplia gama de organismos que caracterizan los diferentes tipos de ecosistemas.

- Interpretar la variabilidad de la biodiversidad marina a través de escalas espaciales

y temporales, y entre niveles de organización biológica.

- Desarrollar habilidades dentro y fuera del agua para monitorear el estado de salud y conservación de los ecosistemas marinos.
- Generar hipótesis, modelos y pruebas para relacionar la biodiversidad marina con el funcionamiento de los ecosistemas.
- Conocer los enfoques nacionales e internacionales de ordenación, política, manejo y gestión ambiental que favorecen o afectan la salud de los ecosistemas marinos.
- Identificar y hacer partícipes a los líderes y administraciones gubernamentales locales y nacionales en el diseño de un plan general de gestión.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Busca e interpreta la pertinencia de la información bibliográfica encontrada en las herramientas de análisis y visualización bibliométrica de tema, autor, país, institución en *Scimago, Web of Science, Scopus, Elsevier*.
- Discrimina la información bibliográfica centrada en el interés del curso.
- Articula los métodos principales y resultados más importantes presentados en un artículo científico o informe técnico sobre un tema en Ecosistemas Marinos.
- Explica los conceptos básicos de la evolución, abundancia y diversidad.
- Describe los principales grupos taxonómicos de organismos marinos (vegetales y animales macro y microscópicos) incluyendo sus adaptaciones a su entorno.
- Reconoce las relaciones evolutivas entre grupos de organismos marinos.
- Describe las características físicas, los organismos dominantes y las relaciones tróficas en los principales ecosistemas marinos.
- Identifica los invertebrados de los arrecifes y los peces comunes en el Mar Caribe (o donde tenga lugar la salida de campo).
- Comprende y sintetiza los puntos clave sobre un tema en biología marina y oceanografía.
- Interpreta la influencia de los componentes bióticos y abióticos en la conservación o vulnerabilidad de un ecosistema marino.
- Explica el impacto de la contaminación antrópica en los ecosistemas marinos y las decisiones que pueden tomar los consumidores para reducir su contribución a los *debris* marinos.
- Comunica eficazmente la información biótica y abiótica proporcionada por los ecosistemas marinos tanto de forma oral como escrita. El alumno formula una hipótesis, obtiene y evalúa críticamente información autorizada y presenta un proyecto de aula que corresponde a un trabajo formal (por escrito y oralmente).
- Formula una pregunta de investigación, planea y conduce una salida de campo que le permita resolverla.

- Identifica y documenta afectaciones al patrimonio natural y geológico durante del seguimiento de una obra pública o privada utilizando sus conocimientos en biología marina, paleontología, paleoecología y paleogeografía.
- Aporta el conocimiento oportuno de la función de los ecosistemas marinos para la conservación marina, la explotación de recursos naturales y el desarrollo económico.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Explica la relación de los ecosistemas marinos para otras áreas de conocimiento como la geología, la biología y el cambio global.
- Examina conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Formula reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Comunica sus conclusiones y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados con respeto, claridad y sin ambigüedades.
- Adquiere las habilidades de aprendizaje que le permitan continuar estudiando autónomamente.

CONTENIDOS

El contenido del curso se desarrollará en dos ejes: Monitoreo y Gestión de los ecosistemas marinos. Cada sesión teórica irá acompañada de clases magistrales, talleres, ejercicios, lecturas, cineforos, casos de estudio y debates.

1) Monitoreo de los ecosistemas marinos

- Principios de oceanografía.
- Clasificación de los ecosistemas marinos basados en la concentración de la clorofila.
- Hábitat y cadena alimenticia.
- Estacionalidad.
- Variabilidad de los ecosistemas y biodiversidad.
- Ecosistemas marinos de océano abierto: giros subtropicales.
- Ecosistemas marinos de sistemas cerrados: Mediterráneo, Mar Rojo, Mar Muerto.
- Ecosistemas marinos tropicales.
- Ecosistemas marinos de sistemas de *upwelling*
- Ecosistemas marinos del Ártico.
- Ecosistemas litorales.

- Ecosistemas marinos antárticos.
- Ecosistemas estuarinos.
- Biomarcadores celulares y moleculares.
- Ciclo biogeoquímico del carbono.
- Conectividad de los ecosistemas.
- Métodos cuantitativos en ecosistemas marinos.
- Amenazas para los ecosistemas marinos: acidificación, erosión, desarrollo costero, *debris* marino, sobreexplotación de los recursos marinos, pérdida de hábitat).
- Cambio climático en la salud y estrés de los ecosistemas.

2) Gestión de los ecosistemas marinos

- Alfabetización y geoeducación sobre el océano.
- Perturbación y vulnerabilidad de los ecosistemas marinos.
- Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible y Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas -ONU-.
- Manejo, protección y conservación de los ecosistemas marinos.
- Áreas Marinas Protegidas (MPA) y Parques Naturales.
- Política y legislación marina.
- Proyectos de investigación, gestión y comunicación de datos de ecosistemas marinos.
- Sistemas de Información Geográfica -SIG-, sensores remotos en el mar, series de tiempo y planificación.
- Evaluación de Impacto Ambiental.
- Plan de Gestión Ambiental.

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- Preparación e impartición de las clases magistrales.
- Preparación y orientación de trabajos dirigidos y proyecto de aula.
- Atención de alumnos durante las horas previstas para las tutorías estudiantiles.
- Preparación y calificación de las evaluaciones propuesta y salida de campo.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Lecturas en Inglés y discusión en pequeños grupos.

- Elaboración de mapas conceptuales, cuadros sinópticos, infografías, posters, resúmenes y ensayos.
- Utilización de la lupa, el microscopio óptico y las mallas de tamizaje de sedimentos para la caracterización de estos.
- Cineforos, exposiciones.
- Aprendizaje individual e investigación independiente.
- Actividades de resolución de problemas y de aplicación utilizando las bases de datos electrónicas de la Biblioteca de la UIS.
- Búsqueda y ampliación de bibliografía adicional del curso.
- Trabajo dirigido utilizando en el software libre PAST.
- Talleres y ejercicios de casos de estudio.
- Toma de los datos e ilustraciones de campo que quedarán consignados manualmente en la libreta de campo y serán presentados al final de cada jornada durante la salida.
- Presentación del trabajo práctico por escrito, individual y semanalmente.
- Snorkelling en el Mar Caribe (no obligatorio durante la participación en el curso) en los entornos de manglares, algas y arrecifes.
- Asistencia y participación en la salida de campo al mar.
- Presentación del proyecto de aula en Inglés: La salida de campo dará como fruto el diseño de un plan de manejo ambiental general para la comunidad costera visitada y el parque natural y/o área protegida que la entorna que considere los intereses ecológicos y antrópicos.

NORMAS DEL CURSO

- La asistencia es obligatoria. Ante circunstancias atenuantes, el alumno debe proporcionar la excusa debidamente avalada por Bienestar Estudiantil (excusa médica, certificado de defunción, etc.)
- La asistencia a las reuniones de tutoría es obligatoria y se realizará en los horarios previamente acordados.
- El respeto al compañero(a) y al profesor son importantes para el buen desarrollo de la clase.
- La asistencia a las salidas de campo es obligatoria. Para ello se requiere el uso de ropa y botas de campo adecuadas y de material de campo como lupa, martillo,

ácido HCl, bolsas para la recolección de muestras, libreta de campo, brújula, traje de baño, snorkel, aletas de buceo y gafas de buceo.
- Los encuentros durante los horarios de clase, tutorías y salidas de campo se realizarán dentro de un ambiente de escucha y discusión respetuosa.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Desempeño durante el trabajo práctico en el aula, la salida de campo y el diseño del proyecto de aula.
- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase formulando hipótesis, y respondiendo o planteando preguntas e hipótesis.
- Asiste a las clases y usa las horas de tutoría para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

EVALUACIONES

EVALUACIÓN SUMATIVA

- Se realizará individualmente de acuerdo con el peso de cada ítem evaluado: tres exámenes escritos, informes y talleres del componente práctico, la salida de campo al Caribe e INVEMAR, las salidas extramuros a Guatiguará y el ICP, el proyecto de aula, comunicación escrita a través de ensayos y resúmenes, y discusión del libro “La Historia del Clima de la Tierra”.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Discusiones en los cineforos, debates, y foros de lecturas dirigidas o de noticias.
- Reflexiones sobre los temas de clase.
- Autoevaluación individual del estudiante.

CALIFICACIONES

- Examen Parcial escrito (2 exámenes): 20%
- Examen Final escrito: 10%
- Reportes de prácticas de laboratorio y salida de campo (informes, talleres, salidas extramuros cortas al ICP o Guatiguará): 30%
- Proyecto de aula individual (seminarios, infografías, posters, concurso de fotografía geológica, lecturas, foros y debates en torno a un tema de aplicación de la actividad académica): 20%
- Elaboración escrita de ensayos y resúmenes en clase: 10%
- Análisis y discusión del libro “La Historia del Clima de la Tierra”del Dr. Anton

Uriarte: 10%

BIBLIOGRAFÍA

1. Alexander, L. et al., 2006: Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. J. Geophys. Res. 111, 1-22.
2. Groisman, P. et al. 2005. Trends in Intense Precipitation in the Climate Record. J. Climate 18, 1326-1350.
3. Hardy, T. 2004. Climate Change: Causes, Effects and Solutions. Wiley.
4. Held, I.M., and B.J. Soden, 2006: Robust responses of the hydrological cycle to global warming. J. Climate, 19, 5686-5699.
5. Huntington, T., 2006: Evidence for intensification of the global water cycle: review and synthesis. J. Hydrology 319, 83-95.
6. Kharin, V.V., F. W. Zwiers, X. Zhang, and G. C. Hegerl, 2007: Changes in temperature and precipitation extremes in the IPCC ensemble of global coupled model simulations. J. Climate 20, 1419-1444
7. Karl, T. and K. Trenberth. 2003: Modern global climate change. Science 302, 1719-1723.
8. Lamb, H. H. 2002. Climate, history and the modern world. Routledge.
9. Marengo, J; Jones, R; Alvesa, L and Valverde, M. 2009: Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. Int. J. Climatol. DOI:10.1002/joc.1863.
10. Mc Guffie, K and Henderson-Sellers, A.: Climate Modelling Premier. Wiley, 2005.
11. Nohara, D. et al. 2006: Impact of Climate Change on River Discharge Projected By MultimodelEnsemble. J. Hydrometeor.7, 1076-1089.
12. Palmer, T., & Hagedorn, R. (Eds.). 2006. Predictability of weather and climate. Cambridge University Press.
13. Schmidt, G. A. 2007. The physics of climate modeling. Phys. Today, 60(1), 72-73.
14. Schneider, T. 2006. The general circulation of the atmosphere. Annu. Rev. Earth Planet. Sci., 34, 655-688.
15. Trenberth, K., 2004: Manifestations of global climate change on accelerating the hydrological cycle: prospects for increases in extremes. Proceedings of the 2nd International CAHMDA Workshop on The Terrestrial Water Cycle: Modelling and Data Assimilation Across Catchment Scales, 37-39.
16. Trenberth, K., J. Fasullo, and L. Smith, 2005: Trends and variability in column integrated atmospheric wáter vapor. Climate Dyn. 24, 741-758.

17. Trenberth, K., L. Smith, T. Qian, A. Dai and J. Fasullo. 2007: Estimates of the global water budget and its anual cycle using observational and model data. J. Hydrometeor. 8, 758-769.
18. Warren, S.; R.Eastman and C. Hahn. 2007: A Survey of Changes in Cloud Cover and Cloud Types over Land from Surface Observations 1971-96. J. Climate 20, 717-738.
19. Wentz FJ, Ricciardulli L, Hilburn K, Mears C. 2007: How much more rain will global warming bring? Science 317, 233–235. http://www.aemet.es

OTROS RECURSOS:

20. Página web de la Agencia Estatal de Meteorología, http://www.ipcc.ch
21. Página web del Panel Internacional del Cambio Climático, http://www.cru.uea.uk
22. Página web de la Climate Research Unit, University of East Anglia, http://www.ncdc.noaa.gov
23. Página web del National Climatic Data Center, National Ocean Atmosphere Agency
24. http://portal.uned.es/EadmonGuiasWeb/htdocs/abrir_fichero/abrir_fichero.jsp?idGuia=43239

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE

ECOSISTEMAS ATMOSFÉRICOS

<table>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de créditos: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad Horaria Semanal</td><td rowspan="3">Requisitos:</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP</td><td rowspan="2">HTI:
9</td></tr>
<tr><td>Teóricas:
3</td><td>Prácticas:
0</td></tr>
</table>

JUSTIFICACIÓN

La interacción entre las especies de la pedosfera y la atmosfera, rigen los ciclos naturales de los elementos químicos básicos para el desarrollo de la vida y de los procesos geológicos. Asimismo, los procesos erosivos, de desertificación y degradación del medio natural, están designados por la evolución atmosférica en cada sitio, y la clase de manejo y medidas paliativas a tales situaciones deben necesariamente acompañar el tipo de fluctuaciones climáticas de cada lugar para tener reales perspectivas de éxito. Por tanto, es importante estudiar los procesos físicos que gobiernan

la evolución del fluido atmosférico, incluyendo su interacción con otros subsistemas climáticos, y determinar el devenir del tiempo y el clima. Por tanto, es necesario conocer la modelación y predicción del tiempo y el clima en los procesos de gestión de riesgo.

PROPÓSITO

- Introducir al estudiante a los conceptos básicos de la dinámica atmosférica y su sustento en la mecánica de los fluidos geofísicos.
- Contribuir a que el estudiante sea capaz de integrar e interpretar los procesos químicos que intervienen en la regulación natural de los ciclos de la materia y la energía en las distintas esferas ambientales.
- Desarrollar en el estudiante habilidades computacionales y matemáticas para resolver sistemas de ecuaciones algebraicas no lineales, ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
- Conocer el comportamiento fisicoquímico de los aerosoles y su evolución histórica en diferentes campos de interés,

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Identifique los procesos Químicos y Fotoquímicos de la Atmósfera Terrestre y a partir de ellos construyan un modelo simplificado y realice estimaciones sobre su evolución futura.
- Analice los distintos procesos meteorológicos o climáticos y sus diferentes escalas espacio-temporales, junto con las teorías y leyes que los rigen y los modelos que tratan de explicar o predecir las observaciones.
- Comprenda los procesos medioambientales actuales y los posibles riesgos asociados con los procesos meteorológicos y aplique los métodos y técnicas para su estudio y evaluación.
- Conozca los elementos del sistema climático, comprenda las interacciones entre ellos y las causas que pueden ocasionar un cambio climático y desarrolle una actitud crítica ante problema del cambio global Climatología.
- Conozca la estructura y composición atmosférica y comprenda los procesos físicos en la atmósfera relacionados, así como las variables meteorológicas y sus procesos de obtención.
- Conozca la instrumentación básica usada en la obtención de datos meteorológicos e interpreta los datos usando las técnicas adecuadas de campo.
- Comprenda las interacciones de los contaminantes en las distintas fases que coexisten en las esferas ambientales e integrarlas en procesos de tratamiento, remediación y protección del medioambiente.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Acepte su responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.
- Fomente en sí mismo su responsabilidad ética como científico.
- Muestre una actitud de respeto, honestidad, autocrítica y compromiso con sigo mismo, y con los demás, y se muestre consiente de la importancia de hacer de estos y otros valores una constante en su vida profesional.

CONTENIDOS

CAPÍTULO I.

LA ATMÓSFERA Y QUÍMICA ESTRATOSFÉRICA

- Composición y estructura, ecuaciones de estado, equilibrio hidrostático y otros conceptos.
- Reacciones catalíticas, procesos cíclicos en la estratosfera efectos de los contaminantes.

CAPÍTULO II.

QUÍMICA ESTRATOSFÉRICA, Y QUÍMICA TROPOSFÉRICA

- Reacciones catalíticas, procesos cíclicos en la estratosfera efectos de los contaminantes.
- Transporte de los contaminantes, la actividad química en la troposférica, contaminación en la trasfrontera y química de la capa de mezcla.

CAPÍTULO III.

RADIACIÓN, PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y VIENTO

- Factores Orbitales. Principios sobre la radiación. Balance de radiación en superficie.
- Variaciones de la presión, sistemas de presión, convergencia y divergencia. Fuerza de Coriolis.
- Esquema General De La Circulación Atmosférica.

CAPÍTULO IV.

MASAS DE AIRE Y FRENTES

- Características y modificaciones de las masas de aire, fenómenos asociados a la dinámica atmosférica (Ciclones frontales) meteorología agrícola.
- Clasificación de los climas.

CAPÍTULO V.

SISTEMA DE ECUACIONES QUASI-GEOSTRÓFICO.

- Características y modificaciones de las masas de aire, meteorología agrícola, y clasificación de los climas.
- Tipos de flujos atmosféricos en las latitudes medias, como son el flujo geostrófico, ciclos tróficos, inercial y del gradiente.

CAPÍTULO VI.

BASES FUNDAMENTALES DE ESTUDIO DE LOS AEROSOLES ATMOSFÉRICOS

- Composición fisicoquímica de los aerosoles atmosféricos.
- Cambio climático.
- Importancia del estudio de los aerosoles.

CAPÍTULO VII

TÉCNICAS INSTRUMENTALES DE ESTUDIO DE AEROSOLES ATMOSFÉRICOS.

- Métodos de muestreo: inerciales, gravitacionales, térmicos, etc, análisis de partículas y calidad del aire.
- Técnicas y análisis de aerosoles, aerobiología.
- Parámetros de monitoreo adecuados.

CAPÍTULO VIII.

- Legislación ambiental y métodos de reducción de emisiones.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor estará encargado de liderar la clase magistral y de establecer un diálogo estudiante-profesor, profesor-estudiante, y estudiante-estudiante, que permita la adecuada comprensión de los contenidos del curso.
- En las horas de consulta el profesor velará por atender adecuadamente a los estudiantes, resolviendo las dudas que se presenten, y motivando vía discusiones personalizadas el trabajo individual de los estudiantes y la adecuada comprensión de los contenidos.

Finalmente, el profesor estará a cargo de la evaluación y posterior calificación.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán participar activamente en las discusiones desarrolladas en clase. Estarán también a cargo de desarrollar en horas extra-clase los talleres que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo de ensayo y exposición al final del semestre. Igualmente serán responsables de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

NORMAS DEL CURSO

- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad en las evaluaciones o plagio en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Asiste a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

EVALUACIONES

EVALUACIÓN ACUMULATIVA

- Se realizará de acuerdo a los pesos para cada competencia presentados en esta sección.

- Instrumentos: Las preguntas y respuestas formarán parte integral de cada clase. Con respecto a las preguntas abiertas y las pruebas objetivas, éstas se integrarán en cuatro pruebas escritas parciales que se realizarán entre intervalos de tiempo iguales a lo largo del semestre.
- Las anotaciones de campo se usarán en forma de talleres de problemas que se dejarán cada semana.
- Las entrevistas se realizarán aleatoriamente y a lo largo del curso tres veces por cada estudiante.
- La observación se realizará en cada clase y el diario del profesor será actualizado al terminar cada una de ellas.
- El diario del estudiante será revisado cada dos semanas.
- El ensayo y la exposición corresponderán a las actividades a desarrollar en la semana de exámenes finales programada por la universidad.

Para la evaluación sumativa se procederá tanto con la heteroevaluación, como con la coevaluación y la autoevaluación, la segunda realizada en las horas de consulta, y la tercera realizada en la clase siguiente a la respectiva coevaluación.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.

La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

CALIFICACIONES

- El estudiante deberá presentar al menos una evaluación escrita, con una ponderación no inferior al 50 % de la nota final. El número de evaluaciones escritas y las respectivas ponderaciones serán asignadas por el profesor.
- El porcentaje restante se obtendrá mediante la realización de tareas, exposiciones y demás actividades que el profesor realice durante el curso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Preining O, E.J. Davis. 2000. History of Aerosol Science. Verlag der Ostrerrichischen
2. Mandrioli, P., & Ariatti, A. 2001. Aerobiology: future course of action. Aerobiologia, 17(1), 1-10.
3. Main, C. E. 2003. Aerobiological, ecological, and health linkages. Environment international, 29(2-3), 347-349.
4. John Wiley and Sons.390 pp. Willeke K y P.A. Baron. 2001. Aerosol Measurement: Principles, Techniques and Applications.
5. Vincent, J. H. 2007. Aerosol sampling: science, standards, instrumentation and applications. John Wiley & Sons.
6. Yang, L., Zhou, X., Wang, Z., Zhou, Y., Cheng, S., Xu, P., & Wang, W. 2012. Airborne fine particulate pollution in Jinan, China: Concentrations, chemical compositions and

influence on visibility impairment. Atmospheric Environment, 55, 506-514.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
GEOLOGÍA DE RECURSOS HÍDRICOS			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

La Geología de Recursos Hídricos se centra en los aspectos necesarios para entender el origen y la formación de las aguas subterráneas, sus formas de almacenamiento, difusión, movimiento, régimen y reservas, interacción con los suelos y rocas, al igual que sus propiedades fisicoquímicas y radioactivas, así como las condiciones que determinan las medidas para su aprovechamiento, regulación y descarga. Su estudio es fundamental para el desarrollo de técnicas de perforación y de extracción.

PROPÓSITO

Capacitar al doctorando en técnicas y conceptos de hidrogeología desde un punto de vista integrador respecto las disciplinas relacionadas.

COMPETENCIAS

Se espera que a lo largo del curso cada estudiante:

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Integra los fundamentos del recurso hídrico, en su doble vertiente de aguas superficiales y aguas subterráneas y las interacciones entre estas, para calcular balances hídricos y fundamentar modelos conceptuales.
- Evalúa el estado de avance del conocimiento para la resolución de problemas de investigación en el área de los recursos hídricos para precisar y complementar diferentes facetas de la gestión hídrica.
- Evalúa las modificaciones que presenta el funcionamiento natural del ciclo del agua como consecuencia de las acciones antrópicas sobre el medio ambiente para desarrollar medidas integrales respecto a la sobrexplotación del recurso.
- Crea modelos de flujo y transporte en corrientes superficiales y acuíferos para modelamiento de la recarga y limitantes de explotación del recurso.
- Evalúa y gestiona ambientalmente los recursos de aguas y los residuos para concretar intervenciones sostenibles respecto al recurso

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Diseña o crea, pone en práctica y adopta un proceso sustancial de investigación o creación para resolución de problemas en el campo de conocimiento
- Realiza un análisis crítico y de evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas para mejorar conocimiento en el ámbito de la toma de decisiones
- Acepta su responsabilidad en el alcance de los logros propuestos para obtener resultados tangibles
- Concreta en sí mismo su responsabilidad ética como científico para prever conflictos de interés de carácter general
- Muestra una actitud de respeto, honestidad, autocrítica y compromiso con sigo mismo, y con los demás, y se muestre consiente de la importancia de hacer de estos y otros valores una constante en su vida profesional para una integración digna y dialógica con la sociedad

CONTENIDOS

CAPITULO I.

CONCEPTOS BÁSICOS DE HIDROGEOLOGÍA:

- Hidrología: balance y ciclo hidrológico, recarga, almacenamiento, descarga, agua superficial, infiltración.
- Tipos de acuíferos.
- Hidroclimatología: precipitación, evaporación, escurrimiento, clima, suelos, erosión.
- Porosidad primaria/secundaria.

CAPITULO II.

EXPLORACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS:

- Tipos de rocas: geomorfología, basamento, petrografía, sedimentología, estratigrafía.
- Geología estructural: fracturas, pliegues.
- Métodos de exploración geofísica.
- Consulta y análisis de datos hidrogeológicos (niveles, físico-químicos).
- Consulta y análisis de información geoeléctrica.
- Consulta y análisis de registros litológicos y eléctricos (datos de pozo).
- Hidrogeología básica: inventario, análisis físico-químicos in situ.
- Cartografía hidrogeológica.

CAPITULO III.

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO:

- Hidroquímica.
- Hidrodinámica, hidráulica.
- Modelo hidrogeológico conceptual.
- Modelamiento Hidroquímica.
- Balance hidrogeológico.
- Modelamiento numérico.

CAPITULO IV.

VULNERABILIDAD:

- Calidad del agua.
- Relación aguas subterráneas continentales con aguas marinas y humedales.
- Cuña o intrusión marina.
- Subsidencia.
- Transporte de solutos y trazadores.
- Hidrología isotópica.
- Contaminación de acuíferos.

CAPITULO V.

PERFORACIONES:

- Métodos de perforación.
- Diseño y construcción de pozos.
- Pruebas de bombeo.

CAPITULO VI.

GESTIÓN DE RECURSOS HIDROGEOLÓGICOS:

- Evaluación de la demanda, déficit, uso del recurso hídrico.
- Normatividad, legislación.
- Planificación y gestión.
- Economía de las aguas subterráneas.
- Manejo de acuíferos.
- Socialización de proyectos de hidrogeología como alternativa de desarrollo sostenible.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor estará encargado de liderar las estrategias que pasan por desarrollar desde una clase magistral hasta establecer un diálogo estudiante-profesor, profesor-estudiante, y estudiante-estudiante, que permita la adecuada comprensión de los contenidos del curso.
- En las diferentes interacciones, el profesor velará por atender adecuadamente a los estudiantes, promoviendo las discusiones y promoviendo la disipación de dudas que se presenten, y motivando vía discusiones personalizadas el trabajo individual de los

estudiantes y la adecuada comprensión de los contenidos. Finalmente, el profesor estará a cargo de la evaluación y posterior calificación.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán participar activamente en las discusiones desarrolladas en clase. Estarán también a cargo de desarrollar en horas extra-clase los talleres que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo de ensayo y exposición al final del semestre. Igualmente serán responsables de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

NORMAS DEL CURSO

- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad o plagio en las evaluaciones y en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática para elaborar modelos según los lineamientos dados.
- Coordina o participa en las actividades de grupo de manera colaborativa para presentar resultados sintéticos de problemas en el campo de conocimiento.
- Asiste a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizarán al menos dos exámenes sobre las clases teóricas para evaluar competencias cognitivas sin superar el 60% de la calificación final.
- Se realizará un seminario y un artículo de revisión para evaluar las competencias axiológicas y actitudinales que tendrán un porcentaje proporcional y completar el 40 % de la calificación total.

CALIFICACIONES

- El estudiante deberá presentar al menos una evaluación escrita, con una ponderación no inferior al 50 % de la nota final. El número de evaluaciones escritas y las respectivas ponderaciones serán asignadas por el profesor. El porcentaje restante se obtendrá mediante la realización de tareas, quices, exposiciones y demás actividades que el profesor realice durante el curso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, M. P., Woessner, W. W., & Hunt, R. J. 2015. Applied groundwater modeling: simulation of flow and advective transport. Academic press.

2. Appelo, C. A. J., & Postma, D. 2004. Geochemistry, groundwater and pollution. CRC press.
3. Bear, J. 2012. Hydraulics of groundwater. Courier Corporation.
4. Bear, J., & Verruijt, A. 2012. Modeling groundwater flow and pollution (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
5. Canter, L. W. 2019. Nitrates in groundwater. Routledge.
6. Custodio, E., & Llamas, M. R. 2001. Hidrología subterránea. Barcelona, España. Omega, 1, 1157.
7. Fetter, C. W., Boving, T., & Kreamer, D. 2017. Contaminant hydrogeology. Waveland Press.
8. Kasenow, M. 2001. Applied ground-water hydrology and well hydraulics. Water Resources Publication.
9. Kresic, N. 2006. Hydrogeology and groundwater modeling. CRC press.
10. Medina, A., Galarza, G., Carrera, J., Jódar, J., & Alcolea, A. 2001. El problema inverso en hidrología subterránea. Aplicaciones. Boletín Geológico y Minero, 112, 93-106.
11. Millero, F. J. 2001. The physical chemistry of natural waters (Vol. 2). New York: Wiley-Interscience
12. Tarbuck E y Lutgens F. 2000. Ciencias de la Tierra. Una introdcción a la Geología Física. Prentice Hall, Madrid.
13. Thurman, E. M. 2012. Organic geochemistry of natural waters (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
14. Waterloo Hydrogeologic. 2000. Visual Modflow v 2.8.2. User's Manual. Ontario. Canada.
15. O'Connor, Justice Dennis R. 2002. "Report of the Walkerton Inquiry: The Events of May 2000 and Related Issues". Ontario Ministry of the Attorney General, Queen's Printer for Ontario, Toronto

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER **DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE**			
AMENAZAS GEOLÓGICAS			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:**	
Teóricas:	**Prácticas:**		
3	**0**	**9**	

JUSTIFICACIÓN

Hay determinados procesos propios de la dinámica de la Tierra que pueden convertirse en un proceso nocivo para el ser humano o sus bienes; estos procesos son considerados "amenazas". Las Amenazas de Origen Natural pueden clasificarse en función del agente que las provoca, ya sea el agua, el aire, el magma o los movimientos sísmicos. El uso del suelo en el territorio nacional está condicionado por el tipo de amenaza presente, ya que por su origen y magnitud generalmente escapan al control del Hombre, y genera desastres.

Po tanto, son importantes los estudios de zonificación de la amenaza, antes que se presenten los factores de riesgo y que, generan desastres que no puedan mitigarse. Es esencial, mitigar y prevenir los efectos no deseados durante la presentación de un evento de tipo geológico. Estos estudios están relacionados directamente con el conocimiento de los fenómenos naturales que

pueden ocurrir en un territorio, para establecer las áreas que tienen más probabilidades de ser afectadas.

PROPÓSITO

- El propósito de la actividad académica es capacitar al estudiante en técnicas y conceptos de amenazas geológicas, que le permitan comprender los fenómenos dinámicos internos y externos de la corteza terrestre y los principales agentes de inestabilidad, así como las restricciones ambientales y geológicas.

COMPETENCIAS

Saber:

- Describe los distintos factores y agentes que operan en la dinámica endógena y exógena del planeta tierra.
- Evalúa los distintos agentes y factores que intervienen en los procesos de degradación y modeladores del paisaje del planeta Tierra, y sus implicaciones en los procesos medioambientales.

Hacer:

- Comprende las diferentes técnicas para el uso y aprovechamiento planificado de un territorio, así como las restricciones del mismo asociado a la dinámica de factores generadores de riesgo.
- Establece las estrategias para el control y prevención de riesgos geológicos ambientales**.**

Ser:

- Acepta su responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.
- Fomenta en sí mismo su responsabilidad ética como científico.
- Muestra una actitud de respeto, honestidad, autocrítica y compromiso con sigo mismo, y con los demás, y se muestra consciente de la importancia de éstos y otros valores como una constante en su vida profesional.

CONTENIDOS

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN:

- Conceptos básicos.
- Amenaza, riesgo, vulnerabilidad.
- Otros términos.
- Zonificación.

CAPITULO II.

AMENAZA SÍSMICA:

- Terremotos y tectónica.
- Ondas sísmicas.
- Mecanismos focales.
- Magnitudes.
- Parámetros de los sismos: ondas, momentos, fuentes.
- Localización de sismos.
- Tsunamis.
- Redes sismológicas.
- Sismicidad instrumental.
- Sismicidad histórica, macrosísmica.
- Acelerogramas.
- Tomografía sísmica.
- Sismología volcánica.
- Mapa de amenaza sísmica.
- Proceso de microzonificación sísmica.
- Amenaza sísmica de Colombia.

CAPITULO III.

AMENAZA VOLCÁNICA

- Vulcanismo y tectónica.
- Conceptos básicos de vulcanismo.
- Geomorfología volcánica y cartografía.
- Clasificación de volcanes según su actividad.
- Tipos de erupciones volcánicas y amenaza implícita.
- Signos de actividad volcánica.
- Zonificación por amenaza volcánica.
- Mapas de amenaza volcánica.
- Amenaza volcánica en Colombia.

CAPITULO IV.

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

- Geomorfología básica de fenómenos de remoción en masa.
- Tipos de procesos gravitacionales.
- Cartografía de movimientos en masa.
- Inventarios de movimientos en masa.
- Mapas de susceptibilidad.
- Evaluación geológica.
- Evaluación geomorfológica: morfometría, morfogénesis, morfodinámica.
- Suelos.

- Cobertura de la tierra.
- Factores detonantes.
- Subsidencias y colapsos.
- Amenaza por movimientos en masa en Colombia.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- El profesor estará encargado de liderar la clase magistral y de establecer un diálogo estudiante-profesor, profesor-estudiante, y estudiante-estudiante, que permita la adecuada comprensión de los contenidos del curso.
- En las horas de consulta el profesor velará por atender adecuadamente a los estudiantes, resolviendo las dudas que se presenten, y motivando vía discusiones personalizadas el trabajo individual de los estudiantes y la adecuada comprensión de los contenidos. Finalmente, el profesor estará a cargo de la evaluación y posterior calificación.
- Los estudiantes deberán participar activamente en seminarios y foros o discusiones desarrolladas en clase. Estarán también a cargo de desarrollar en horas extra-clase los trabajos de investigación que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo de ensayo y exposición al final del semestre. Igualmente serán responsables de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.
- Evaluación de los temas expuestos por el docente, bajo su supervisión y guía, estimulando a los estudiantes a la apropiación de los fundamentos expuestos en el aula de clase.
- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad o plagio en las evaluaciones y en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE:

Al terminar el curso el estudiante

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso
- Participa activa y propositivamente en el análisis de la literatura base del curso
- Demuestra manejo de los fundamentos teóricos durante la discusión de la literatura estudiada.
- Discute sobre las metodologías y análisis de los datos de la literatura estudiada evidenciado su comprensión sobre la relación entre las preguntas de investigación, los métodos y los resultados.
- Escribe revisiones bibliográficas y/o ensayos sobre los temas abordados en seminarios, foros y trabajos de investigación
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados
- Escribe y expone propuestas de investigación propias haciendo uso de los conocimientos adquiridos en los seminarios y foros.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.
- Se hace responsable de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia

estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:

- Trabajo de investigación: constituyen el 30% de la nota global del curso. Para la evaluación se tendrán en cuenta lo siguientes criterios: 1) planteamiento del problema, calidad del texto y material gráfico (10%), 2) dominio del contenido abordado (10%), y 4) capacidad de síntesis de tema (10%).
- Seminarios y foros: representará el 40% de la nota global del curso. Para la evaluación se tendrá en cuenta lo siguientes criterios: 1) Planteamiento adecuado del tema a discutir (10%), 2) facilidad de comunicación (10%), 3) interacción con el auditorio (10%), y 4) capacidad argumentativa y respeto por el disenso (10%).
- Cuestionarios: constituye el 30% de la nota global del curso y evaluará al final del curso, el contenido de las unidades desarrolladas.

EQUIVALENCIA CUANTITATIVA:

La equivalencia cuantitativa de las diferentes estrategias de evaluación son las siguientes:

- Trabajo de investigación. (30%).
- Seminarios y foros (40%).
- Cuestionarios (30%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Servicio Geológico Colombiano, 2017. Las amenazas por movimientos en masa de Colombia, una visión a escala 1:100.000.
2. Naranjo, J.L., 2015. Fotogeología Práctica. Universidad de Caldas
3. Huggett, R., 2007. Fundamentals of Geomorphology. Second Edition. Taylor & Francis e-Library.
4. Gutiérrez-Elorza, M. 2008. Geomorfología. Universidad de Zaragoza. Pearson Educación S.A.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
TÓPICOS ESPECIALES EN GEOQUÍMICA			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			
TAD		**TI: 9**	**Requisitos:**
Teóricas: 3	**Prácticas: 0**		

JUSTIFICACIÓN

La geoquímica en un área del conocimiento fundamental en la investigación de las geociencias y su conocimiento es indispensable para cualquier investigador del campo de la ciencia del sistema Terrestre. El conocimiento de la geoquímica le permite al investigador entender, interpretar, y aplicar los principios fisicoquímicos que rigen el comportamiento y distribución de los

componentes químicos en los medios naturales, tanto endógenos como exógenos.

El conocimiento e interpretación de los procesos geoquímicos le permiten al investigador hacer interpretaciones de los fenómenos naturales, así como diseñar experimentos y analizar los resultados.

La geoquímica capacita al investigador para evaluar la distribución de los elementos y compuestos inorgánicos y orgánicos en el sistema terrestre y predecir áreas en donde se pueden presentar acumulaciones anómalas. Igualmente, la geoquímica permite evaluar, analizar y pronosticar los efectos que pueden causar la explotación de recursos de minerales e hidrocarburos sobre el medio ambiente.

PROPÓSITO

El propósito de esta actividad académica es contribuir al conocimiento de la evolución de la Tierra y de los principios que rigen su diversidad composicional a través del tiempo, y aportar herramientas que permitan analizar, evaluar y proponer modelos geoquímicos que faciliten el pronóstico y la cuantificación de generación, producción, disolución, o concentración de compuestos químicos en diferentes ambientes del sistema terrestre.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Analiza e interpreta los diferentes ciclos geoquímicos, y su relación con la geosfera, hidrósfera y atmosfera.
- Propone modelos cuantitativos que permiten realizar cálculos de balance de masas en diferentes ciclos geoquímicos.
- Analiza e interpreta los procesos de producción, preservación y maduración de la materia orgánica y su transformación a kerógeno petróleo y gas.
- Analiza y evalúa los diferentes procesos geoquímicos de baja temperatura y su aplicación en la interpretación en procesos de sedimentación, diagénesis y formación de yacimientos.
- Evalúa y calcula la cinética de los procesos geoquímicos de precipitación y/o disolución de minerales y calcula los parámetros cinéticos de estas reacciones.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Acepta su responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.
- Fomenta en sí mismo su responsabilidad ética como científico.
- Muestra una actitud de respeto, honestidad, autocrítica y compromiso con sigo mismo, y con los demás, y se muestre consiente de la importancia de hacer de estos y otros valores una constante en su vida profesional.

CONTENIDOS

CAPÍTULO 1.

FUNDAMENTOS DE QUÍMICA.

- Unidades y terminología, Equilibrio termodinámico, Relación entre concentración y actividad. El pH
- Sistemas Geoquímicos: principios termodinámicos; La primera ley de la termodinámica; La Entropía y la segunda ley de la termodinámica; La Entropía y el desorden; La Entalpia; La

Energía libre de Gibbs; Cinética de las reacciones químicas; Cinética de los procesos biogenéticos; Cinética de la transformación de la materia orgánica en la corteza superior.

CAPÍTULO II

COMPUESTOS ORGÁNICOS Y CARBONATOS

- Compuestos Orgánicos en aguas naturales: Estructura de los solutos orgánicos, Grupos funcionales, substancias húmicas, (DOC y TOC) en ambientes naturales.
- El sistema de los carbonatos y su relación con el pH: El ácido carbónico, el concepto de la alcalinidad, curvas de titulación, Solubilidad del carbonato de calcio, La Dolomita, Los carbonatos en el océano, las aguas ácidas.

CAPITULO III

SILICATOS Y EVAPORACIÓN.

- El sistema de los silicatos a baja temperatura: Soluciones congruentes, solubilidad de silicatos de Magnesio, solubilidad de los aluminosilicatos, Soluciones incongruentes y diagramas de estabilidad.
- Evaporación y aguas salinas: clasificación de aguas según el modelo de Eügster, reducción de sulfatos, los Sabkas.

CAPÍTULO IV

PROCESOS DE OXIDACIÓN – REDUCCIÓN - ISOTOPOS

- Medidas de potenciales en soluciones, el estándar para Eh.
- Diagramas pe-pH, diagramas Eh-pH.
- Sistemas Fe-O-H2O, Fe-O- H2O -CO2.
- HS- SO4, Fe2+ - FeS2, Fe2O3- FeS2, Yacimientos de enriquecimiento supergénico.
- Isotopos Estables y radioactivos y su aplicación en la Geoquímica y la geocronología.

CAPÍTULO V

PROCESOS DE LA MATERIA ORGÁNICA

- Producción y acumulación de la materia orgánica: fotosíntesis, el ciclo del carbono. Evolución de la Biosfera.
- Composición química de la biomasa: Proteínas y carbohidratos, lípidos, lignitos y taninos

- Procesos de acumulación de la materia orgánica Productividad de la materia orgánica versus conservación de la materia orgánica.
- El Kerógeno, composición y clasificación geoquímica y petrográfica, Técnicas de Caracterización.
- Cinética de las reacciones en la degradación térmica de kerógeno a petróleo y gas.
- Modelos geoquímicos de generación y migración de hidrocarburos.

CAPITULO V

LOS ISOTOPOS ESTABLES

- Hidrógeno, Carbono; Nitrógeno; Oxígeno; Azufre
- Fraccionamiento de masa de los isótopos
- Interpretaciones geológicas basadas en el fraccionamiento de los isótopos
- Termometría basada en el fraccionamiento de los isótopos
- Fraccionamiento isotópico en el ciclo hidrológico
- Evolución isotópica en los océanos

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor estará encargado de liderar la clase magistral y de establecer un diálogo estudiante-profesor, profesor-estudiante, y estudiante-estudiante, que permita la adecuada comprensión de los contenidos del curso.
- En las horas de consulta el profesor velará por atender adecuadamente a los estudiantes, resolviendo las dudas que se presenten, y motivando vía discusiones personalizadas el trabajo individual de los estudiantes y la adecuada comprensión de los contenidos.
- El profesor promueve la participación crítica y constructiva de los estudiantes en foros, conversatorios y congresos.
- Finalmente, el profesor estará a cargo de la evaluación y posterior calificación.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán participar activamente en las discusiones desarrolladas en clase. Estarán también a cargo de desarrollar en horas extra-clase los talleres que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo de ensayo y exposición al final del semestre. Igualmente serán responsables de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

NORMAS DEL CURSO

- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad en las evaluaciones o plagio en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Realiza evaluaciones críticas a las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Asiste a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.
- Propone y construye modelos geoquímicos para el cálculo de diferentes procesos que

incluyen variables tales como, disolución, concentración, acumulación, generación, fraccionamiento, tasas de transformación.

- Escribe revisiones bibliográficas y/o ensayos argumentando de forma crítica las interpretaciones o conclusiones de trabajos previos.
- Escribe propuestas de investigación que plantean y argumentan los problemas a resolver y la metodología y herramientas para buscar explicaciones al problema o fenómeno geoquímico.
- Escribe artículos y/o tesis o disertaciones científicas que dan interpretaciones a fenómenos geológicos utilizando principios fisicoquímicos.
- Expone de forma clara y defiende con argumentos soportados en evidencias sus hipótesis y plantea modelos geoquímicos para explicar, evaluar y calcular procesos geoquímicos.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN Y EQUIVALENCIA CUANTITATIVA

- SEMINARIO: Los seminarios, constituyen el 40% de la nota global del curso. Para la evaluación del seminario se tendrán en cuenta lo siguientes criterios: 1) calidad de la presentación audiovisual (10%), 2) dominio del contenido abordado (10%), 3) facilidad de comunicación (10%) y 4) capacidad de síntesis de tema durante la presentación (10%).

- FOROS: El foro de la actividad académica representará el 30% de la nota global del curso. Para la evaluación del foro se tendrá en cuenta lo siguientes criterios: 1) Planteamiento adecuado del tema a discutir (10%), 2) Interacción con el auditorio (10%) y 3) Capacidad argumentativa y respeto por el disenso (10%).

- PREVIOS TEÖRICOS: Los cuestionarios constituyen el 30% de la nota global del curso y evaluará al final del curso, el contenido de las cuatro unidades desarrolladas.

Los seminarios y foros serán evaluados en forma sumativa que incluye la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.

- La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aplin, A. C., & Macquaker, J. H. 2011. Mudstone diversity: Origin and implications for source, seal, and reservoir properties in petroleum systems. AAPG bulletin, 95(12), 2031-2059.
2. Eglinton, G., & Murphy, M. T. J. (Eds.). 2013. Organic geochemistry: methods and results. Springer Science & Business Media.
3. Engel, M. H., & Macko, S. A. (Eds.). 2013. Organic geochemistry: principles and applications (Vol. 11). Springer Science & Business Media.
4. Modica, C. J., & Lapierre, S. G. 2012. Estimation of kerogen porosity in source rocks as a function of thermal transformation: Example from the Mowry Shale in the Powder River Basin of Wyoming. AAPG bulletin, 96(1), 87-108.
5. Petersen, H. I. 2006. The petroleum generation potential and effective oil window of humic coals related to coal composition and age. International Journal of Coal Geology, 67(4), 221-248.
6. Rangel, A., Moldowan, J. M., Nino, C., Parra, P., & Giraldo, B. N. 2002. Umir Formation: Organic geochemical and stratigraphic assessment as cosource for Middle Magdalena basin oil, Colombia. AAPG bulletin, 86(12), 2069-2087.
7. Richarson. S.T., McSween, J.R., 2004, Geochemistry, Pathway and ProceeesPrentice Hall, 488 p.
8. Tissot, B. P., & Welte, D. H. 2013. Petroleum formation and occurrence. Springer Science & Business Media.
9. Thurman, E. M. 2012. Organic geochemistry of natural waters (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
10. Thyne, G. 2001. A model for diagenetic mass transfer between adjacent sandstone and shale. Marine and Petroleum Geology, 18(6), 743-755.
11. Waples, D. W. 2013. Geochemistry in petroleum exploration. Springer Science & Business Media.
12. Welte, D. H., Horsfield, B., & Baker, D. R. (Eds.). 2012. Petroleum and basin evolution: insights from petroleum geochemistry, geology and basin modeling. Springer Science & Business Media.
13. Waples, D. W. 2013. Geochemistry in petroleum exploration. Springer Science & Business Media.
14. Welte, D. 2018. Advances in petroleum geochemistry (Vol. 1). Elsevier.

<table>
<tr><td colspan="4">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE</td></tr>
<tr><td colspan="4">METEOROLOGÍA</td></tr>
<tr><td colspan="3">Código:</td><td>Número de créditos: 4</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intensidad Horaria Semanal</td><td rowspan="3">Requisitos:</td></tr>
<tr><td colspan="2">HIP</td><td rowspan="2">HTI:
9</td></tr>
<tr><td>Teóricas:
3</td><td>Prácticas:
0</td></tr>
<tr><td colspan="4">JUSTIFICACIÓN</td></tr>
</table>

El estudio del sistema abierto de la tierra debe ser abordado en sus diferentes componentes o subsistemas, el estudio del componente atmósfera cada día exige una mayor comprensión tanto en la escala global como en la escala regional o local; los fenómenos que suceden en la atmósfera intervienen y han intervenido en las dinámicas de la superficie terrestre y por ende afectan las actividades humanas.

El estudio y análisis de los procesos meteorológicos posibilitan modelar el comportamiento de los procesos atmosféricos, la evolución y pronósticos de estos lo cual da la posibilidad de adaptar las actividades y el desarrollo humano con la dinámica atmosférica.

La Meteorología es condicionante del medio ambiente y requiere modelar su evolución espacio temporal, el curso ofrece al alumnado los conocimientos básicos que le permiten identificar y explicar los fenómenos meteorológicos y conlleva a definir comportamientos climatológicos de mayor importancia tanto en el entorno próximo como la articulación de datos e información que al integrarlos propician el entendimiento del clima y consecuentemente plantear hipótesis frente a la adaptación al cambio Climático.

PROPÓSITO

El propósito de esta actividad académica es ofrecer a los estudiantes el conocimiento fundamental de la meteorología para la comprensión del funcionamiento de los factores físico-químicos de la atmósfera, particularmente en los niveles con relación directa al medio biótico; igualmente crear las bases para el uso de técnicas y herramientas analíticas que se ajusten para la determinación en variadas escalas de los procesos naturales que caracterizan la atmósfera en diferentes ámbitos.

COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante habrá desarrollado o reforzado competencias del tipo:

Saber:

- Aplica los principios físicos y químicos para el modelamiento de la atmósfera y la influencia en los aspectos climáticos.
- Explica la estructura vertical de la atmósfera para una concepción integral de del subsistema atmosférico.

Hacer:

- Integra los procesos físicos y químicos subyacentes en la estructura y composición vertical de la atmósfera para explicar los fenómenos existentes en ella.
- Explica y modela sistemas meteorológicos en diferentes latitudes para predicciones útiles en la interacción con sistemas bióticos.
- Evalúa aspectos técnicos, económicos y ambientales que permitan definir la factibilidad y desarrollo de proyectos en los cuales se debe establecer la influencia

meteorológica.

- Construye análisis meteorológicos y climáticos con validez conceptual y metodológica con el fin de evaluar la incidencia de los fenómenos meteorológicos.

Ser:

- Fomenta en sí mismo su responsabilidad ética como científico para consolidar el avance en la investigación.

- Despliega una actitud de respeto, honestidad, autocrítica y compromiso con él mismo, y con los demás, y se muestra consciente de la importancia de hacer de estos y otros valores una constante en su vida profesional, apuntalando valores en los procesos de formación y desarrollo investigativo.

CONTENIDOS

CAPÍTULO I

- Principios Físicos de la Meteorología.
- Concepto de Meteorología y Climatología.
- Variables de estado.
- La ecuación de estado de la atmósfera y el océano.
- Leyes de conservación para la masa, el momento y la energía.
- Termodinámica Atmosférica.
- La termodinámica del aire húmedo.
- Distribución vertical de presión, temperatura y densidad en una atmósfera en reposo.
- Condensación y sublimación.
- Distribución, estructura y clasificación de las nubes.
- Generación de masas de aire.
- Elementos básicos de la mecánica cuántica.

CAPÍTULO II

- Radiación solar y Atmósfera
- La estructura de los átomos y moléculas, enlaces químicos y reacciones químicas.
- La composición de la atmósfera.
- Partículas de aerosol y nubes.
- La interacción de la atmósfera con la radiación.
- Radiación termal.
- El efecto invernadero y la temperatura de la tierra.
- sistemas meteorológicos de escala sinóptica.
- Movimientos de escala sinóptica en la atmósfera.
- Flujos balanceados: geostrofia, viento térmico y en gradiente.
- Leyes de conservación para vorticidad y circulación.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- Clase Magistral: Exposición oral y escrita realizada por el docente, apoyados con medios audiovisuales, tablero y esquemas realizados en el aula de clase.
- Talleres de Aplicación: Solución, guía y aplicación de ciertos fenómenos aleatorios presentados al estudiante, para que éste formule y encuentre su solución, aplicando modelos desarrollados en el aula de clase, bajo la supervisión y guía del docente.
- Trabajos de investigación sobre material bibliográfico referidos en la biblioteca de la Universidad, con el objeto de que apliquen sus conocimientos, y adquiera destreza en el proceso investigativo.
- Seminarios: Discusión, análisis y aplicación de determinados tópicos referentes a la actividad académica, mediante el cual los estudiantes pueden formular soluciones, exponer sus ideas en el aula, y posteriormente aplicar materias complementarias.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor estará encargado de liderar la clase magistral y de establecer un diálogo estudiante-profesor, profesor-estudiante, y estudiante-estudiante, que permita la adecuada comprensión de los contenidos del curso.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán participar activamente en las discusiones desarrolladas en clase. Estarán también a cargo de desarrollar en horas extra-clase los talleres que el profesor determine, y paulatinamente el tema motivo de ensayo y exposición al final del semestre. Igualmente serán responsables de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.

NORMAS DEL CURSO

- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad en las evaluaciones o PLAGIO en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓN ACUMULATIVA

- Se realizará de acuerdo con los pesos para cada competencia presentados en esta sección.

- Instrumentos: Las preguntas y respuestas formarán parte integral de cada clase.

Con respecto a las preguntas abiertas y las pruebas objetivas, éstas se integrarán en cuatro pruebas escritas parciales que se realizarán entre intervalos de tiempo iguales a lo largo del semestre.

- Se aplicarán rúbricas para evaluar informes en el proceso de fundamentación de conocimientos, al igual que en el desarrollo de seminarios.

- Para la evaluación sumativa se procederá tanto con la heteroevaluación, como con la coevaluación y la autoevaluación, la segunda realizada en las horas de consulta, y la tercera realizada en la clase siguiente a la respectiva coevaluación.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.

- La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

CALIFICACIONES

- Previos (30%)
- Trabajo investigativo/interpretativo 35%
- Seminario, talleres 35%

BIBLIOGRAFÍA

1. John M. Wallace; Peter V. Hobbs. Atmospheric Science. Atmospheric Science, Second Edition, Elsevier Science 2006.
2. Peter Adey. Air. Reaktion Books 2014.
3. Wilford Zdunkowski; Andreas Bott. Dynamics of the Atmosphere. Cambridge University Press 2003.
4. Amanda H. Lynch; John J. Cassano. Applied Atmospheric Dynamics. Wiley 2006.
5. Lance Bosart; Howard Bluestein. Synoptic-Dynamic Meteorology and Weather Analysis and Forecasting. American Meteorological Society 2013.
6. Mark Z. Jacobson. Fundamentals of Atmospheric Modeling. Cambridge University Press 2005.
7. Frank R. Spellman. The Handbook of Meteorology. Scarecrow Press 2012.
8. Frank R. Spellman. The Science of Air. CRC Press 2016.
9. J. David Neelin. Climate Change and Climate Modeling. Cambridge University Press 2010.
10. M. Selvam. Rain Formation in Warm Clouds. Springer International Publishing 2015.

11. Russell D. Thompson. Atmospheric Processes and Systems. Taylor and Francis 2002.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
GEOFLUIDOS			
Código:			**Número de créditos:4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI: 9**	
Teóricas: 3	**Prácticas: 0**		

JUSTIFICACIÓN

La actividad académica Geofluidos se justifica como materia del programa de Doctorado en CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE, debido a que ofrece la posibilidad de conocer el estado del arte sobre los diferentes tipos de fluidos terrestres que circulan tanto por la corteza como por el manto terrestre. Asimismo, permite entender las relaciones entre los diferentes tipos de fluidos (geofluidos) y los procesos geológicos endógenos y exógenos.

PROPÓSITO

El propósito de esta actividad académica es dar a conocer al estudiante las características fisicoquímicas de los diferentes tipos de fluidos terrestres, su origen y su papel durante el desarrollo de los diferentes procesos geológicos.

COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante habrá desarrollado o reforzado competencias del tipo:

Saber:

- Conoce las principales características fisicoquímicas de los diferentes tipos de fluidos terrestre, métodos de estudio y procesos que inducen su composición y formación.
- Identifica las principales fuentes y agentes contaminantes de las aguas y establecer el modo en que afectan a su calidad y sus posibles usos, según los componentes presentes.

Hacer

- Establece las especies químicas presentes en las aguas, los equilibrios en los que participan y predecir su comportamiento según el medio presente.
- Evalúa el uso y cuantificación de trazadores químicos en procesos de la exploración, y contaminación del agua subterránea.

Ser:

- Interactúa adecuadamente con pares académicos y/o otros investigadores.
- Acepta su responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.
- Fomenta en sí mismo su responsabilidad ética como científico.
- Muestra una actitud de respeto, honestidad, autocrítica y compromiso con sigo mismo, y con los demás, y se muestra consiente de la importancia de hacer de estos y otros valores

una constante en su vida profesional

CONTENIDOS

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

- ¿Qué es un fluido?.
- ¿Porque los fluidos en la tierra son importantes?.
- El agua en el planeta.
- El ciclo Geohidrológico.
- El agua en la Geósfera.
- Composición de los fluidos Naturales (juveniles, metamórficos, magmáticos, connatos, meteóricos, marinos).

CAPÍTULO II.

TRAZADORES GEOQUÍMICOS

- Origen de los fluidos.
- Fraccionamiento isotópico.
- Isótopos de O y H como trazadores de los fluidos.
- Sistemática Cl/Br.
- Sistemáticas Na/Cl/Br.
- Gases Raros (He).
- Trazadores Múltiples.

CAPÍTULO III.

INCLUSIONES FLUIDAS

- Condiciones de formación y atrapamiento.
- Terminología (Temperatura de Homogenización, Isócora, otros).
- Clasificación de las inclusiones fluidas.
- Las reglas de Roedder.

CAPÍTULO IV.

SISTEMAS QUÍMICOS DE LOS GEOFLUIDOS

- Sistema H_2O.
- Sistema $H_2O+NaCl$.
- Sistema H_2O-CO_2.
- Sistema $H_2O+NaCl+ CO_2$.
- Sistema fundido-volátiles.
- Partición entre fluidos y volátiles.

CAPÍTULO V.

APLICACIONES

- Exploración de hidrocarburos.
- Depósitos tipo pórfido.
- Depósitos epitermales.
- Depósitos orogénicos.
- Depósitos MVT.
- Depósitos VMS.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Asiste a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

ACTIVIDADES DEL PROFESOR:

- Se presentarán las características físico-químicas de los diferentes tipos de geofluidos y los fundamentos que permiten su estudio, mediante técnicas de microscopía óptica y electrónica (petrografía de inclusiones fluidas y caracterización de sus componentes sólidos mediante el so de microscopía electrónica) y estudios de micro termometría en inclusiones fluidas

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes realizarán estudios petrográficos y microtermométricos de inclusiones fluidas e interpretarán con base en los datos obtenidos, las condiciones físico-químicas de los paleofluidos objeto de estudio.

NORMAS DEL CURSO

- Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad o plagio en las evaluaciones y en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓNES

EVALUACIÓN ACUMULATIVA

- Se realizará de acuerdo con los pesos para cada competencia presentados en esta sección.
- Instrumentos: Las preguntas y respuestas formarán parte integral de cada clase. Con respecto a las preguntas abiertas y las pruebas objetivas, éstas se integrarán en cuatro pruebas escritas parciales que se realizarán entre intervalos de tiempo iguales a lo largo del semestre.
- Las anotaciones de campo se usarán en forma de talleres de problemas que se dejarán cada semana. Las entrevistas se realizarán aleatoriamente y a lo largo del curso tres veces por

cada estudiante.

- La observación se realizará en cada clase y el diario.
- del profesor será actualizado al terminar cada una de ellas.
- El diario del estudiante será revisado cada dos semanas.
- El ensayo y la exposición corresponderán a las actividades a desarrollar en la semana de exámenes finales programada por la universidad.
- Para la evaluación sumativa se procederá tanto con la heteroevaluación, como con la coevaluación y la autoevaluación, la segunda realizada en las horas de consulta, y la tercera realizada en la clase siguiente a la respectiva coevaluación.

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.
- La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

CALIFICACIONES

- Previos 50%
- Trabajo investigativo/interpretativo 25%
- Talleres 25%

BIBLIOGRAFÍA

1. Camus, f. 2003. Geología de los sistemas porfiríticos en los Andes de Chile.
2. Bodnar, R. J., & Samson, I. 2003. Introduction to fluid inclusions. Fluid inclusions: Analysis and interpretation, 32, 1-8.
3. Guilbert, J. M., & Park Jr, C. F. 2007. The geology of ore deposits. Waveland Press.
4. Goldstein, R. H. 2001. Fluid inclusions in sedimentary and diagenetic systems. Lithos, 55(1-4), 159-193.
5. Kesler, S. E. 2005. Ore-forming fluids. Elements, 1(1), 13-18.
6. Heinrich, C. A., Driesner, T., Stefánsson, A., & Seward, T. M. 2004. Magmatic vapor contraction and the transport of gold from the porphyry environment to epithermal ore deposits. Geology, 32(9), 761-764.
7. Pirajno, F. 2012. Hydrothermal mineral deposits: principles and fundamental concepts for the exploration geologist. Springer Science & Business Media.
8. Rivera, F. 2006. Caracterización genética y potencial económica del sistema pórfido de Cu-Mo Puquio. Tesis para optar el título profesional de ingeniero geólogo. UNMSM (en prensa).
9. Samson, A. Anderson, D. Marshall (eds). 2003: Fluid Inclusions: Analysis and Interpretation. Mineralogical Association of Canada, Short Course Series, vol. 32, 374 pp.
10. Velasco, F. 2004. Introducción al estudio de las inclusiones fluidas. Curso latinoamericano de metalogenia UNESCO-SEG 2004 CRICYT, Mendoza, Argentina del 17 al 28 de agosto de 2004.
11. Zhu, Y., An, F., & Tan, J. 2011. Geochemistry of hydrothermal gold deposits: a review.Geoscience Frontiers, 2(3), 367-374.

IV GEOSFERA + ANTROPOSFERA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
HISTORIA AMBIENTAL			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

La división académica entre ciencias sociales y ciencias naturales viene siendo cuestionada desde hace varias décadas por practicantes de los dos campos, pues la evidencia señala que hay inconvenientes para entender la comprensión de muchas problemáticas que, sin duda, desbordan los límites impuestos en la academia. El cambio climático, la deforestación, la contaminación, pero también la conservación, la restauración, el manejo de residuos sólidos, entre muchos otros ejemplos, demuestran que una adecuada comprensión de estos problemas y abordaje debe trascender la dualidad entre unas ciencias, supuestamente dedicadas al "mundo natural", y otras enfocadas en el "mundo social".

Desde las ciencias sociales, las preocupaciones por incorporar las problemáticas que hoy denominamos ambientales son de larga data, pero han experimentado un crecimiento en las últimas décadas, correspondiente a las preocupaciones mundiales por el estado actual y futuro del mundo y la humanidad. Este curso busca familiarizar a los estudiantes del doctorado en Ciencia del Sistema natural terrestre con las principales discusiones y aportes hechas desde el campo de las "humanidades ambientales", un término que intenta agrupar a los académicos de diferente formación disciplinar que se han especializado en la relación entre el mundo humano y el no-humano.

PROPÓSITO

El propósito de esta actividad académica es estimular a los estudiantes del doctorado a analizar los problemas y debates relacionados con la interacción del hombre sobre el ambiente, el cambio climático y en general las humanidades ambientales y como estos problemas ambientales requieren de un enfoque interdisciplinario del Sistema Natural Terrestre.

Con este curso el estudiante analiza y evalúa el cambio climático durante el Antropoceno utilizando diferentes disciplinas del saber, que incluyen las ciencias naturales y las ciencias sociales.

El presenta curso de historia ambiental capacita al estudiante a utilizar las diferentes herramientas conceptuales y metodológicas para el estudio de la historia ambiental empleando conceptos de las ciencias exactas y de las ciencias humanas.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Interpreta la interrelación entre el cambio climático y sus efectos sobre las diferentes comunidades, países y políticas.

- Analiza como el cambio climático ha influido y está influyendo en los cambios sociales culturales y políticos que determinan la calidad de vida de las sociedades o comunidades.
- Analiza en forma crítica las discusiones entre ciencias "naturales" y "sociales".
- Elabora reseñas de artículos con análisis críticos sobre la relación entre ciencias sociales y sistema natural terrestre.
- Participa de manera constructiva, en discusiones académicas relacionadas con las políticas ambientales relacionadas con el manejo sostenible de recursos minerales, suelos agrícolas, bosques y cuerpos de agua para asegurar el suministro de alimentos y el bienestar de la humanidad en un ambiente sano.
- Propone posturas políticas relacionadas con las problemáticas actuales que enfrenta el Sistema natural Terrestre en su conjunto, incluyendo a la especie humana como parte de este.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Acepta su compromiso y responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.
- Demuestra y asume posturas éticas y profesional en temas de economía de los georecursos.
- Demuestre respeto, honestidad y valores éticos y morales y hace de esto un ejercicio continuo en todas las situaciones.

CONTENIDOS

CAPITULO I.
INTRODUCCIÓN

- Interdisciplinariedad.
- Estudios socio-ambientales (sistemas socio-ecológicos, socio-naturaleza, ecología política)

CAPITULO II.
HIDROSFERA Y CIENCIAS SOCIALES

- Antecedentes
- característica

CAPITULO III.
ATMÓSFERA Y CIENCIAS SOCIALES

- Historia del clima

CAPITULO IV.
GEOSFERA Y CIENCIAS SOCIALES
Casos aplicados

CAPITULO V.
ANTROPOCENO

- ¿la humanidad como agente geológico?

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El curso es de tipo seminario, por lo que es necesario la participación de los estudiantes.

Por ello, y para orientar la discusión, cada estudiante debe elaborar textos sintéticos que aborden los aspectos centrales de las lecturas asignadas.

- Adicionalmente, en algunas sesiones se realizarán ejercicios en grupo, sesiones de trabajo con gestores bibliográficos, análisis de exposiciones virtuales, entre otros. La participación de los demás estudiantes, es decir, aquellos que no leen su escrito en clase, debe demostrar la lectura del texto asignado.

- Si es posible se adelantará una salida de campo de un día por alguno de los territorios cercanos a Bucaramanga como un ejercicio pedagógico para reflexionar sobre la relación entre la sociedad y el resto del SNT.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán atender y participar en las actividades de clase, consulta. Presentar a tiempo los informes, exámenes y demás reportes requeridos. Se encargará de profundizar mediante lecturas recomendadas y por su cuenta los temas de la actividad académica.

NORMAS DEL CURSO

- Se establece el respeto por si mismo y sus compañeros. Igualmente, se hace énfasis en el respeto a las normas de la institución y a los derechos de autor en el desarrollo de las actividades del curso.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Desarrolla lecturas previas de los temas relacionados con el curso.
- Participa activamente en clase, analiza las situaciones presentadas y propone soluciones.
- Asiste a clases y a las horas de consulta.
- Presenta a tiempo los informes y ejercicios propuestos en el curso.
- Ejecuta las tareas propuestas de acuerdo con las directrices dadas.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

EVALUACIONES

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN Y EQUIVALENCIA CUANTITATIVA

- SEMINARIO: Los seminarios, constituyen el 40% de la nota global del curso. Para la evaluación del seminario se tendrán en cuenta lo siguientes criterios: 1) calidad de la presentación audiovisual (10%), 2) dominio del contenido abordado (10%), 3) facilidad de comunicación (10%) y 4) capacidad de síntesis de tema durante la presentación (10%).

- FOROS: El foro de la actividad académica representará el 30% de la nota global del curso. Para la evaluación del foro se tendrá en cuenta lo siguientes criterios: 1) Planteamiento adecuado del tema a discutir (10%), 2) Interacción con el auditorio (10%) y 3) Capacidad argumentativa y

respeto por el disenso (10%).

- PREVIOS TEÖRICOS: Los cuestionarios constituyen el 30% de la nota global del curso y evaluará al final del curso, el contenido de las cuatro unidades desarrolladas.

Los seminarios y foros serán evaluados en forma sumativa que incluye la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación

EVALUACIÓN FORMATIVA

- Se realizará con base en las competencias a desarrollar usando los mismos instrumentos presentados en la descripción de las competencias, pero, obviamente, sin precisar los logros alcanzados. Se usará el mismo protocolo de aplicación de pruebas descrito en la sección de evaluación sumativa, pero con una semana de distancia entre la evaluación formativa y la respectiva evaluación sumativa. El objetivo principal será la detección de los elementos que estén dificultando el aprendizaje en los estudiantes.

La evaluación formativa hará uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, de la misma forma descrita en la sección de evaluación sumativa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arnold, David. 2000. La naturaleza como problema histórico. El medio, la cultura y la expansión de Europa. México: Fondo de Cultura Económica.
2. Bergthaller, Hannes *et al*. 2014. "*Mapping Common Ground: Ecocriticism, Environmental History, and the Environmental Humanities*". Environmental Humanities 5: 261-76.
3. Brailovski, Antonio. 2012. Buenos Aires, ciudad inundable. Buenos Aires: Kaicron - Capital Intelectual.
4. Bucheanau, Jurgen, y Lyman Johnson, eds. 2009. Aftershocks: Earthquakes and Popular Politics in Latin America. Albuquerque: University of New Mexico Press.
5. Chakrabarty, Dipesh. 2009. "*The Climate of History: Four Theses*". Critical Inquiry 35: 197-222.
6. Crutzen, Paul J. 2006. *"The Anthropocene"*. En Earth System Science in the Anthropocene, 13-18.
7. Descola, Philippe. 2011. *"Más allá de la Naturaleza y la cultura"*. En Cultura y naturaleza. Aproximaciones a propósito del bicentenario de la independencia de Colombia, ed. Leonardo Montenegro Martínez. Bogotá: Jardín Botánico de Bogotá, 75-97. http://eva.universidad.edu.uy/pluginfile.php/423423/mod_resource/content/1/Descola%2C P - Más allá de la naturaleza y la cultura.pdf.
8. Donaldson, Andrew, Neil Ward, y Sue Bradley. 2010. *"Mess among disciplines: Interdisciplinarity in environmental research"*. Environment and Planning A 42(7): 1521-36.
9. Fernández-Armesto, Felipe. 2002. Civilizaciones: la lucha del hombre por controlar la naturaleza. Madrid: Taurus.
10. Funes Monzote, Reinaldo. 2004. De bosque a sabana: azúcar, deforestación y medio ambiente en Cuba, 1492-1926. México: Siglo XXI.
11. Gallini, Stefania, ed. 2015. Semillas de historia ambiental. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Humanas. http://www.academia.edu/21623442/Semillas_de_Historia_Ambiental.
12. Gallini, Stefania, Sofía de la Rosa, y Rigoberto Abello. 2015. Hojas de ruta No. 1 - Historia ambiental. "*Guías para el estudio socioecológico de la alta montaña en Colombia*". Bogotá:

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. http://www.humboldt.org.co/es/test/item/826-historia-ambiental.

13. Gallopín, Gilberto C. 2003. Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. Santiago de Chile: CEPAL. http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/1/S033120_es.pdf.
14. García Martínez, Bernardo, Alba González Jácome, y María del Rosario Prieto. 2002. Estudios sobre historia y ambiente en América: Norteamérica, Sudamérica y el Pacífico. eds. García M., Bernardo y Prieto, María del Rosario. México: Instituto Panamericano de Geografía e Historia.
15. García, Rolando. 2011. "*Interdisciplinariedad y sistemas complejos*". Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales 1(1): 66-101. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4828/pr.4828.pdf.
16. García-Acosta, Virginia. 2001. *"Historical Disaster Research"*. En Catastrophe and Culture: The Anthropology of Disaster, eds. Susana Hoffman y Anthony Oliver-Smith. Santa Fe (New Mexico), 49-66.
17. Goudie, Andrew. The human impact on the natural environment. Past, present, and future. 6.ª ed. Malden (Mass., USA): Blackwell.
18. Gudynas, Eduardo. 2011. "*Ambiente, sustentabilidad y desarrollo: una revisión de los encuentros y desencuentros*". En Contornos educativos de la sustentabilidad, eds. J.. Reyes Ruiz y E. Castro Rosales. Guadalajara: Editorial Universitaria, Universidad de Guadalajara, 1009-1144. http://www.gudynas.com/publicaciones/GudynasAmbienteDesarrolloEncuentrosMx11.pdf.
19. Hardin, Garrett. 968. "*The Tragedy of the Commons*". Science 162: 1243-48.
20. Heise, Ursula K. 2010. "*Lost Dogs, Last Birds, and Listed Species: Cultures of Extinction*". Configurations 18: 49-72.
21. Keller, Richard. 2013. "*Place Matters: Mortality, Space, and Urban Form in the 2003 Paris Heat Wave Disaster*". French Historical Studies 36(2): 299-330.
22. Leal, Claudia. 2002. "*La naturaleza en los estudios sociales*". En Repensando la naturaleza. Encuentros y desencuentros en torno a lo ambiental, eds. Germán Palacio y Astrid Ulloa. Leticia: Universidad Nacional de Colombia IMANI/ ICANH/ Colciencias, 123-37.
23. Leff, Enrique. 2004. Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza. México: Siglo XXI. http://www.ligiatavares.com/gerencia/uploads/arquivos/e6d7a923280b74b7d25af288cdf7bd1d.pdf.
24. Lyons, Kristina Marie. 2014. "*Soil Science, Development, and the "Elusive Nature" of Colombia's Amazonian Plains*". The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology 19(2): 212–236.
25. Martínez Alier, Joan. 2004. El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración. Barcelona: Icaria Editorial.
26. McGinnis, Michael D., y Elinor Ostrom. 2014. "*Social-ecological system framework: Initial changes and continuing challenges*". Ecology and Society 19(2).
27. Mora Pacheco, Katherinne Giselle. 2015. Prácticas agropecuarias coloniales y degradación del suelo en el Valle de Saquencipá, Provincia de Tunja, siglos XVI y XVII. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Humanas.
28. Noguera de Echeverri, Ana Patricia. 2007. "*Complejidad ambiental: propuestas éticas emergentes del pensamiento ambiental latinoamericano*". Gestión y Ambiente 10(4): 5-30. http://www.bdigital.unal.edu.co/13602/1/1156-6659-1-PB.pdf.
29. Palacio, Germán, ed. 2001. Naturaleza en disputa. Ensayos de historia ambiental de Colombia 1850-1995, ed. Germán Palacio. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. http://www.bdigital.unal.edu.co/46808/6/9587010760.preliminares.pdf.
30. Palsson, G et al. 2012. "*Reconceptualizing the 'Anthropos' in the Anthropocene: Integrating the*

social sciences and humanities in global environmental change research". Environmental Science & Policy (28): 3-13. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901112002079.

31. Rossbach de Olmos, Lioba. 2011. "*Del monólogo científico a las pluralidades culturales: dimensiones y contextos del cambio climático desde una perspectiva antropológica"*. En Perspectivas culturales del clima, ed. Astrid Ulloa. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Humanas - ILSA, 55-82. https://www.uni-marburg.de/fb03/ivk/vk/fachgebiet/personalia/ehemalige/rossbachclima.pdf.
32. Soluri, John. 2013. Culturas bananeras: Producción, consumo y transformaciones socioambientales. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Siglo del Hombre.
33. Steffen, Will, Jacques Grinevald, Paul Crutzen, y John R. McNeill. 2011. "*The Anthropocene: Conceptual and Historical Perspectives*". Philosophical Transactions of the Royal Society (369): 842-67.
34. Steinberg, Theodore. 2006. Acts of God. The Unnatural History of Natural Disaster in America. 2.ª ed. Oxford, New York: Oxford University Press.
35. Ulloa, Astrid. 2002. "*Pensando Verde: el surgimiento y desarrollo de la conciencia ambiental global"* En Repensando la naturaleza. Encuentros y desencuentros en torno a lo ambiental, eds. Germán Palacio y Astrid Ulloa. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Instituto Colombiano de Antropología e Historia, 205-26. http://www.bdigital.unal.edu.co/53065/66/958818102X.capitulo10.pdf.
36. Vitousek, Peter M., Harold A. Mooney, Jane Lubchenco, y Jerry M. Melillo. 2008. "*Human domination of Earth's ecosystems"*. En Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature,..
37. Worster, Donald. 2008. Transformaciones de la Tierra. ed. Guillermo Castro Herrera. Montevideo: Coscoroba - CLAES. http://ambiental.net/wp-content/uploads/2015/12/WorsterTransformacionesTierra.pdf (6 de agosto de 2017).

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
GEOEDUCACIÓN			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:**	
Teóricas:	**Prácticas:**		
3	**0**	**9**	

JUSTIFICACIÓN

El curso denominado Geoeducación es un curso fundamental para este programa de doctorado, dado que la National Geographic ha adoptado el término "Geoeducación" para describir la educación sobre nuestro mundo, proporcionando a los estudiantes una comprensión global de cómo trabajar a escala local, regional y global. Recientemente, científicos y educadores han mostrado interés en el desarrollo de la ge educación. El panorama mundial de la geoeducación en general ha cambiado según las prioridades de cada nación, los avances en ciencia y tecnología y el progreso en la educación científica, entre otros aspectos.

Esta actividad académica representa un escenario de discusión, que, sin comprometer a diferentes actores representantes de diferentes áreas del sector educativo, promuevan el diseño de estrategias pedagógicas que conduzcan no solo a la comprensión sino también a la difusión de los fenómenos naturales que ocurren en nuestro planeta. Es necesario que el estudiante de doctorado cuente con conocimientos elementales en ciencias básicas (Física, Química, Biología y Geología).

La geoeducación tiene como objetivo transferir el conocimiento de las geociencias, de cómo funciona el planeta, los procesos que participan en ese funcionamiento, como llego hasta su estado actual junto con los diferentes ecosistemas formados, y como la actividad humana puede ser responsable de los cambios en las condiciones terrestres a escala local, regional y global.

PROPÓSITO

Los propósitos del presente curso son capacitar al estudiante en la implementación de estrategias de enseñanza innovadoras y transformadoras a partir del aprendizaje activo a través de enfoques, tales como el aprendizaje basado en proyectos de investigación, el desarrollo de identidad adolescente, el enfrentamiento de los desafíos de estudiantes diversos y con necesidades especiales, la evaluación del aprendizaje estudiantil en ciencias de la Tierra, y el conocimiento de las geociencias.

COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante habrá desarrollado o reforzado competencias del tipo:

Saber:

- Identifica y comprende las fuerzas endógenas y exógenas que ocurren en el planeta Tierra.
- Comprende cómo funcionan e interactúan los sistemas sociales, físicos y vivos de nuestro mundo.
- Conoce las diversas culturas, sistemas económicos, tecnológicos y políticos, ecosistemas y sistemas físicos de nuestro mundo.

- Conoce las aportaciones de las Ciencias de la Tierra en la identificación y resolución de problemas medioambientales presentes y futuros.
- Conoce y aplica estrategias de comunicación oral y escrita y el uso de las TIC en el desarrollo profesional.
- Evalúa el estado de avance del conocimiento de la geoeducación en la transferencia del conocimiento de las geociencias.

Hacer:

- Analiza y evalúa el entorno global y nacional como base para plantear estrategias que contribuyan al desarrollo del sector educativo.
- Analiza situaciones utilizando las herramientas y perspectivas de diferentes disciplinas.
- Razona sobre las consecuencias de las acciones en nuestro mundo interconectado.
- Se comunica y colabora de manera efectiva a través de fronteras culturales y geográficas.
- Traduce las geociencias en lenguaje y oportunidades de aprendizaje que puedan ser entendidas por los estudiantes y profesores de escuelas primaria y secundaria.
- Diseña, planifica y evalúa el proceso de aprendizaje en el marco de la escuela como organización educativa.
- Diseña y aplica recursos pedagógicos para el logro del aprendizaje según la etapa de desarrollo cognitivo de los estudiantes.
- Asiste a docentes de primaria y secundaria frente al reto de dar a conocer a los estudiantes la importancia de las geociencias y su relevancia para la sociedad.
- Reconoce, analiza, razona, y comunica problemas asociados con las Ciencias de la Tierra en la vida cotidiana.
- Identifica y reconoce los recursos que son vitales para las sociedades modernas y aplica este conocimiento para resolver problemas industriales y problemas sociales.

Ser:

- Demuestra compromiso con su formación académica y responsabilidad ética como científico.
- Asume la responsabilidad personal, el trabajo en equipo y el liderazgo como elementos que le permiten desempeñarse con éxito en su ejercicio profesional.
- Reconoce la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes para procurar un futuro sostenible.

CONTENIDOS

CAPITULO I

LA GEÓSFERA Y SU DINÁMICA

- Síntesis de los conceptos: Estructura interna y composición de la Tierra; Tectónica de placas; Placas litosféricas.
- Ideas centrales: Procesos endógenos; La construcción histórica de la Teoría de la Tectónica de placas.

CAPITULO II

EL PAISAJE GEOLÓGICO

- Síntesis de los conceptos: Materiales endógenos y exógenos; Geoformas endógenas y exógenas.
- Ideas centrales: Interacciones entre los procesos endógenos y exógenos; Estudio del paisaje geológico local.

CAPITULO III

RECURSOS Y RIESGOS GEOLÓGICOS

- Síntesis de los conceptos: Recursos no renovables; Riesgos geológicos.
- Ideas centrales: Relaciones que establecen las sociedades con los materiales, las geoformas y los procesos geológicos.

CAPITULO IV
ESCALA DEL TIEMPO GEOLOGICO

- Síntesis de los conceptos: Hitos en la evolución geológica de la Tierra. Ideas centrales: La capacidad interpretativa y predictiva de las Ciencias de la Tierra; Concepciones y controversias sobre la estructura y funcionamiento del Planeta.

CAPITULO V
GEOEDUCACIÓN: PREPARACIÓN ESENCIAL PARA UN MUNDO INTERCONECTADO

- Uso de la geoeducación y su concienciación.
- Visibilización de las Geociencias en el aula.
- Enseñanza interdisciplinaria de las Geociencias en el aula.
- Formación profesional en Geoeducación.
- Vínculos entre las actividades geoeducativas con el mercado laboral.

CAPITULO VI
GEOEDUCACION: UNA ESTRATEGIA PARA PREVENIR DESASTRES

- ¿Que representamos en el espacio?: Universo, galaxias, vía láctea, sistema solar, planeta Tierra.
- La Tierra como sistema o modelo. Mega extinciones.
- Los seres humanos y su contribución a los avances de la ciencia y la tecnología: zonas desconocidas (no puede), errores (no es perfecto), y privilegio (conocimiento).
- Impacto del ser humano sobre el planeta Tierra.
- Fuentes de conocimiento: La educación es un camino hacia la toma de decisiones correctas.
- Concepto de Geoparques UNESCO: Geoeducación, Geoturismo y Geoconservación.
- Geoeducación de comunidades y la gestión de los Geoparques Mundiales de la UNESCO en la reducción del riesgo de desastres.

CAPITULO VII
GEOEDUCACION: UNA CLAVE DE LA GEOCONSERVACION

- Geoeducación como parte integral de la actividad y estructura de la geoconservación.
- Programas educativos para currículos escolares a nivel primario, secundario y universitario.
- Estudios de investigación sobre geoconservación en los planes de estudio.
- Desarrollo de herramientas educativas y requisitos básicos para especialistas en geoconservación.
- Geoprocesos, geoamenazas, cambio climático, uso sustentable de los recursos naturales de la Tierra, evolución de la vida y empoderamiento de las comunidades.
- Vinculación del patrimonio geológico con otros tipos de patrimonio natural y cultural.

CAPITULO VIII
GEOEDUCACIÓN Y GEOÉTICA

- Relevancia en el ámbito social y cultural para el desarrollo y para el futuro de la humanidad.
- Profesión de geólogo y su relación a la sociedad y el medio ambiente.

- Rol del geólogo en la sociedad desde la perspectiva de la responsabilidad profesional y social.

CAPITULO IX

PEDAGOGÍA

- Experiencias dirigidas a la investigación de acción y al liderazgo docente.
- Profesores de escuelas primaria y secundaria y su experiencia profesional en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra.
- Desarrollo de actividades experienciales para estimular el interés de los estudiantes y aumentar el conocimiento de los estudiantes sobre las Ciencias de la Tierra y el medio ambiente.
- Pautas curriculares del programa de Geología de la educación básica y secundaria y estrategias pedagógicas.
- Prácticas pedagógicas: planificación de lecciones, preparación y desarrollo de materiales y recursos de enseñanza, y evaluación de acuerdo con los modelos de educación prevalecientes.
- Adaptación del desempeño a diferentes situaciones de aprendizaje y desarrollo humano, tanto en términos de enseñanza a estudiantes de diferentes niveles de edad y preparación para el aprendizaje, incluidos cambios curriculares, desarrollo de proyectos interdisciplinarios y otros.
- Desarrollo de buenas prácticas en el aprendizaje y evaluación.
- Marco legislativo para la organización de las escuelas, que permita la cooperación con los órganos escolares rectores y la comunidad escolar.
- Modelos de instrucción, desarrollo curricular y estrategias avanzadas de enseñanza.
- Aplicaciones informáticas y tecnologías avanzadas en educación.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

CLASE MAGISTRAL: Exposición oral y escrita realizada por el docente, apoyados con medios audiovisuales, tablero y esquemas realizados en el aula de clase.

SEMINARIOS: se desarrollarán seminarios temáticos relacionados con los contenidos de curso. Los estudiantes deberán desarrollar una lectura crítica del material de estudio, identificar los conceptos y temas de discusión más relevantes y presentarlos en seminarios en la modalidad pedagógica aula invertida. Cada seminario será presentado por un estudiante de manera presencial o en presencialidad remota, con la intervención de otros estudiantes y bajo la supervisión del profesor.

FOROS: a partir de los temas vistos en los seminarios de cada unidad, y/o videos con información complementaria suministrada por el profesor, los foros tendrán la finalidad no solo de consolidar los conocimientos adquiridos en los seminarios, sino de generar debates sobre temas novedosos de interés. Estos foros se llevarán a cabo de manera presencial o en presencialidad remota.

TALLERES: Solución, guía y aplicación de ciertos fenómenos aleatorios presentados al estudiante, para que éste formule y encuentre su solución, aplicando modelos desarrollados en el aula de clase, bajo la supervisión y guía del docente.

TRABAJOS DE INVESTIGACION: Sobre material bibliográfico referidos en la biblioteca de la Universidad, con el objeto de que apliquen sus conocimientos, y adquiera destreza en el proceso investigativo.

EVALUACION: Se realizarán evaluaciones de los temas expuestos por el docente, bajo su supervisión y guía, estimulando a los estudiantes a la apropiación de los fundamentos expuestos en el aula de clase.

REGLAMENTACION: Se hace especial énfasis en que cualquier intento de falsedad o plagio en las evaluaciones y en los talleres será observado como una conducta reprochable y conllevará a las sanciones contempladas en el reglamento general del estudiante.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

Al terminar el curso el estudiante

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa activa y propositivamente en el análisis de la literatura base del curso.
- Demuestra manejo de los fundamentos teóricos durante la discusión de la literatura estudiada.
- Discute sobre las metodologías y análisis de los datos de la literatura estudiada evidenciado su comprensión sobre la relación entre las preguntas de investigación, los métodos y los resultados.
- Realiza revisiones bibliográficas y/o ensayos sobre los temas abordados en trabajos de investigación, seminarios, foros y talleres.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Formula iniciativas de investigación propias haciendo uso de los conocimientos adquiridos en los seminarios y foros.
- Reconoce el valor del trabajo en equipo en los temas de investigación abordados en seminarios y foros.
- Reconoce la importancia de ampliar los temas discutidos en clase y de aplicar su propia estrategia de estudio individual de los contenidos del curso, su adecuada reflexión, y profundización.
- Demuestra su comprensión integral de los temas abordados en seminarios, foros y talleres, mediante el desarrollo de cuestionarios aplicados por el profesor.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN Y EQUIVALENCIA CUANTITATIVA:

TRABAJO DE INVESTIGACION: el trabajo de investigación constituye el 30% de la nota global del curso. Para la evaluación se tendrán en cuenta lo siguientes criterios: 1) Planteamiento del problema, calidad del texto y material gráfico (10%), 2) Dominio del contenido abordado (10%), y 3) Capacidad argumentativa y de síntesis (10%).

TALLERES: los talleres constituyen el 10% de la nota global del curso. Para la evaluación se tendrán en cuenta lo siguientes criterios: 1) Planteamiento del problema, calidad del texto y material gráfico (2.5%), 2) Dominio del contenido abordado (2.5%), y 3) Capacidad argumentativa y de síntesis (5%).

SEMINARIOS Y FOROS: los seminarios y foros constituyen el 30% de la nota global del curso. Para la evaluación del seminario se tendrán en cuenta lo siguientes criterios: 1) Calidad de la presentación audiovisual (5%), Planteamiento adecuado del tema a discutir y dominio del contenido abordado (5%), 2) Facilidad de comunicación e interacción con la audiencia (5%), 3)

interacción con el auditorio (5%), y 4) Capacidad argumentativa y respeto por el disenso y de síntesis durante la presentación (10%).

CUESTIONARIOS: el cuestionario constituye el 30% de la nota global del curso y evaluará al final del curso, el contenido de las unidades desarrolladas.

La equivalencia cuantitativa de las diferentes estrategias de evaluación son las siguientes:

- Trabajo de investigación. (30%).
- Talleres (10%).
- Seminarios y foros (30%).
- Cuestionarios (30%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Arrad, T.Y., Errami, E., Ennih, N., Ouajhain, B., Ettachfini, E.M., Bouaouda, M.S. (2020). From geoheritage inventory to geoeducation and geotourism implications: Insight from Jbel Amsittene (Essaouira province, Morocco). Journal of African Earth Sciences 161, 103656.
2. Bacci, D. C. (2011). Capacitação de professores do ensino fundamental I através das Geociencias e educação ambiental. Projeto de cultura e extensão universitária. Relatório de Atividades.
3. Biernacki, W., Davíðsdóttir, B., Duarte, A.C., Dusper, M., Ferković, D., Ivanković, Z., Jankowska, J., Jónsdóttir, J.B., Migoń, P., Obradović, B., Ólafsson, R., Pijet-Migoń, E., Pinho, J.C., Prado, C., Rocha, D., Rodrigues, F., Rozpędowska, E., Samarđić, I., Sigursveinsson, S., Tokarczyk-Dorociak, K. (2016). Geo-Education Methodology. A case study from Croatia, Iceland, Poland and Portugal. S.f. 2016. pp. 26-27.
4. Calonge, A., Fermeli, G., Meléndez, G., Carvalho, C., Rodrigues, J. (2013). GEOSCHOOLS, la importancia de las geo-rutas en la enseñaza de la geología. Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo. Cuadernos del Museo Geominero, nº 15. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 2013.
5. Carcavilla-Urquí, L. (2006). Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid.
6. Carcavilla-Urquí, L., Delvene, G., Díaz-Martínez, E., García-Cortés, A., Lozano, G., Rábano, I., Sánchez, A. Vegas, J. (2014). Geodiversidad y patrimonio geológico. Instituto Geológico y Minero de España. 21 p. Madrid. NIPO: 474-11-012-3. EDICIÓN PARQUES NACIONALES.
7. Costa, S.D.A.D. (2016). Formação continuada a distância para o professor de Ciências Naturais do Ensino Fundamental: educação em Geologia. Disertación para obtener el grado de Maestría en Enseñanza de Ciencias. Universidad de Brasilia.
8. Fermeli, G., Melendez, G., Koutsouveli., Dermitzakis, M., Calonge, A., Steininger, F., D'Arpa, C., Di Patti, C. (2015). Geoscience Teaching and Student Interest in Secondary Schools-Preliminary Results from an Interest Research in Greece, Spain and Italy. Geoheritage (2015) 7:13–24.
9. Fermeli, G., Meléndez, G., Calonge, A., Dermitzakis, M., Steininger, F., Koutsouveli, A., Neto de Carvalho, C., Rodrígeuz, J., D'Arpa, C., Di patti, C. (2011). GEOSCHOOLS: innovative teaching of geosciences in secondary schools and raising awareness on geoheritage in the society.
10. Frodeman, R. (2001). A epistemologia das Geociencias. In: Marques, L; Praia, J. (Coord.) Geociencias nos currículos dos ensinos básico e secundário. Aveiro: Universidade.
11. García-Frank, A., Pérez-Barroso, R., Espín-Forjan, B., Benito-Manjón, P., De Pablo-Gutiérrez, L., Gómez-Heras, M., Sarmiento, G.N., Canales-Fernández, M.L., González-

Acebrón, L., Muñoz-García, M.B., García-Hernández, R., Hontecillas, D., Ureta-Gil, M.S., Del Moral, B. (2013). Divulgación de la Geología: nuevas estrategias educativas para alumnos con necesidades educativas especiales por discapacidad intelectual.

12. González, J.L., Martínez-Frías, J. (2011). Geoética: un reto para la deontología profesional. Tierra y Tecnología 40, 10-14.
13. Fuertes-Gutiérrez, I., De La Calzada, E., Llamas, T., Tejerina, A., Crespo, M.A., Pereiras, L., Crespo, T., Domínguez, L., Cabezas, L. (2016). Lugares de interés geoeducativo en el medio urbano. Potencialidad de las ciudades para la enseñanza de Geología. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra 24 (2), 195-201
14. Haldera, S., Sardab, R. (2021). Promoting intangible cultural heritage (ICH) tourism: Strategy for socioeconomic development of snake charmers (India) through geoeducation, geotourism and geoconservation. International Journal of Geoheritage and Parks 9 (2), 212-232.
15. Lewis G.M., Hampton S.J. (2015). Visualizing volcanic processes in SketchUp: An integrated geo-education tool. Computers & Geosciences 81, 93–100.
16. Martinez-Frias, J., Horneck, G., De la Torre, R., Rull, F. (2010). A geoethical approach to the geological and astrobiological exploration of the Moon and Mars. En: 38th COSPAR Scientific Assembly, PEX1: Protecting the Lunar and Martian Environments for Scientific Research, 18-25 July Bremen, Germany.
17. Mata, J., Mata, R. (2011). Geología Social: una perspectiva de la Geología y del Patrimonio Geológico. INTRODUCCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO DE BOLIVIA, 179–188.
18. Mohamed, K., Maksoud, A., El-Shafeiy, M.A., Rashed, T.G. (2014). Geo-education in Egypt, ideas, challenges and visión. International Journal of Educational Policy Research and Review 1 (2), 14-20.
19. Peppoloni, S., Di Capua, G. (2015). Geoethics: the Role and Responsibility of Geoscientists. Geological Society, London, Special Publications 419, p. NP, doi: 10.1144/SP419.0
20. Stewart, I.S., Gill, J.C. (2017). Social geology — integrating sustainability concepts into Earth sciences. Proceedings of the Geologists' Association 128, 165–172.

Fuentes electrónicas

21. NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY. Geo-Education: Preparation for 21st-Century Decisions. Essays on Geo-Literacy. (En línea). Recuperado el 17/12/2017. Disponible: https://www.nationalgeographic.org/news/geo-education-preparation-21st-century-decisions/
22. GEOEDUCACIÓN Y GEOÉTICA. Ciencias de la Tierra y Planetarias. Recuperado el 26/03/2022. Disponible: https://www.icog.es/TyT/index.php/2020/05/geoeducacion-y-geoetica-ciencias-de-la-tierra-y-planetarias/
23. International Association for Geoethics, IAGETH. Recuperado el 26/03/2022. Disponible: http://www.icog.es/iageth/index.php/home/

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
GEOLOGÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

La planeación del territorio es reconocida en la actualidad como una práctica estratégica para el adecuado desarrollo de una sociedad. Aunque a veces es reducida a un conjunto de técnicas que se manifiestan en informes, planos, formatos y tablas sobre cómo es y cómo debería ser un determinado espacio, normalmente entendido como una unidad político-administrativa (país, departamento, municipio, área metropolitana), la planeación del territorio debe ser entendida mejor como una acción permanente y conjunta de la sociedad, normalmente orientada por el estado, para articularse con otras políticas destinadas al mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

Este curso busca entonces que los estudiantes se familiaricen no sólo con los diferentes instrumentos de planificación territorial (Planes de ordenamiento territorial municipal (POT, EOT, PBOT), planes de manejo y ordenamiento de cuencas hidrográficas (POMCA)), sino con las discusiones académicas y políticas en torno a los conceptos de territorio, desarrollo, planeación, entre otros. Al hacerlo, se espera que los estudiantes reconozcan que las decisiones y disputas alrededor de la planificación territorial no obedecen únicamente a diferencias técnicas, sino a debates políticas y diferentes formas de entender el desarrollo y el bienestar de la sociedad.

PROPÓSITO

Los propósitos del presente curso son familiarizar al estudiante con las discusiones conceptuales alrededor de los términos de desarrollo, planeación, territorio; contribuir a la formación interdisciplinar de los investigadores, al estudiar la forma en que se relacionan la planificación territorial con la ciencia del Sistema Natural Terrestre y aportar herramientas metodológicas para la interacción de las Ciencias del SNT con los instrumentos de la planificación del territorio.

COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante habrá desarrollado o reforzado competencias del tipo:

Saber:

- Conoce los conceptos alrededor de los términos de desarrollo, planeación y territorio.
- Conoce experiencias positivas de planeación del territorio, en las cuales se identifique la participación de académicos de las Ciencias del SNT.

Hacer:

- Elabora reseñas de textos especializados sobre los conceptos asociados a la planificación del territorio.
- Participa en discusiones académicas con base en proposiciones argumentadas acerca de las

problemáticas actuales derivadas de la mala aplicación de la planificación del territorio.

Ser:

- Demuestra compromiso con su formación académica y responsabilidad ética como científico.
- Asume la responsabilidad personal, el trabajo en equipo y el liderazgo como elementos que le permiten desempeñarse con éxito en su ejercicio profesional.
- Reconoce la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes para procurar un futuro sostenible.

CONTENIDOS

- Discusiones conceptuales: Crecimiento económico, Planeación, desarrollo, territorio, territorialidad, sostenibilidad, sustentabilidad.
- Instrumentos de la planificación del territorio en Colombia: POT, POMCA, Planes de Desarrollo Sostenible, Planes de Vida.
- Las dinámicas del SNT en la planificación del territorio. Riesgos ambientales.
- El reto del cambio climático en la planificación del territorio.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

El curso es de tipo seminario, por lo que es necesario la participación activa de los estudiantes. Por ello, a partir de la segunda sesión cada persona debe elaborar previamente un escrito no mayor a dos (2) páginas sobre la lectura obligatoria, el cual será entregado al finalizar cada clase. La idea es que ese escrito sirva de base para la discusión del seminario. La participación de los demás estudiantes, es decir, aquellos que no leen su escrito en clase, debe demostrar la lectura del texto asignado.

También se hará la lectura y evaluación de diferentes ejemplos de planificación del territorio (POTs, POMCA, etc.) como ejercicio práctico de contraste entre lo visto en clase y la manera en que se desarrolla este tipo de política pública.

Si es posible se adelantarán salidas de campo a municipios o áreas cercanas a Bucaramanga, como un ejercicio pedagógico para reflexionar sobre la relación entre las discusiones de Teóricas, los instrumentos analizados y la situación en campo.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE:

- Realiza las lecturas previas relacionadas con los contenidos del curso.
- Participa en clase, haciendo y respondiendo preguntas, formulando hipótesis.
- Asiste a las clases y usa las horas de consulta para aclarar dudas y discutir ejercicios propuestos.
- Prepara, presenta y revisa los exámenes escritos programados en el curso.
- Desarrolla problemas de aplicación de la temática según los lineamientos dados.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

Acuerdos de funcionamiento

La asistencia es necesaria para la aprobación del curso. La actividad académica se pierde con más del 20% de horas no asistidas (es decir, más de tres fallas). Se tomará asistencia en los primeros 15 minutos de cada sesión. Si el o la estudiante llega después contará como media falla y si llega después del descanso contará como falla completa.

La puntualidad en la entrega de los trabajos será tenida en cuenta para la evaluación. Así, si el estudiante no entrega el trabajo en la fecha establecida no será recibido y la nota registrada será de cero (0,0). Sólo será evaluado si allega una excusa válida.

Por respeto a los demás compañeros no está permitido el uso de computadores u otros elementos electrónicos dentro del salón. Si necesita hacer uso del celular puede hacerlo, pero fuera del salón.

Escritos para cada clase y controles de lectura	30%
Análisis de instrumento de planificación territorial	25%
Trabajo final	15%
Informe de salida de campo	20%
Asistencia y participación	10%

BIBLIOGRAFÍA

1. Brand, P. C. 2001. La planeación urbana y las ciencias sociales en Colombia. *Revista de Estudios Sociales*, (10), 20-30. https://doi.org/10.7440/res10.2001.02
2. Caballero Argáez, C. 2012. El desarrollo económico y la planeación en el periodo del Frente Nacional: contexto y realizaciones. En C. Caballero Argáez, M. Pachón Buitrago, & E. Posada Carbó (Eds.), *Cincuenta años de regreso a la democracia. Nuevas miradas a la relevancia histórica del Frente Nacional* (pp. 259-293). Bogotá: Universidad de los Andes - Escuela de Gobierno.
3. Carrizosa, J. 2006. *Desequilibrios territoriales y sostenibilidad local. Conceptos, metodologías y realidades*. Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales - Universidad Nacional de Colombia.
4. De arco Ballesteros, J. L., & Vergara Durán, R. A. 2012. Ordenamiento territorial, desarrollo social y construcción de patrimonio en el Suroccidente de Barranquilla. Caso: barrio Los Ángeles. *Memorias: Revista Digital de Historia y Arqueología desde el Caribe colombiano*, *16*, 69-101.
5. Fals Borda, O. 2000. *Acción y espacio. Autonomías en la nueva República*. Bogotá: Tercer Mundo, IEPRI.
6. Fals Borda, O. 2001. *Kaziyadu. Registro del reciente despertar territorial en Colombia*. Bogotá: Desde Abajo.
7. Gómez López, D. 2007. Alternativas para la medición de impactos de los desastres naturales. *Territorio*, *16 y 17*(1), 175-206. Recuperado a partir de https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/view/851
8. Gravano, A. 2007. Desafíos participativos en la planificación urbano-ambiental: el aporte antropológico. *Humanitas Humanística*, *64*(64), 1-23. Recuperado a partir de

http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/univhumanistica/article/view/2164/1401

9. Herrera Ángel, M. 2002. *Ordenar para controlar. Ordenamiento espacial y control político en las llanuras del Caribe y en los Andes centrales neogranadinos, siglo XVIII*. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia - Academia Colombiana de Historia.
10. Herrera Ángel, M. 2006. Transición entre el ordenamiento territorial prehispánico y el colonial en la Nueva Granada. *Historia Critica*, (32), 118-152. Recuperado a partir de http://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.7440/histcrit32.2006.05
11. Montañez Gómez, G. 2001. Introducción. Razón y pasión del espacio y el territorio. En *Espacio y territorios. Razón, pasión e imaginarios* (pp. 15-32). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Vicerrectoría General.
12. Morcillo, P. P. 2002. *La planeación en Colombia. Historia, derecho y gestión*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
13. Paasi, A. 2008. Territory. En J. Agnew, K. Mitchell, & G. Toal (Eds.), *A Companion to Political Geography* (pp. 109-122). Oxford: Blackwell.
14. Pradilla, E. 2007. Las políticas y la planeación urbana en el neoliberalismo. En *Seminario internacional La globalización neoliberal y la planeación urbano-regional: perspectivas para América Latina, Medellín, Colombia, 23 y 24 agosto de 2007*. Medellín. Recuperado a partir de http://www.emiliopradillacobos.com/TexABR2011/las politicas y la planeacion urbana en el neoliberalismo.PDF
15. Programa Regional para la Gestión del Riesgo en América Central - CEPREDENAC - PNUD. 2005. *La gestión local del riesgo. Concepto y prácticas*. Guatemala: CEPREDENAC - PNUD.
16. Wilches-Chaux, G. 2005. *Proyecto Nasa: la construcción del plan de vida de un pueblo que sueña*. Bogotá: PNUD.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
GEOLOGÍA MÉDICA Y FORENSE			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI: 9**	
Teóricas: 3	**Prácticas: 0**		

JUSTIFICACIÓN

El curso Geología médica y forense es un curso electivo del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Tierra, encaminado a generar espacios de discusión y comprensión de la interrelación entre los procesos geológicos y los sistemas biológicos (salud humana y animal). Se estudiarán la distribución de elementos útiles y nocivos para la salud, así como sus fuentes y mecanismos de transporte. Especial énfasis se hará en los procesos geoquímicos en ambientes tropicales. Los casos de estudio se enfocarán a los efectos en la salud de los elementos flúor, selenio, arsénico, radón. Igualmente, se estudiarán la relación entre los desastres naturales y su impacto en la salud pública y los efectos epidemiológicos.

En la parte de Geología Forense se cubrirán los siguientes temas:

- La geología forense, temas y herramientas de aplicación: suelos y tipos de suelos.

- Fuentes de sedimentos, Arcillas y tipos de arcillas, Mapas y su uso en análisis forenses, dataciones radiométricas, Instrumentos analíticos.

PROPÓSITO

Los propósitos del presente curso son ofrecer al estudiante experiencias que le permitan entender la relación entre la geosfera y biosfera desde el punto de vista de la salud y capacitarlo en los conceptos básicos de la geología médica y forense y sus métodos de estudio.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS COGNITIVAS:

- Comprende los conceptos básicos de distribución elemental, origen y mecanismos de transporte de los elementos químicos potencialmente tóxicos para la salud de los seres vivos de manera que cimenta de manera sólida los fundamentos más importantes de la geología médica para su aplicación pertinente.
- Interpreta condiciones geológicas de riesgo para la salud de los seres vivos, estando en capacidad de evaluar, ponderar, medir, prevenir o mitigar la amenaza y vulnerabilidad de estas y su influencia en las comunidades.
- Realiza pronósticos sobre los riesgos y posibles afectaciones para la salud de los seres vivos a partir de la interpretación de las situaciones geológicas.
- Formaliza los conceptos centrales de la geología y los aplica en relación con su incidencia en la salud de los seres vivos buscando el beneficio y armonía entre el medio antrópico y los recursos minerales.
- Asimila conceptos básicos y metodológicos de la geología médica y forense cualificándose como un experto en la interrelación adecuada de los asentamientos humanos y el medio ambiente.

COMPETENCIAS AXIOLÓGICAS Y ACTITUDINALES:

- Acepta su compromiso y responsabilidad en el alcance de los logros propuestos de manera que compromete su conocimiento disciplinar armónicamente con los principios y valores de la comunidad.
- Se concientiza del papel ético y profesional del Geólogo en temas de salud pública y su responsabilidad social para incidir de manera positiva ante la sociedad.
- Demuestra respeto, honestidad y valores éticos y morales y hace de esto un ejercicio continuo en todas las situaciones siendo un profesional referente en la aplicación de su experticia para mejorar las condiciones del ser humano.

CONTENIDOS

CAPITULO I.
INTRODUCCIÓN

- Historia de la geología médica.
- Relación geosfera y biosfera.

CAPITULO II.
PRINCIPIOS DE LA GEOLOGÍA MÉDICA

- Clasificación de los elementos.

- Elementos traza: equilibrio, desequilibrio y salud.
- Fuentes, removilización y transporte de elementos tóxicos por actividad natural o antrópica.

CAPITULO III.
FORMAS DE EXPOSICIÓN A AGENTES TÓXICOS

- Aire.
- Agua.
- Suelos.
- Alimentos.
- Directa (laboral).
- Emisiones volcánicas.

CAPITULO IV.
GEOQUÍMICA DE LOS AMBIENTES TROPICALES

- Elementos traza.
- Meteorización.
- Hidrogeoquímica.

CAPITULO V.
CASOS DE ESTUDIO.

- Geoquímica, fuentes, transporte y efectos en seres vivos.
- Selenio.
- Fluor.
- Yodo.
- Radón.

CAPITULO VI.
SUELOS.

- Tipos de suelos y su aplicación a la geología forense para discriminación e identificación del origen. Características: coloración, componentes.
- Análisis de suelos. Herramientas edafológicas.

CAPITULO VII

- Identificación del origen o fuentes de los sedimentos.
- Mineralogía (tipos de minerales), petrografía (tipos de rocas), hormigón (petrografía del hormigón).
- Organismos (diatomeas, algas, foraminíferos).

CAPITULO VIII

- Arcillas. Tipos de arcillas, componentes, análisis e identificación de arcillas.
- Mapas**.** Fotografías aéreas, imágenes de satélite, ortofotografía, SIG. Aplicación de las herramientas cartográficas en los análisis forenses.

CAPITULO IX

- Dataciones radiométricas.
- Empleo de los principales sistemas de datación radiométrica. C14, Cs137, termoluminiscencia.

CAPITULO X

- Instrumentación analítica. Herramientas de laboratorio (Microscopía electrónica,
- Microscopio petrográfico, difracción de rayos X), herramientas geofísicas (radar).
- Aguas. Tipos de aguas, análisis de aguas subterráneas y superficiales.
- Criterios de discriminación y diferenciación entre los tipos de aguas.
- Contaminantes.
- Drenajes

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

ACTIVIDADES DEL PROFESOR

- El profesor dirigirá clases Teóricas, modalidad magistral. Orientará a los estudiantes en las lecturas y análisis del material de clase asignado. Creará los ambientes propicios para que el estudiante conozca los principios básicos de la geología médica y forense y como interactuará con los profesionales de las ciencias médicas y biológicas en la detección y solución de problemas geomédicos. Durante las consultas estará atento a aclarar dudas respecto al curso.

ACTIVIDADES DE LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deberán atender y participar en las actividades de clase, consulta y prácticas. Presentar a tiempo los informes, exámenes y demás reportes requeridos. Se encargará de profundizar mediante lecturas recomendadas y por su cuenta los temas de la actividad académica.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE

- Desarrolla lecturas previas de los temas relacionados con la geología médica y forense.
- Participa activamente en clase, analiza las situaciones presentadas y propone soluciones en situaciones en que ambientes geológicos particulares podrían ejercer algún tipo de efecto sobre la salud humana.
- Asiste a clases y a las horas de consulta.
- Presenta a tiempo los informes y ejercicios propuestos en el curso, en el que por medio de situaciones hipotéticas o casos de estudio da cuenta del comportamiento geoquímico de los elementos y su influencia en el medio antrópico.
- Ejecuta las tareas propuestas de acuerdo con las directrices dadas orientadas al entendimiento del riesgo sobre la salud de un contexto geológico en particular y el aprovechamiento de este en el ámbito forense.
- Trabaja de manera colaborativa con sus pares estudiantes.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN Y EQUIVALENCIA CUANTITATIVA:

SEMINARIOS
Constituyen el 40% de la nota global del curso. Para la evaluación del seminario se tendrán en cuenta lo siguientes criterios:
1) Calidad de la presentación audiovisual (10%),
2) Dominio del contenido abordado (10%)
3) Facilidad de comunicación (10%)
4) Capacidad de síntesis de tema durante la presentación (10%).

FOROS:
Representan el 30% de la nota global del curso. Para la evaluación del foro se tendrá en cuenta lo siguientes criterios:
1) Planteamiento adecuado del tema a discutir (10%)
2) Interacción con el auditorio (10%)
3) Capacidad argumentativa y respeto por el disenso (10%).

CUESTIONARIOS:

Constituyen el 30% de la nota global del curso y evaluará al final del curso, el contenido de las cinco unidades desarrolladas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Andrews, Sarah. 2004. Earth Colors (paperback). St. Martin's Paperbacks, 332 p. ISBN: 0-312-99770-1
2. Selinus, Olle. 2013. Essentials of Medical Geology. (Ed.). Springer, 805p.
3. Censi, Paolo, Darrah, Thomas, Erel, Yigal. 2013. Medical Geochemistry. (Eds.). Springer, 194p
4. Selinus, O., Finkelman,R.B., Centeno J.A. (Eds.). 2010. Medical Geology - A Regional Synthesis. 2010. Springer, 392p
5. Florinsky. I.V. (Ed). 2010. Man and the Geosphere. Nova Science Publishers, New York
6. Dissanayake C.B. and Chandrajith R. (Eds) 2009. Introduction to Medical Geology Springer Science, 257p.
7. Murray, Raymond C. 2004. Evidence from the Earth - Forensic Geology and Criminal Investigation. Mountain Press Publishing Company, 226 p. ISBN: 0-87842-498-9.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
GEOLOGÍA PLANETARIA			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Prácticas:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

En el siglo XXI ya existe una conciencia del hombre acerca de su ciudadanía planetaria, y más allá de ello, de la relación e interacción con otros cuerpos del sistema solar. Cuando se entiende que el planeta Tierra no solo es un sistema, sino que además hace parte de un gran sistema solar y que está inmerso en un cosmos, entonces surgen preguntas acerca de como es el vecindario, que interrelaciones hay con éste y de que manera nos vemos influidos o influenciamos a otros cuerpos celestes cercanos.

Una de las razones de conocer otros planetas es precisamente indagar acerca de cómo son estos cuerpos, saber si las condiciones que caracterizan nuestro hogar se repiten allí afuera y conocer si, llegado el momento, es posible que la humanidad pudiera acomodar el ambiente de un planeta vecino para hacerlo habitable de acuerdo con nuestras demandas físicas, químicas y en general ambientales.

Este interés también tiene motivaciones de satisfacción de energía o recursos en general ya que en un contexto como el actual de ampliación de la demanda y disminución de los recursos domésticos, se hace imperativo explorar otros cuerpos del sistema solar para ver la potencialidad en este campo. Por último, hay una necesidad de conocer cómo podría afectarnos el ambiente externo y su dinámica ya que es un hecho que debido a causas siderales en el pasado han sucedido extinciones globales, de las cuales no estaríamos exentos.

PROPÓSITO

Los propósitos del presente curso son estudiar el origen, evolución y distribución de la materia condensada en el universo en forma de planetas, satélites, cometas, asteroides y partículas de distintas dimensiones y génesis con el fin de sensibilizar acerca de la vida y muerte geológica de los planetas y sus procesos indicadores asociados.

COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante habrá desarrollado o reforzado competencias del tipo:

Saber:

- Identifica las principales características de la formación de nuestro sistema solar y los elementos primigenios constitutivos.
- Describe las características principales de los planetas rocosos y jovianos y su evolución particular en el contexto de la formación del Sistema Solar.
- Emplea los conceptos adquiridos para la resolución de problemas de investigación en su

proyecto de Doctorado en el área de la ciencia del Sistema Terrestre.

Hacer:

- Reconoce las interacciones físicas, químicas o ambientales en general que el planeta Tierra tiene con los otros cuerpos del Sistema Solar.
- Establece potencialidades de aprovechamiento sustentable de recursos naturales, mineros o energéticos de otros cuerpos celestes cercanos.
- Hipotetiza acerca de las posibilidades de habitabilidad de otros planetas mediante la adaptación de ambientes a las necesidades de la raza humana.
- Establece potencialidades de aprovechamiento sustentable de recursos naturales, mineros o energéticos de otros cuerpos celestes cercanos.

Ser:

- Demuestra compromiso con su formación académica y la divulgación del conocimiento adquirido, que contribuirá al desarrollo de una conciencia sobre la vida y muerte geológica de los planetas.

CONTENIDOS

CAPÍTULO I.
MODELO DE FORMACIÓN DE PLANETAS

- Descripción y análisis de las modernas teorías que buscan explicar el modelo de formación de los planetas. Se considerarán teorías como las de la nebulosa, gases implicados, fuerzas centrífuga y centrípeta y su efecto sobre la génesis de los sistemas planetarios. Colapso nebular, desarrollo de protoestrellas. Diferenciación interna de planetas.

CAPÍTULO II.
ESTRUCTURA Y PROCESOS INTERNOS PLANETARIOS

- Aproximación a los procesos internos que constituyen la geodinámica interna del planeta tierra y su extrapolación para entender aquellos que se dan en otros cuerpos del sistema solar, teniendo en cuenta las características particulares de cada cuerpo. Descripción de las principales estructuras planetarias y su implicación en los procesos internos que dieron como resultado los planetas que hoy conocemos.

CAPÍTULO III.
ESTRUCTURA Y PROCESOS EXTERNOS PLANETARIOS

- Descripción, análisis e interpretación de los procesos externos que se desarrollan en los cuerpos del sistema solar a la luz de sus particularidades físicas, químicas y atmosféricas. Determinación de las principales características que diferencian los procesos externos terrestres frente a los ambientes de cada cuerpo de acuerdo a su composición, distancia al sol y satélites externos.

CAPÍTULO IV.
METEORITOS

- Meteoritos, planetisimales, asteroides, cometas.
- Tipos de meteoritos. Pedregoso: condritas vs. acondritas. Rocosos-metálicos. Metálicos.

Zonación compositiva de los asteroides.

- Planetesimales: por ej. Gaspra e Ida, Phobos y Deimos.
- Procesos que pueden modificar el material meteorítico después de la condensación de los gases nebulosos. Shergotitas.

CAPÍTULO V.
ASTROBLEMAS, CRÁTERES Y PROCESOS GEOLÓGICOS

- Primeras ideas relacionadas a cráteres. Estudio de los principales cráteres terrestres.
- Cráteres en la luna. Factores que determinan la densidad del cráter de la porción de una superficie planetaria.
- Tasa de presencia de cráteres con el tiempo.
- Dinámica de cráteres. Qué son ondas de choque. Dispersión de energía. Etapas de la formación del cráter. Morfología y clasificación de cráteres. Productos de impacto. Ejecta. Fundido de impacto. Metamorfismo y estructuras de impacto.

CAPÍTULO VI.
GEOLOGÍA DE MERCURIO

- Campo magnético. Composición atmosférica. Movimientos planetarios. Polos. Constitución interna. Fuente de campo magnético.
- Evidencia de respuesta isostática – implicaciones. Superficie. Cuenca Caloris. Historia: Acreción y diferenciación, desarrollo de la corteza antrósmica (océano magma).
- Bombardeo intenso y formación de planicies intercraterias. Enfriamiento continuo y contracción. Desarrollo de la atmósfera.

CAPÍTULO VII.
GEOLOGÍA DE VENUS

- Procesos principales que dan forma a la superficie. Volcanismo, factores eólicos, tectónica, meteorización. Características físicas y químicas particulares. Vulcanismo, rasgos frágiles en la corteza. Reflexiones sobre el uso de los términos corteza, manto, litosfera: capas compositivas frente a mecánicas.
- ¿Naturaleza de los procesos tectónicos?

CAPÍTULO VIII.
GEOLOGÍA DE MARTE

- Principales características. Tierras altas cráteres, más viejas contra tierras bajas más jóvenes. Abultamiento Tharsis con grandes construcciones volcánicas. Cañón Coprates.
- Procesos que han dado forma a la superficie: Cráteres, corrientes de agua en canales, incluyendo inundaciones catastróficas, procesos lago / mar y litoral, procesos eólicos, procesos glaciales, vulcanismo, extracción y colapso subterráneos (termocarstes, permafrost). ¿Por qué los volcanes en Marte son tan grandes, especialmente en relación con el tamaño del planeta anfitrión?
- Procesos que diferenciaron la corteza en Marte. ¿hay tectónica en Marte? Formación del Monte Olimpo.
- Adónde se fue el agua marciana?. Hay vida en Marte?. Posibilidades de "terraformar" a Marte.

CAPÍTULO IX.

JÚPITER Y SU SISTEMA PLANETARIO

- Descripción de las principales características físicas, químicas, atmosféricas de Júpiter y sus principales satélites, Io, Europa, Ganímedes, Calisto.

CAPÍTULO X.

SATURNO Y SU SISTEMA PLANETARIO

- Descripción de las principales características físicas, químicas, atmosféricas de Saturno y sus característicos anillos.

CAPÍTULO XI.

URANO, NEPTUNO Y SUS SATÉLITES

- Urano, descripción de las principales características físicas, químicas, atmosféricas de Urano y sus principales lunas, caracterizadas por la diversidad independiente del tamaño y la posición: Miranda, Ariel, Umbriel, Titania, Oberon.
- Neptuno, descripción de las principales características físicas, químicas, atmosféricas de Neptuno y sus principales lunas y sistema de anillos, muchos menos satélites:
- Tritón, terreno Cantaloupe. Densidad de cráteres, llanuras lisas 'volcánicas'. Erupciones de penachos de volcanes activos, probables géiseres.

CAPÍTULO XII.

ASTROBIOLOGÍA

- "*Terraforming*" o hacer habitable un planeta
- Lectura del artículo de Thomas-Kerpta & others, 1998, Bacterial mineralization patterns in basaltic aquifers: Implications for possible life in martian meteorite ALH84001; Geology, v. 26, p. 1031-1034.
- Análisis de la posibilidad de adaptar un planeta a las condiciones conocidas de la Tierra. Recursos, plazos, fuentes de energía. Colonización e ingeniería planetaria.
- Problemas éticos asociados.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

SEMINARIOS: En el marco de la presente actividad académica, se desarrollarán seminarios entorno a las diferentes temáticos relacionadas con los contenidos de curso. Los estudiantes realizarán una lectura crítica del material seleccionado para la actividad académica, identificando los conceptos y temas de discusión claves, en aras de ser presentados en seminarios en la modalidad pedagógica aula invertida. Cada seminario será presentado por un estudiante de manera presencial o en presencialidad remota, con la intervención de otros estudiantes y bajo la supervisión del profesor.

PROYECTO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA: En el marco de la presente actividad académica, el docente asignará un tema específico a desarrollar por parte de los estudiantes (individual o grupal), para que presente el contexto del problema, sus antecedentes, datos, interpretaciones y sus implicaciones prácticas, acorde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

FOROS: Teniendo en cuenta las temáticas estudiadas en el marco de los seminarios, al igual que apoyados en material didáctico adicional que suministre el docente encargado de la actividad académica (videos, artículos adicionales, entre otros), los foros se desarrollaran en aras de consolidar los conceptos adquiridos en el marco de los seminarios, y generar debates entorno a temas novedosos de interés. Estos foros, al igual que lo indicado para el caso de los seminarios,

se llevarán a cabo de manera presencial o en prespecialidad remota.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE:
Al termino del curso sobre Geología Planetaria, el estudiante
• Discute sobre los diferentes métodos de obtención de geodatos, las metodologías empleadas para el abordaje de los diferentes problemas técnicos a resolver, y el análisis y las interpretaciones de los diferentes datos derivados de diferentes fuentes.
• Escribe ensayos relacionados con la revisión de la bibliografía especializada, al igual que sobre temas abordados en seminarios y foros.
•Demuestra el manejo de los conceptos fundamentales tratados durante la discusión de la literatura estudiada.
• Formula nuevas propuestas de investigación, haciendo uso de los conocimientos adquiridos en los seminarios y foros.
• Reconoce el gran valor del trabajo en equipo e interdisciplinario realizado en el marco de seminarios y foros.

Estrategias de evaluación y equivalencia cuantitativa:

SEMINARIO: los seminarios representan el 25 % de la nota total de la actividad académica, considerando para su evaluación los siguientes criterios: calidad de las presentaciones, habilidades para comunicar el contenido de los temas y capacidad de síntesis de los mismos.

PROYECTO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA: El proyecto de la actividad académica representa el 25 % de la nota total de la actividad académica, considerando para su evaluación los siguientes criterios: claridad en la formulación y contextualización del problema, organización y presentación adecuada de los datos, interpretación de los datos e implicaciones prácticas del tema tratado, en relación a los objetivos de desarrollo sostenible.

FOROS: Los foros representan el 25 % de la nota total de la actividad académica, considerando para su evaluación los siguientes criterios: formulación y planteamiento de los temas a discutir, gestión del auditorio y capacidad para argumentar y contra argumentar.

CUESTIONARIOS: Los cuestionarios representan el 25 % de la nota total de la actividad académica, considerando para su evaluación los temas relacionados en el contenido del curso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Carr, M. H. 2007. The surface of Mars (Vol. 6). Cambridge University Press.
2. Collins, G. S., Melosh, H. J., & Marcus, R. A. 2005. Earth impact effects program: A web-based computer program for calculating the regional environmental consequences of a meteoroid impact on Earth. Meteoritics & planetary science, 40(6), 817-840.
3. Cockell, C. S., & Raven, J. A. 2004. Zones of photosynthetic potential on Mars and the early Earth. Icarus, 169(2), 300-310.
4. Christensen, P. R., Bandfield, J. L., Bell III, J. F., Gorelick, N., Hamilton, V. E., Ivanov, A.,& McConnochie, T. 2003. Morphology and composition of the surface of Mars: Mars Odyssey THEMIS results. Science, 300(5628), 2056-2061.
5. Debus, A. 2005. Estimation and assessment of Mars contamination. Advances in Space

Research, 35(9), 1648-1653.
6. Jolliff, B. L., Wieczorek, M. A., Shearer, C. K., & Neal, C. R. (Eds.). 2018. New views of the Moon (Vol. 60). Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
7. Grotzinger, J., Beaty, D., Dromart, G., Gupta, S., Harris, M., Hurowitz, J., & Sumner, D. 2011. Mars sedimentary geology: key concepts and outstanding questions.
8. Hiesinger, H., & Head III, J. W. 2006. New views of lunar geoscience: An introduction and overview. Reviews in mineralogy and geochemistry, 60(1), 1-81.
9. Koeberl, C., & MacLeod, K. G. (Eds.). 2002. Catastrophic events and mass extinctions: impacts and beyond (Vol. 356). Geological Society of America.
10. Lewicki, C., Diamandis, P., Anderson, E., Voorhees, C., & Mycroft, F. 2013. Planetary resources—The asteroid mining company. New Space, 1(2), 105-108.
11. Lopes, R. M., & Spencer, J. R. 2007. Io After Galileo: A New View of Jupiter's Volcanic Moon. Springer Science & Business Media.
12. Ming, D. W., Morris, R. V. & Clark, B. C. in The Martian Surface: Composition, Mineralogy, and Physical Properties (ed. Bell, J. F. III) 519–540 (Cambridge Univ. Press, 2008).
13. Schaber, G. G. 2005. The US Geological Survey, branch of Astrogeology-a chronology of activities from conception through the end of Project Apollo (1960-1973) (No. 2005-1190).
14. Schultz, R. A., Hauber, E., Kattenhorn, S. A., Okubo, C. H., & Watters, T. R. 2010. Interpretation and analysis of planetary structures. Journal of Structural Geology, 32(6), 855-875.
15. U.S. Geological Survey. Research Geology. USGS Astrogeology Science Center. Retrieved 2013-08-14.
16. US Geological Survey. Maps / Products. USGS Astrogeology Science Center. Retrieved 2013-07-10.
17. US Geological Survey. USGS Astrogeology Science Center. Mission Support. Retrieved 2013-07-10.
18. Werner, S. C., Tanaka, K. L., & Skinner Jr, J. A. 2011. Mars: The evolutionary history of the northern lowlands based on crater counting and geologic mapping. Planetary and Space Science, 59(11-12), 1143-1165.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTRE			
POLÍTICA Y ECONOMÍA DE GEORECURSOS			
Código:			**Número de créditos: 4**
Intensidad Horaria Semanal			**Requisitos:**
HIP		**HTI:** **9**	
Teóricas: **3**	**Práctica:** **0**		

JUSTIFICACIÓN

El curso política y economía de los georecursos es un curso electivo del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Tierra, encaminado a generar espacios de discusión y comprensión de la interrelación entre los recursos geológicos y el desarrollo político y económico del estado colombiano en el contexto global. Se estudiarán características de los mercados minerales y energéticos, así como las políticas gubernamentales en el desarrollo minero-energético e hídrico.

PROPÓSITO

Los propósitos del presente curso son crear conciencia en los estudiantes sobre la importancia de la economía de los mercados minerales y la correspondiente formulación de políticas públicas asociadas. Esto también permite sensibilizar a los educandos en aspectos relacionados con la geopolítica y el desarrollo de las sociedades.

COMPETENCIAS

Al terminar el curso el estudiante habrá desarrollado o reforzado competencias del tipo:

Saber:

- Entiende la importancia de los georecursos en el desarrollo de las sociedades.
- Emplea los conceptos adquiridos para la resolución de problemas de investigación en su proyecto de Doctorado en el área de la ciencia del Sistema Terrestre.

Hacer:

- Demuestra la capacidad de entender el comportamiento de los mercados de materias primas minerales.
- Interpreta situaciones o aspectos de la geopolítica y formaliza los conceptos centrales de las políticas en georecursos.

Ser:

- Es consciente del papel ético y profesional del Geólogo en temas de economía de los georecursos.
- Demuestra respeto, honestidad y valores éticos y morales y hace de esto un ejercicio continuo en todas las situaciones.
- Acepta su compromiso y responsabilidad en el alcance de los logros propuestos.

CONTENIDOS

CAPITULO I.
INTRODUCCIÓN

- Los georecursos a través de la historia.
- Relación georecursos-desarrollo social.

CAPITULO II.
PRINCIPIOS DE GEOPOLÍTICA

- Los georecursos: oferta, demanda y conflictos.
- Georecursos y políticas de seguridad nacional.

CAPITULO III.
ECONOMÍA DE LOS GEORECURSOS

- El mercado de los georecursos.
- Oferta, demanda a través del tiempo.
- Georecursos en economías consolidadas y emergentes.
- El ciclo de los georecursos.
- El reciclaje.

CAPITULO IV.
LAS CADENAS PRODUCTIVAS

- Escenarios.
- Marco legal.
- Políticas gubernamentales.

CAPITULO V.
CASOS DE ESTUDIO.

- Geopolítica.
- Innovación del sector.
- Nuevas tecnologías.
- Reciclaje.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

SEMINARIOS: En el marco de la presente actividad académica, se desarrollarán seminarios entorno a las diferentes temáticos relacionadas con los contenidos de curso. Los estudiantes realizarán una lectura crítica del material seleccionado para la actividad académica, identificando los conceptos y temas de discusión claves, en aras de ser presentados en seminarios en la modalidad pedagógica aula invertida. Cada seminario será presentado por un estudiante de manera presencial o en presencialidad remota, con la intervención de otros estudiantes y bajo la supervisión del profesor.

PROYECTO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA: En el marco de la presente actividad académica, el docente asignará un tema específico a desarrollar por parte de los estudiantes (individual o grupal), para que presente el contexto del problema, sus antecedentes, datos, interpretaciones y sus implicaciones prácticas, acorde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

FOROS: Teniendo en cuenta las temáticas estudiadas en el marco de los seminarios, al igual que apoyados en material didáctico adicional que suministre el docente encargado de la actividad académica (videos, artículos adicionales, entre otros), los foros se desarrollaran en aras de consolidar los conceptos adquiridos en el marco de los seminarios, y generar debates entorno a temas novedosos de interés. Estos foros, al igual que lo indicado para el caso de los seminarios, se llevarán a cabo de manera presencial o en presencialidad remota.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

INDICADORES DE APRENDIZAJE:

Al término del curso sobre política y economía de georecursos, el estudiante:

• Discute sobre los diferentes métodos de obtención de geodatos, las metodologías empleadas para el abordaje de los diferentes problemas técnicos a resolver, y el análisis y las interpretaciones de los diferentes datos derivados de diferentes fuentes.
• Escribe ensayos relacionados con la revision de la bibliografía especializada, al igual que sobre temas abordados en seminarios y foros.
•Demuestra el manejo de los conceptos fundamentales tratados durante la discusión de la literatura estudiada.
• Formula nuevas propuestas de investigación, haciendo uso de los conocimientos adquiridos en los seminarios y foros.
• Reconoce el gran valor del trabajo en equipo e interdisciplinario realizado en el marco de seminarios y foros.

Estrategias de evaluación y equivalencia cuantitativa:

SEMINARIO: los seminarios representan el 25 % de la nota total de la actividad académica, considerando para su evaluación los siguientes criterios: calidad de las presentaciones, habilidades para comunicar el contenido de los temas y capacidad de síntesis de los mismos.

PROYECTO DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA: El proyecto de la actividad académica representa el 25 % de la nota total de la actividad académica, considerando para su evaluación los siguientes criterios: claridad en la formulación y contextualización del problema, organización y presentación adecuada de los datos, interpretación de los datos e implicaciones prácticas del tema tratado, en relación a los objetivos de desarrollo sostenible.

FOROS: Los foros representan el 25 % de la nota total de la actividad académica, considerando para su evaluación los siguientes criterios: formulación y planteamiento de los temas a discutir, gestión del auditorio y capacidad para argumentar y contra argumentar.

CUESTIONARIOS: Los cuestionarios representan el 25 % de la nota total de la actividad académica, considerando para su evaluación los temas relacionados en el contenido del curso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Foye L. 2016. Sharing economy opportunities, impacts & disruptors 2016-2020. Jupiter, Basingstoke.

2.	Ursula Benz and Manfred Krischke. 2018. The Emergence of the GeoSharing Economy
3.	Earth observation open science and innovation. 2016. Eds Matheu, Aubrecht. Springer, 330p.
4.	Friedrich-W. Wellmer, Peter Buchholz, Jens Gutzmer, Christian Hagelüken, Peter Herzig, Ralf Littke, Rudolf K. Thauer. 2019. Raw materials for future energy supply. Springer, 225p
5.	Higgins, K. 2015. Economic growth and sustainability. Academic Press, 228p

ANEXO B

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN
DOCTORADO EN CIENCIA DEL SISTEMA TERRESTE

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN GEOLOGÍA BÁSICA Y APLICADA – GIGBA

DIRECTOR: Juan Diego Colegial Gutiérrez.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO:

1. Geología Ambiental y Amenazas Geológicas
2. Geología Experimental
3. Geología de Complejos Cristalinos y Cuencas Sedimentarias
4. Geología del Cuaternario
5. Georecursos
6. Hidrogeología
7. Geología estructural y tectónica
8. Geofisica

REDES A LAS QUE PERTENECE EL GRUPO

1. UNESCO International Geoscience Programme (IGCP): Real en Montevideo.
2. ORC International: Virtual en Estados Unidos.
3. International Zeolite Association: Virtual en Londres.

LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (Horas)
Carlos Alberto Ríos Reyes.	Doctorado	Tiempo completo
Carlos Alberto García Ramírez.	Doctorado	Tiempo completo
Francisco Alberto Velandia Patiño.	Doctorado	Tiempo completo
Giovanny Jiménez Diaz.	Doctorado	Tiempo completo
Juan Diego Colegial Gutiérrez.	Doctorado	Tiempo completo
Luis Carlos Mantilla Figueroa.	Doctorado	Tiempo completo
Mario García González	Doctorado	Tiempo completo
Sait Khurama Velasquez.	Maestría	Tiempo completo
Gatsby Emperatriz López Otálvaro	Doctorado	Tiempo completo

PRODUCCIÓN ACADÉMICA (últimos 5 años):

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2020	Present-day structural frame of the Santander Massif and Pamplona Wedge: The interaction of the Northern Andes.	Países Bajos, Journal of Structural Geology ISSN: 0191-8141, 2020 vol:137 fasc: págs: 1 - 21, DOI:10.1016/j.jsg.2020.104087	Francisco Alberto Velandia Patino, Helbert Schneider Garcia Delgado, Carlos Augusto Zuluaga Castrillon, Julian Andres Lopez Isaza, Mauricio Alberto Bermudez Cella, Franck Albert Javier

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
			Audemard Mennessier
2020	Use of natural zeolite-rich tuff and siliceous sand for mine water treatment from abandoned gold mine tailings	Journal of Geochemical Exploration ISSN: 0375-6742, 2020 vol:220 fasc: págs: - , DOI:	Carlos Alberto Rios Reyes, Luz Yolanda Vargas Fiallo
2020	3D digital outcrop modelling of the Lower Cretaceous Los Santos formation sandstones, Mesa de Los Santos region (Colombia): Implications for structural analysis	Journal of Structural Geology ISSN: 0191-8141, 2020 vol:141 fasc: págs: - , DOI:	Carlos Alberto Villarreal Jaimes, Julian Rojas Delgado, Carlos Alberto Ríos Reyes
2020	Automated petrography analysis by QEMSCAN of a garnet-staurolite schist of the San Lorenzo Formation, Sierra Nevada de Santa Marta massif	REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS ISSN: 2007-2902, 2020 vol:37 fasc: 1 págs: 98 - 107, DOI:	Carlos Alberto Villarreal Jaimes
2020	Tectonic geomorphology of the Serranía de San Lucas (Central Cordillera): Regional implications for active tectonics and drainage rearrangement in the Northern Andes Países Bajos,	Geomorphology ISSN: 0169-555X, 2020 vol:349 fasc: págs: 1 - 25, DOI:10.1016/j.geomorph.2019.106914	Helbert Schneider Garcia Delgado, Francisco Alberto Velandia Patino
2019	Synthesis of zeolites from carbon by-products for the retention of Cr from the tannery industry effluents.	Estados Unidos, International Journal of Hydrology Science and Technology ISSN: 2042-7808, 2019 vol:3 fasc: 2 págs: 89 – 90.	Carlos Alberto Rios Reyes.
2018	Geotouristic Potential in Karst Systems of Santander (Colombia): the Begining of Right Geoducational and Geoconservational Practices.	Estados Unidos, International Journal of Hydrology Science and Technology ISSN: 2042-7808, 2018 vol:2 fasc: 6 págs: 713 – 716.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Daniel Sebastián Barajas Rangel, Juliana Izabel Herrera Ruiz, Diego Zafra Otero, Jorge Enrique Gelvez Chaparro, Juan Camilo Díaz Carreño.
2018	Microscopic Analysis of Garnet-Bearing Metamorphic Rocks Using Conventional and Unconventional Techniques.	Estados Unidos, Journal of Advanced Microscopy Research ISSN: 2156-7573, 2018 vol:13 fasc: 4 págs: 482 – 493.	Oscar Mauricio Castellanos Alarcón, Carlos Alberto Ríos Reyes, Carlos Alberto Villarreal Jaimes.
2018	Geological occurrence of the ecce homo hill´s cave, chimichagua (cesar), Colombia: an alternative for socio-economic development based on geotourism.	Estados Unidos, International Journal of Hydrology Science and Technology ISSN: 2042-7808, 2018 vol:2 fasc: 5 págs: 618 – 628.	Carlos Alberto Rios Reyes.
2018	A neural network model applied to landslide susceptibility analysis (Capitanejo, Colombia).	Geomatics, Natural Hazards and Risk ISSN: 1947-5705, 2018 vol:9 fasc: págs: 1106 – 1128.	Joaquin Andres Valencia Ortiz.
2018	The Transpressive Southern Termination Of The	Journal Of Structural Geology ISSN: 0191-8141, 2018 vol:115 fasc: págs: 190 – 207.	Francisco Alberto Velandia Patiño, Mauricio Alberto

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	Bucaramanga Fault (Colombia): Insights From Geological Mapping, Stress Tensors, And Fractal Analysis.		Bermudez Cella.
2017	Ortoneises en la Franja Silos-Babega, Macizo de Santander, Colombia: evidencias de la orogenia famatiniana en los Andes del norte.	Chile, Andean Geology ISSN: 0718-7106, 2017 vol:44 fasc: N/A págs: 307 – 327.	Carlos Alberto García Ramírez, Vanessa Rey León, Víctor Valencia.
2017	Late Pliocene High-Sulfidation Epithermal Gold Mineralization at the La Bodega and La Mascota Deposits Northeastern Cordillera of Colombia.	Economic Geology ISSN: 0361-0128, 2017 vol:112 fasc: 2 págs: 347 - 374 .	Luis Carlos Mantilla Figueroa.
2016	Transverse zones controlling the structural evolution of the Zipaquira Anticline (Eastern Cordillera, Colombia): Regional implications.	Estados Unidos, Journal Of South American Earth Sciences ISSN: 0895-9811, 2016 vol:69 fasc: págs: 243 – 258.	Giovanny Jimenez Diaz.
2016	Movement Vectors And Deformation Mechanisms In Kinematic Restorations: A Case Study From The Colombian Eastern Cordillera.	Estados Unidos, Technical Papers - Society of Exploration Geophysicists. International Meeting And Exposition ISSN: 0733-6063, 2016 vol:4 fasc: 1 págs: 31 – 48.	Emilio Carrillo, Andrés Roberto Mora Bohórquez, Richard Ketcham, Ricardo Amorocho, Mauricio Parra Amezquita, Diego Constantino, Wilmer Ángel Robles Castro, William Avellaneda, Juan Sebastián Carvajal Torres, Miguel Corcione, Wladimir Bello, Juan Figueroa, José Gómez, Dennis Quandt, Martin Javier Reyes Correa, Ana Rangel, Ignacio Román, Yasmin Pelayo.
2016	A Hydrogen Peroxide Biosensor Based on the Immobilization of the Highly Stable Royal Palm Tree Peroxidase (Roystonea regia) with Chitosan and Glutaraldehyde on Screen-printed Graphene Electrodes.	México, Journal Of The Mexican Chemical Society - ISSN: 1665-9686, 2016 vol:60 fasc: 3 págs: 135 – 140.	Carlos Alberto Ríos Reyes, John Jairo Castillo León.
2016	Active Tectonic and Mechanic Interaction Between Cusiana and Yopal Faults Interpreting Seismic and Terraces Geometry.	Estados Unidos, Seg Abstracts ISSN: 0737-0164, 2016 vol:25 fasc: págs: 995 – 997.	Juan Sebastián Carvajal Torres, José Gómez, Diego Costantino, Martin Javier Reyes Correa.

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2019	Use of ecuadorian natural and acid-surfactant modified zeolites for remediation of oil-contaminated soils.	Colombia, CT y F - Ciencia, Tecnologia y Futuro ISSN: 0122-5383, 2019 vol:9 fasc: 1 págs: 93 – 104.	Carlos Alberto Rios Reyes, Gladys Cristina Pinto Santamaria, Luz Yolanda Vargas Fiallo.
2019	Mineralogical characterization of pre-hispanic pottery at the mesa de los santos region, Colombia.	Colombia, Boletin de Geologia ISSN: 0120-0283, 2019 vol:41 fasc: 2 págs: 125 - 138.	Karina Andrea Portilla Mendoza, Carlos Alberto Rios Reyes, Diego Armando Pinzon Núñez, Leonardo Moreno Gonzalez, Ricardo Mier Umana, Jose Antonio Henao Martinez.
2019	Use of ecuadorian natural and acid-surfactant modified zeolites for remediation of oil-contaminated soils.	Colombia, CT y F - Ciencia, Tecnologia y Futuro ISSN: 0122-5383, 2019 vol:9 fasc: 1 págs: 93 – 104.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Gladys Cristina Pinto Santamaría, Luz Yolanda Vargas Fiallo.
2019	Mineralogical characterization of pre-hispanic pottery at the mesa de los santos region, Colombia.	Colombia, Boletin de Geologia ISSN: 0120-0283, 2019 vol:41 fasc: 2 págs: 125 – 138.	Diego Armando Pinzón Núñez, José Antonio Henao Martínez, Karina Andrea Portilla Mendoza, Ricardo Mier Umana, Leonardo Moreno González.
2019	Hydraulic fracturing considerations: Insights from analogue models, and its viability in Colombia.	Colombia, Earth Sciences Research Journal ISSN: 1794-6190, 2019 vol:23 fasc: N/A págs: 5 – 15.	Dilan Arturo Martínez Sánchez, Giovanny Jiménez Díaz.
2019	Análisis próximos y petrografía orgánica del carbón de la formación Los Cuervos en el sector de Chucarima (Chitagá, Norte de Santander) Colombia.	Colombia, Boletín De Ciencias De La Tierra ISSN: 0120-3630, 2019 vol:45 fasc: págs: 34 – 40.	Jairo Alonso Paredes Celis, Luis Miguel Romero Rincón, Julián David De Bedout Ordoñez, Carlos Mauricio Bernal Ruiz.
2018	Modelo estructural del Campo Escuela Colorado a partir de modelos análogos.	Colombia, Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales ISSN: 0370-3908, 2018 vol:165 fasc: N/A págs: 402 – 409.	Camilo Alberto Anaya Arias, Giovanny Jiménez Díaz, Dilan Arturo Martínez Sánchez.
2017	Zonas transversales en el dominio axial de la Cordillera Oriental - bloque yacente de la Falla de Soapaga (Sátiva sur - Sátiva norte, Boyacá).	Colombia, Boletín De Geología ISSN: 0120-0283, 2017 vol:39 fasc: 3 págs: 13 – 23.	Álvaro Villar García, Helmer Fernando Alarcón Olave, Giovanny Jiménez Díaz, Francisco Alberto Velandia Patiño.
2017	Caracterización mineralógica, química y espectroscópica de la serpentinita en la cantera de explotación de Córdoba (Quindío).	Colombia. Geologia Norandina ISSN: 0120-274X, 2017 vol:12 fasc: 1 págs: 19 – 39.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Carlos Alberto García Ramírez, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón, Carolina Mendoza Luna, Daniel Ricardo Molina Velasco, Rafael Cabanzo Hernández, Enrique Mejía

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
			Ospino, José Antonio Henao Martínez, John Deiver Bonilla Jaimes, José Luis Pinto Camargo.
2017	Petrogénesis de venas de cuarzo y cianita en rocas metapelíticas de la formación Silgará, región central del macizo de Santander en los Andes colombianos.	Colombia, Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales ISSN: 0370-3908, 2017 vol:41 fasc: 159 págs: 230.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Luis Carlos Mantilla Figueroa, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón.
2017	Petrology, Geochemistry And Geochronology Of The Arquía Complex´S Metabasites At The Pijao-Génova Sector, Central Cordillera, Colombian Andes.	Colombia, Boletín De Geología ISSN: 0120-0283, 2017 vol:39 fasc: 1 págs: 105 – 126.	Carlos Alberto García Ramírez, Carlos Alberto Ríos Reyes, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón, Luis Carlos Mantilla Figueroa.
2017	Petrogenetic significance of the eclogites from the Arquía Complex on southwestern Pijao, Central Cordillera (Colombia Andes).	Colombia, Dyna ISSN: 0012-7353, 2017 vol:84 fasc: 200 págs: 291 – 301.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón, Carlos Alberto García Ramírez.
2017	Itinerario Geológico De La Franja Costera Entre El Aeropuerto Internacional Simón Bolívar Y La Bahía De Taganga, Provincia Geotectónica De Santa Marta.	Colombia, Boletín De Ciencias De La Tierra ISSN: 0120-3630, 2017 vol:41 fasc: págs: 1 – 12.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Julie Andrea Sáenz Reyes, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón.
2017	Estudio Petrogenético De Las Rocas Metamórficas Del Macizo De Floresta, Cordillera Oriental, Andes Colombianos.	Colombia, Boletín De Geología ISSN: 2145-8553, 2017 vol:39 fasc: 1 págs: 83 – 103.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón, Ricardo Amorocho Parra, Sandra Rocío Manosalva Sánchez, Wilson Naranjo Merchán.
2017	Tipificación de perfiles de meteorización de rocas cristalinas al oriente de Bucaramanga y definición de propiedades hidrogeológicas.	Boletín De Ciencias De La Tierra ISSN: 0120-3630, 2017 vol:41 fasc: n/a págs: 16 – 30.	Juan Diego Colegial Gutiérrez.
2016	Hifomicetos ingoldianos del río Frío (Floridablanca), Santander, Colombia.	Colombia, Biota Colombiana ISSN: 0124-5376, 2016 vol:17 fasc: 2 págs: 1 – 11.	Javier Hernando Jerez Jaimes, Eliana Ximena Narváez Parra.
2016	Lithofacies analysis and depositional environment of the galembo member of la luna formation.	Colombia, Ct Y F - Ciencia, Tecnología Y Futuro ISSN: 0122-5383, 2016 vol:6 fasc: 4 págs: 37 – 56.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Efraín Casadiego Quintero.
2016	Occurrence of chloritoid-bearing metapelitic rocks and their significance in the metamorphism of the Silgará Formation at the Central Santander Massif.	Colombia, Boletín De Ciencias De La Tierra ISSN: 0120-3630, 2016 vol:40 págs: 5 – 15.	Carlos Alberto García Ramírez, Carlos Alberto Ríos Reyes, Oscar, Mauricio Castellanos Alarcón.

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2016	Nuevas evidencias que soportan la escisión de la formación Silgará y propuesta de un nuevo marco estratigráfico para el basamento metamórfico del Macizo de Santander (Cordillera Oriental de Colombia).	Colombia, Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales ISSN: 0370-3908, 2016 vol:40 fasc: 155 págs: 320 – 336.	Luis Carlos Mantilla Figueroa, Carlos Alberto García Ramírez, Víctor Alejandro Valencia.
2016	Occurrence and growth history Of texturally sector- and sigmoidal-zoned garnet in the san Lorenzo schists in the sierra nevada de santa marta massif (Colombia).	Colombia, Boletín De Geología ISSN: 0120-0283, 2016 vol:38 fasc: 3 págs: 71 – 88.	Carlos Alberto Chacón Ávila.
2016	Variaciones en el estilo estructural relacionado con anisotropías de basamento en el Valle Medio del Magdalena.	Colombia, Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales ISSN: 0370-3908, 2016 vol:40 fasc: 155 págs: 312 – 319.	Giovanny Jiménez Díaz, Oscar López, Leonardo Jaimes, Ricardo Mier Umaña.
2016	Propuesta de escisión de la denominada ¿Formación Silgará? (Macizo de Santander, Colombia), a partir de edades U-Pb en circones detríticos.	Colombia, Boletín De Geología ISSN: 0120-0283, 2016 vol:38 fasc: 1 págs: 33 – 47.	Carlos Alberto García Ramírez, Luis Carlos Mantilla Figueroa, Víctor Alejandro Valencia.
2016	Analysis of the influence of the applied voltage and the scan speed in the atomic force microscopy local oxidation technique.	Colombia, Journal Of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2016 vol:687 fasc: N/A págs: 1 – 3.	Carolina Mendoza Luna, Arturo Plata Gómez, Carlos Alberto Chacón Ávila, Zandra Yoana Lizarazo Mejía.
2016	Non-destructive in situ analysis of garnet by combining scanning electron microscopy and X-ray diffraction techniques.	Colombia, Dyna ISSN: 0012-7353, 2016 vol:83 fasc: 195 págs: 84 – 92.	José Antonio Henao Martínez, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón, Carlos Alberto Ríos Reyes, Carolina Mendoza Luna.
2016	Occurrence of a skarn-type mineralogy found in Ciénaga Marbles located in the NW foothills of the Santa Marta Massif (Colombia).	Colombia, DYNA ISSN: 0012-7360, 2016 vol:83 fasc: 196 págs: 69 – 79.	Luis Carlos Mantilla Figueroa, Carlos Alberto Ríos Reyes, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón.
2016	Movement vector sand deformation mechanismsin kinematic restorations: Acasestudy from the Colombian Eastern Cordillera.	Colombia, Technical Papers - Society Of Exploration Geophysicists. International Meeting And Exposition ISSN: 0733-6063, 2016 vol:4 fasc: págs: T31 - T48.	Juan Carvajal Torres.
2016	Occurrence of chloritoid-bearing metapelitic rocks and their significance in the metamorphism of the Silgará Formation at the Central Santander Massif.	Colombia, Boletín De Ciencias De La Tierra ISSN: 0120-3630, 2016 vol:40 fasc: N/A págs: 5 – 15.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón, Carlos Alberto García Ramírez.
2016	Aplicación del método de	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583,	Yesid Paul Goyes Penafiel,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	inversión usando mínimos cuadrados (DIS) para el procesamiento de sondeos eléctricos verticales en Campo Escuela Colorado (Santander).	2016 vol:15 fasc: 2 págs: 125 – 133.	Giovanny Jiménez Díaz, Ricardo Mier Umaña.
2016	Structural analysis of the Zipaquirá Anticline (Eastern Cordillera, Colombia).	Colombia, Boletín De Ciencias De La Tierra ISSN: 0120-3630, 2016 vol:39 fasc: págs: 21 – 32.	Helbert Schneider García Delgado, Giovanny Jiménez Diaz.
2016	Mineralización auro-argentífera hospedada en una brecha hidrotermal en inmediaciones de la Mina La Baja, Distrito Minero de California-Vetas, Santander (Colombia).	Colombia, Bistua Revista De La Facultad De Ciencias Básicas ISSN: 0120-4211, 2016 vol:14 fasc: 2 págs: 58 – 92.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón.
2016	Microstructural characterization of pore types in unconventional gas reservoirs utilizing FEG-SEM: An example from the Galembo Member of the Cretaceous La Luna Formation, Middle Magdalena Valley Basin (Colombia).	Colombia, Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales ISSN: 0370-3908, 2016 vol:40 fasc: 154 págs: 161 – 175.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Efraín Casadiego Quintero, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón.
2016	Coastal landforms caused by deposition and erosion along the shoreline between Punta Brava and Punta Betín, Santa Marta, Colombian Caribbean.	Colombia, Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales ISSN: 0370-3908, 2016 vol:40 fasc: 157 págs: 664 – 682.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Oscar Mauricio Castellanos Alarcón.

Libros

Año	Título del libro y número ISBN	Casa Editorial y Ciudad	Autor(es)
2020	El reloj de la tierra. Paisajes geológicos de Santander Colombia, 2020, ISBN: 978-958-52859- 1-0,	Ed. Division Editorial Y De Publicaciones Uis Universidad Industrial De Santander	Juan Diego Colegial Gutierrez, Luis Carlos Mantilla Figueroa, Luis Enrique Cruz Guevara, Francisco Alberto Velandia Patino, Jairo Clavijo Torres, Jesus Hernando Mendoza Forero, Sait Khurama Velasquez, Mario Garcia Gonzalez, Giovanny Jimenez Diaz, Carlos Alberto Garcia Ramirez, Jorge Eduardo Pinto Valderrama, Carlos Alberto Rios Reyes, Rocio Del Pilar Bernal Olaya, Maria Rosana Baez Rodriguez, Puno Ardila

Año	Título del libro y número ISBN	Casa Editorial y Ciudad	Autor(es)
			Amaya
2019	Herramientas gerenciales efectivas.	Ed. Ediciones Uniguajira.	Dino Carmelo Manco Jaraba, Tatiana Simary Britto González, Natalia Fuentes Molina, Víctor Miguel Pinedo Guerra.
2017	Caracterización petrográfica del yacimiento de caliza presente en el municipio de La Paz.	Ed. Editorial Académica Española.	Dino Carmelo Manco Jaraba, Elías Rojas Martínez.
2016	Geología Urbana de Barrancabermeja.	Ed. Mojica & Asociados Impresores S.A.S.	German Alfonso Reyes Mendoza, Hernán David Flórez Olivares.
2016	Determinación de factores de riesgo ergonómico a nivel de miembro superior en el área administrativa de la Fundación Médico Preventiva en la ciudad de Valledupar – Cesar.	Ed. Editorial Académica Española.	Dino Carmelo Manco Jaraba, Liyaneth Daza Onate, Milena Paola Barros Chica.
2016	Exploración de manifestaciones de cobre, área San Diego.	Ed. Editorial Académica Española.	Dino Carmelo Manco Jaraba, Calixto Raúl Ortega Montero, Elías Rojas Martínez.

Capítulos de Libros

CAPÍTULOS DE LIBROS (Últimos 5 años)				
Año	**Título del Capítulo**	**Título de libro y número ISBN**	**Casa Editorial y Ciudad**	**Autor (Es)**
2017	Los tardígrados (Filo Tardigrada) Puerto Rico, 2014, Biodiversidad de Puerto Rico. Invertebrados.	Biodiversidad de Puerto Rico. ISBN: 978-0-9845498-1-8, págs:420 - 427.	Ed. Coqui.	Javier Hernando Jerez Jaimes.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dirección de trabajos de grado de maestría (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2020	Camilo Alberto Anaya Arias Análisis de la evolución termal y potencial reservorio de las rocas jurásicas en la confluencia del Macizo de Santander y las cuencas Cesar, Valle Medio e Inferior del Magdalena	Francisco Alberto Velandia Patiño
2019	Mayra Alejandra Vargas Escudero Diagénesis de las rocas del Grupo Cogollo presentes en el pozo ANH-CR-Montecarlo-1X, Cuenca Cesar-Ranchería	Carlos Alberto Ríos Reyes.

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2018	Miguel Quirós Gómez. Análisis geofísico para determinar la posible existencia de lixiviados en el costado occidental del relleno sanitario El Carrasco, Bucaramanga.	Francisco Alberto Velandia Patiño.
2018	Luz Adriana Ortíz Orduz. Petrografía, diagénesis y calidad de roca reservorio del Grupo Cachiri y la Formación La Quinta en la Cuenca Cesar-Ranchería. Caso de estudio pozo ANH-CR-Montecarlo-1X.	Carlos Alberto Ríos Reyes.
2018	Mayra Alejandra Vargas Escudero. Diagénesis de las rocas del Grupo Cogollo presentes en el pozo ANH-CR-Montecarlo-1X, Cuenca Cesar-Ranchería.	Carlos Alberto Ríos Reyes.
2018	Luz Adriana Ortiz Orduz. Certificación de estratigrafia fisica y de calidad de los nucleos de perforación recuperados por la ANH en las cuencas valle inferior del Magdalena, Cesar y Ranchería.	Carlos Alberto Ríos Reyes.
2018	Héctor Manuel Galvis Macareo. Distribucion elemental y efecto diagenetico en el potencial de hidrocarburos de la formacion La Luna en la Cuenca Cesar Ranchería.	Carlos Alberto Ríos Reyes.
2017	Jennifer Dayana Estupiñan Gualdrón, María Teresa Ulloque Ardila. Petrografía del neis de Bucaramanga, en el sector de Pamplona Chitagá, macizo de Santander.	Carlos Alberto García Ramírez.
2017	Jesús Leonardo Rincón Jaimes. Maestría en Geofísica: Prospección geoeléctrica para la caracterización hidrogeológica en el área perimetral del casco urbano del municipio de Málaga (Santander).	Carlos Alberto Ríos Reyes.
2016	Luis Fernando Paez Sinuco y Julian Stiven Dueñas Rueda. Estudio petrográfico-estructural de las unidades aflorantes en las inmediaciones de la quebrada La Aguja, Sierra Nevada de Santa Marta.	Carlos Alberto Ríos Reyes.
2016	Lisbeth Jackeline López Salazar. Maestría en química ambiental: Caracterización y reúso de lodos generados en la planta de tratamiento de agua potable del rio algodonal en el municipio de Ocaña.	Luz Yolanda Vargas Fiallo.

INVESTIGACIONES

Terminadas

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Minerología e influencia de las arcillas en el sistema poroso de rocas reservorio del paleógeno de la cuenca del Valle Medio del Magdalena.	UIS	$ 187.030.400	Escuela de Geología.	Carlos Alberto Ríos Reyes.	• Analisis petrografico de secciones delgadas. • Realizar evaluacion del sistema poroso enfocado a categorizar la calidad de roca reservorio.
Colombian porphyry and epithermal sistems.	University of British Columbia	$ 6.507.762.084	Escuela de Geología.	Luis Carlos Mantilla Figueroa.	• Preparacion de muestras. • Imágenes

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
	Gobierno de Canadá Empresas mineras canadienses.				catodoluminiscencia y dataciones.
Proveniencia y máxima, edad estratigráfica del registro sedimentatio paleozoico aflorante en el bloque de pamplon, Macizo de Santander.	UIS	$147.089.600	Escuela de Geología.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Carlos Alberto García Ramírez, Luis Carlos Mantilla Figueroa.	• Revisión del estado el arte sobre el uso de microscopía electrónica de barrido en la caracterización de rocas reservorio de hidrocarburos. • Diseño, construcción e implementación de un dispositivo de preparación de muestras que garantice cortes de 500 micrómetros de forma secuencial en plugs de núcleos. • Diseño e implementación del algoritmo de visualización 3D en MatLab. • Procesamiento 2D de las imágenes y la visualización 3D de distribución mineral y del sistema poroso de las rocas.
Cinemática de sinclinal de Medina.	UIS	$30.000.000	Escuela de Geología.	Jorge Eduardo Pinto. Valderrama, Luis Carlos Mantilla Figueroa.	• Complementación de la cartografía existente en el área de Medina, Cundinamarca. • Establecimiento de rasgos geomorfológicos que permitan el posible trazo de fallas de relvo en profundidad.

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					• Realización de análisis de isótopos cosmogénicos para la determinación de los posibles trazos de falla.
Diseño y construcción de un sistema de visualización tridimensional a partir de imágenes obtenidas por microscopía electrónica de barrido de núcleos de perforación de reservorios de hidrocarburos.	UIS	$117.800.000	Escuela de Geología.	Carlos Alberto Ríos Reyes, Ricardo Mier Umaña.	• Revisión del estado el arte sobre el uso de microscopía electrónica de barrido en la caracterización de rocas reservorio de hidrocarburos. • Diseño, construcción e implementación de un dispositivo de preparación de muestras que garantice cortes de 500 micrómetros de forma secuencial en plugs de núcleos. • Diseño e implementación del algoritmo de visualización 3D en MatLab. • Procesamiento 2D de las imágenes y la visualización 3D de distribución mineral y del sistema poroso de las rocas.
Condiciones y edad de metamorfismo de las metasedimentitas aflorantes en el área del municipio de mogotes (Macizo santander, Colombia).	UIS	$84.912.000	Escuela de Geología.	Carlos Alberto Ríos Reyes.	• Trabajo en campo con muestreo de sitios seleccionados, análisis petrográfico para establecer la composición mineralógica, las texturas, microestructuras y las paragénesis minerales.

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					• Conocer los rasgos químicos, las condiciones P-T mediante el uso de geotermobarometros y el ambiente de depositación. • Integración de los métodos U-Pb en circones detríticos y dataciones Ar-Ar en micas potásicas neoformadas..

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN GEOFÍSICA Y GEOLOGÍA APLICADA (IGGA)

DIRECTOR: Rocío Bernal Olaya.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO:

1. Cambio climático y sociedad
2. Geociencias aplicadas a la diversificación energética
3. Geofísica aplicada y computacional
4. Paleoclimatología
5. Sismología y Sismotectónica

LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (dedicación del profesor a la institución)
Luis Enrique Cruz Guevara.	Doctorado	Tiempo completo
Rocio Del Pilar Bernal Olaya.	Doctorado	Tiempo completo
José David Sanabria Gómez	Doctorado	Tiempo completo

PRODUCCIÓN ACADÉMICA (últimos 5 años):

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2019	Regional transect across the western Caribbean Sea based on integration of geologic, seismic reflection, gravity, and magnetic data.	AAPG Bulletin ISSN: 0149-1423, 2019 vol:15 págs: 303 - 343.	Rocío Del Pilar Bernal Olaya.
2018	Preliminary Feasibility Assessment of the Shallow Seismic Data Pre-stack Migration for the Local Inhomogeneities Location: Analysis of Modeling Data.	Rusia, Vestnik Permskogo Universiteta: Seriâ Geologiâ ISSN: 2313-4798, 2018 vol:17 fasc: 3 págs: 292 – 296.	Yesid Paul Goyes Penafiel.
2018	Seismic refraction modeling using finite difference method and its implications in the understanding of the first arrivals.	Rusia, Vestnik Permskogo Universiteta: Seriâ Geologiâ ISSN: 2313-4798, 2017 vol:3 fasc: 16 págs: 256 – 263.	Yesid Paul Goyes Penafiel, Sait Khurama Velásquez, Giovanny Jiménez Díaz, German Reina Fernández.

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (Es)
2019	Hydraulic fracturing considerations: Insights from	Colombia, Earth Sciences Research Journal ISSN: 1794-6190, 2019 vol:23	Dilan Arturo Martínez Sánchez, Giovanny Jiménez

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (Es)
	analogue models, and its viability in Colombia.	fasc: 1 págs: 5 – 15.	Díaz.
2016	Aplicación del método de inversión usando mínimos cuadrados (dls) para el procesamiento de sondeos eléctricos verticales en Campo Escuela Colorado (Santander) : caso de estudio.	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2016 vol:15 fasc: 2 págs: 17 – 33.	Yesid Paul Goyes Penafiel, Giovanny Jiménez Díaz, Ricardo Mier Umaña.
2016	Variaciones en el estilo estructural relacionado con anisotropias de basamento en el Valle Medio del Magdalena.	Colombia, Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales ISSN: 0370-3908, 2016 vol:40 fasc: 155 págs: 312 – 319.	Giovanny Jiménez Díaz, Ricardo Mier Umaña.
2016	Estudio De La Maduración Termal De Kerógeno En Los Carbones De La Formación Guaduas, Cordillera Oriental (Colombia), Mediante Análisis De Reflectancia De Vitrinita, Pirolisis Rock Eval, Resonancia Magnética Nuclear Y Análisis Proximal.	Boletin De Geologia Publicacion Especial ISSN: 0505-1169, 2016 vol:38 fasc: 2 págs: 1 – 32.	Tania Sarith Palmera Henao.
2016	Análisis multiescala de ciclicidades en registros de pozo a partir de la transformada de ondícula, aplicado al Campo Colorado.	Boletin De Geologia ISSN: 2145-8553, 2016 vol:38 fasc: 2 págs: 101 – 108.	Ricardo Mier Umaña, Luis Enrique Cruz Guevara.
2016	Análisis estratigráfico y cálculo de reservas del Campo Escuela Colorado, VMM, Colombia.	Boletín De Ciencias De La Tierra ISSN: 0120-3630, 2016 vol:N/A fasc: 40 págs: 24 – 31.	Ricardo Mier Umaña, Tania Sarith Palmera Henao, Juan Sebastián Luna Osorio, Leidy Alexandra Delgado Blanco.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dirección de trabajos de grado de maestría (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (es)
2016	Julie Stephanie Sedoya Montilla. Maestría en Geología: Análisis multiescala de ciclicidades en registros de pozo a partir de la transformada de ondícula, aplicando al campo colorado.	Luis Enrique Cruz Guevara, Ricardo Mier Umaña.
2015	Tania Sarith Palmera Henao Caracterización geoquímica y correlación de crudos altamente biodegradados para la identificación de facies generadoras en la cuenca Yarí-Caguán, Colombia	Mario García González
2015	Jael Yanine Pacheco Mendoza Caracterización del sistema petrolífero de las arenas bituminosas en el área de Sogamoso (cordillera oriental de los andes colombianos)	Eliseo Teson Del Hoyo, Mario García González

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (es)
	mediante correlaciones crudo-roca y modelamiento de sistemas petrolíferos.	

INVESTIGACIONES

Terminadas

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Caracterización litológica y condiciones del metamorfismo de la unidad - filitas de San Pedro - (Macizo de Santander, Colombia).	UIS	$35.000.000	Escuela de Geología.	Carlos García, Luis Carlos Mantilla.	• Compilación y análisis de la información geológica desde el punto de vista de la geología local y regional. • Elaboración de una columna lito-estratigráfica generalizada de la unidad Filitas de San Pedro -UFSP para establecer sus límites potenciales y variabilidad composicional. • Realización de estudios de mineralogía, petrografía y geoquímica de variedades litológicas en UFSP, para clasificación composicional y establecimiento de las máximas condiciones del pico metamórfico. • Realización de análisis geocronológicos para precisar la edad del metamorfismo y la máxima edad de depositación de algunos protolitos sedimentarios o

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					volcano-sedimentarios en UFPS.
Proveniencia y máxima edad estratigráfica del registro sedimentario paleozoico aflorante en el bloque de Pamplón, Macizo de Santander.	UIS	$35.000.000	Escuela de Geología.	Carlos García, Luis Carlos Mantilla.	• Estudio de las características mineralógicas-petrográficas mediante microscopía óptica, electrónica y DRX de las litologías siliclásticas de la sección más basal del registro sedimentario paleozoico aflorante en la vía Pamplona-San Bernardo de Bata. • Determinación de la composición química de roca total para establecer los ambientes tectónicos en los cuales tuvo lugar la depositación de los paleo-sedimentos. • Formular un modelo de proveniencia de los paleo-sedimentos estudiados y su relación con la evolución geológica del Macizo de Santander.
Determinación del origen y distribución de acuíferos de los depósitos del abanico aluvial depositado en Mogotes, Santander.	UIS	$654.960.000	Escuela de Geología.	Rocío Bernal Olaya, José David Sanabria Gómez.	• Establecimiento de las facies litológicas que conforman el abanico aluvial de Mogotes. • Determinación del espesor total del abanico para sugerir la localización del ápice. • Medición de propiedades resistivas del depósito para identificar zonas con potencial acuífero.

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					• Integración de información de diferentes métodos geofísicos (gravimetría, GPR, tomografía eléctrica, sísmica de refracción, SEV) para la consolidación de un modelo geológico.

En ejecución

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Electromagnetic & magnetic methods to determine areas of fluid flow at shallow depths in cm volcano.	Society of Exploration Gephysicists		Escuela de Geología.	José David Sanabria, Rocio Bernal Oalya, Angi Aparicio.	• Levantamiento geofísico de adquisición de datos de gravimetría, magnetometría y tomografía de resistividad eléctrica (ERT). • Procesamiento interpretación de datos los adquiridos. • Elaboración de informe final.
Origen y evolución del diapirismo y vulcanismo de lodo en cinturón plegado de Sinu- Colombia.	UIS	$30.000.000	Escuela de Geología	Mario García González, Rocio Bernal Olaya, Francisco Velandia.	• Poner en funcionamiento el porosimetro. • Salida de adquisicion de datos geofisicos a Bayunca, Bolivar. • Establecimiento de las facies litológicas que conforman el abanico aluvial de Mogotes. • Determinación del espesor total del abanico para

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					sugerir la localización del ápice. • Medición de propiedades resistivas del depósito para identificar zonas con potencial acuífero. • Integración de información de diferentes métodos geofísicos (gravimetría, GPR, tomografía eléctrica, sísmica de refracción, SEV) para la consolidación de un modelo geológico.
Análisis geoquímicos, petrográficos y estratigráficos en el marco del proyecto Certificación de Estratigrafía Física y de Calidad de los núcleos de perforación recuperados por la ANH en las cuencas Valle inferior del Magdalena.Cesar y Ranchería.	Agencia Nacional de Hidrocarburos y UIS	$ 9.899.890.000	Escuela de Geología	Luis Carlos Mantilla Figueroa, Mario García González.	• Análisis geoquímicos de 1.100 muestras en donde se analizó: TOC, PIROLISIS ROCK EVAL, Ro, análisis (SARA). • Elaboraciones del gas y análisis petrográficos a 2800 muestras.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN MINERALES, BIOHIDROMETALURGICA Y AMBIENTE (GIMBA)

DIRECTOR: Julio Andrés Pedraza Avella

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO:

1. Procesamiento de minerales metalurgia extractiva y tecnologías sustentables para la industria minero-metalúrgica.
2. Biohidrometalurgia y biotecnología ambiental.
3. Identificación y evaluación de pasivos ambientales minero metalúrgico.
4. Remediación ambiental tratamiento de efluentes y valorización de residuos.
5. Desarrollo y aplicación de materiales avanzados.
6. Electroquímica fundamental y aplicada.
7. Fotocatálisis foto electroquímica y energías renovables.

REDES A LAS QUE PERTENECE EL GRUPO

1. Red Colombiana de Electroquímica

LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (Horas)
Ángel Manuel Meléndez Reyes	Doctorado	Tiempo Completo
Dionicio Antonio Laverde Cataño	Doctorado	Tiempo Completo
Elcy María Córdoba Tuta	Doctorado	Tiempo Completo
Julio Andrés Pedraza Avella	Doctorado	Tiempo Completo
Pedro Luis Delvasto Angarita	Doctorado	Tiempo Completo
Viviana Sánchez Torres	Doctorado	Tiempo Completo
Milton Manrique Gallardo	Doctorado	Medio tiempo

PRODUCCIÓN ACADÉMICA (últimos 5 años):

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2021	Production of a nickel-based catalyst for urea electrooxidation using spent batteries as raw material: Electrochemical	Sustainable Materials and Technologies ISSN: 2214-9937, vol. 29, fasc. N/A, pp. 1 - 13, 2021.	Héctor Rueda, Miguel Arenas, Ronald Vargas Balda, Sergio Ismael Blanco Vásquez, Pedro Luis Delvasto

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	synthesis and implications from a circular economy stand-point		Angarita
2021	Pseudocapacitive Mn-Co mixed oxides obtained by thermal decomposition of manganese hexacyanocobaltate in presence of carbon structures	Electrochimica Acta ISSN: 0013-4686, vol. 380, fasc. N/A, pp. 138218 - 138228, 2021.	Juvencio Vázquez Samperio, Guadalupe Ramírez Campo, Miguel Ángel León Luna, Frank Echeverría, Arely Cano, Agileo Hernández Gordillo, Próspero Acevedo Peña, Edilso Reguera
2021	Growth of cobalt hexacyanoferrate particles through electrodeposition and chemical etching of cobalt precursors on reticulated vitreous carbon foams for Na-ion electrochemical storage	Solid State Sciences ISSN: 1293-2558, vol. 116, fasc. N/A, pp. 106603 - 10661, 2021.	O. Calixto Lozada, Juvencio Vázquez Samperio, Elcy María Córdoba Tuta, Edilson Reguera, Próspero Acevedo Peña
2021	Implementation of strategies to optimize the co-composting of green waste and food waste in developing countries. A case study: Colombia	Environmental Science And Pollution Research ISSN: 1614-7499, vol. 28, fasc. N/A, pp. 24321 - 24327, 2021.	Angélica María Hernández Gómez, Camilo Median, Viviana Sánchez Torres, Edgar Ricardo Oviedo Ocaña
2021	Kinetic Approach by Photocurrent Measurements to the Photoelectrocatalytic Oxidation of an Anionic Surfactant Using an S,N;TiO2/Ti Electrode: Distinguishing Between Direct and Indirect Mechanisms	Topics in Catalysis ISSN: 1022-5528, vol. 64, fasc. 1, pp. 26-35, 2021.	María Inés Jaramillo Gutiérrez, J. S. Velasco Rueda, Julio Andrés Pedraza Avella
2021	Photocatalytic hydrogen production using FeTiO3 concentrates modified by high energy ball milling and the presence of Mg precursors	Topics in Catalysis ISSN: 1022-5528, vol. 64, fasc. N/A, pp. 2 - 16, 2021.	Diana Marcela Cañas Martínez, Sandra Cipagauta Díaz, Milton Manrique Gallardo, José Ricardo Gómez Romero, Julio Andrés Pedraza Avella

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2021	Evaluation of hydrogen metabolism by Escherichia coli strains possessing only a single hydrogenase in the genome	International Journal of Hydrogen Energy ISSN: 0360-3199, vol. 46, fasc. 2, pp. 1728 - 1739, 2021.	Chandra Shekhar, Tomonori Kai, Rodolfo García Contreras, Viviana Sánchez Torres, Toshinari Maeda
2021	On the incorporation of pristine and pre-vitrified alkaline battery waste into non-structural clay bricks	Waste and Biomass Valorization ISSN: 1877-265X, vol. 12, fasc. 7, pp. 3589 - 3604, 2021.	Sergio Luis González Assias, Carlos Clavijo, Sandra Usma, Pedro Luis Delvasto Angarita
2021	Incorporation of fluorescent lamp waste into red-clay bricks: defect formation, physical and mechanical properties	Waste and Biomass Valorization ISSN: 1877-265X, vol. 12, fasc. N/A, pp. 1621 - 1632, 2021.	Sergio Luis González Assias, Franklin Javier Pabón Villamizar, Yaset Nain Cala Rodríguez, Pedro Luis Delvasto Angarita
2020	Ligand field states and defect levels synergism: a close look at the band alignment of 4T1-Mn-CdS/Bi2S3-co-sensitized photoanodes	Thin Solid Films ISSN: 0040-6090, vol. 714, fasc. N/A, pp. 1 - 11, 2020.	Andrés Fabián Gualdrón Reyes, Johan Sebastián Ríos Niño, Ángel Manuel Meléndez Reyes, Jhonatan Rodríguez Pereira, Mario Alejandro Mejía Escobar, Franklin Jaramillo Isaza, Martha Eugenia Niño Gómez
2020	Desing, mathematical modelling, and numerical simulation of a novel tubular photoelectrochemical reactor and experimental validation by residence time distribution and mass transfer coefficients	Chemical Engineering Journal ISSN: 1385-8947, vol. 386, fasc. N/A, pp. 123895 - 123895, 2020.	María Inés Jaramillo Gutiérrez, María I. Carreño Lizcano, Jeferson O. Ruiz Lizarazo, Julio Andrés Pedraza Avella, Eligio P. Rivero, Martín R. Cruz Díaz
2020	Characterization of gallium resistance induced in a Pseudomonas aeruginosa cystic fibrosis isolate	Archives of Microbiology ISSN: 0302-8933, vol. 202, fasc. 3, pp. 617 - 622, 2020.	Arturo Tovar García, Vanesa Angarita, Adrián Cazares, Ricardo Jasso Chávez, Javier Belmont Díaz, Viviana Sánchez Torres, Luis Essau López Jacome, Rafael

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
			Coria Jiménez, Toshinari Maeda, Rodolfo García Contreras
2020	Photoelectrochemical performance of S,N-codoped TiO2 films supported on Ti and their enhanced photoelectrocatalytic activity in the generation of hydroxyl radicals	Journal of the Electrochemical Society ISSN: 0013-4651, vol. 167 (166514), 1-10	María Inés Jaramillo Gutiérrez, Prospero Acevedo Peña, E. Reguera, Martha Eugenia Niño Gómez, Julio Andrés Pedraza Avella
2020	Photoelectrocatalytic phenol oxidation employing nitrogen doped TiO2-rGO films as photoanodes	Catalysis Today ISSN: 0920-5861, vol. 341, pp. 96-103, 2020.	María Isabel Carreño Lizcano, Andrés Fabián Gualdrón Reyes, Vicente Rodríguez González, Julio Andrés Pedraza Avella, Martha Eugenia Niño Gómez
2019	Obtention of a cobalt-bearing coating using spent batteries as raw materials	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1386, fasc. 012015, pp. 1 - 7, 2019.	Edwin Yohany Villamizar Rivera, José Miguel Jiménez Martínez, Sergio Ismael Blanco Vásquez, Pedro Luis Delvasto Angarita
2019	Characterization of the metallic phase and the slag phase obtained during the inertization of the cathodes of spent alkaline batteries using liquid aluminum	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1386, fasc. 012056, pp. 1 - 6, 2019.	Juan Sebastián Molina Silva, Pedro Vera Serna, Pedro Luis Delvasto Angarita
2019	Vitrification of the solid waste obtained from the vacuum crushing of fluorescent lamps: chemical analysis and determination of the chemical stability in water of the vitrified solids	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1386, fasc. 012067, pp. 1 - 6, 2019.	Guillermo Amaya Manjarres, José Miguel Jiménez Martínez, Pedro Luis Delvasto Angarita
2019	Characterization of electricity production and microbial community of food waste-fed microbial	Process Safety And Environmental Protection ISSN: 0957-5820, vol. 125, fasc. N/A pp. 83 - 91, 2019.	Bahareh Asefi, Li Shiue Lin, Henry Andrés Moreno Espinel, Viviana

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	fuel cells		Sánchez Torres, Anyi Hu, Jiangwei Li, Chang Ping Yu
2019	Enhanced visible light photoelectrochemical performance of β-Bi2O3-TiO2/ITO thin films prepared by aqueous sol-gel	Journal of Solid State Electrochemistry ISSN: 1432-8488, vol. 23, fasc. N/A, pp. 1757 - 1765, 2019.	José Luis Ropero Vega, Roberto Jorge Candal, Julio Andrés Pedraza Avella, Martha Eugenia Niño Gómez
2019	An integrated approach to evaluating the effect of associated minerals on copper ammoniacal thiosulfate leaching of a gold-bearing sulfide concentrate	Hydrometallurgy ISSN: 0304-386X, vol. 184, fasc. N/A, pp. 9 - 21, 2019.	José Adrián Tamayo Sepúlveda, Ángel Manuel Meléndez Reyes, Jorge Andrés Calderón Gutiérrez
2019	Photo-oxidative and photo-reductive capabilities of ilmenite-rich black sand concentrates using methyl orange as a probe molecule	Photochemical & Photobiological Sciences ISSN: 1474-905X, vol. 18, fasc. N/A, pp. 912 - 919, 2019.	Diana Marcela Cañas Martínez, Gilles Henri Gauthier, Julio Andrés Pedraza Avella
2018	Synthesis and characterization of Zn/Ni-Co bilayer coatings using the metals recovered from spent household batteries as raw materials	Inglaterra, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1119 fasc: págs: 1 - 6, DOI:10.1088/1742-6596/1119/1/012007	Pedro Luis Delvasto Angarita, Sergio Ismael Blanco Vasquez, Darlyn Daniela Quiroz Fonseca, Johan Sebastian Pinto Gomez
2018	Characterization of a zinc-nickel alloy coating obtained from an electrolytic bath produced with spent batteries as raw materials	Inglaterra, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1119 fasc: págs: 1 - 6, DOI:10.1088/1742-6596/1119/1/012005	Pedro Luis Delvasto Angarita, Sergio Ismael Blanco Vasquez, Darlyn Daniela Quiroz Fonseca, Johan Sebastian Pinto Gomez
2018	Electrolytic recovery of nickel and cobalt as multi-elemental coatings: an option for the recycling of spent Ni-MH batteries	Inglaterra, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2018 vol:1119 fasc: N/A págs: 1 - 6, DOI:10.1088/1742-6596/1119/1/012003	Pedro Luis Delvasto Angarita, Sergio Ismael Blanco Vasquez, Claudia Yineth Vargas Angarita, Jesus Alberto Angarita

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
			Manzano, Julio Cesar Diaz Lopez
2018	Evaluation of a worn out WC-Co-TiAlN cutting tool used in industry	Reino Unido, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1119 fasc: N/A págs: 1 - 5, DOI:10.1088/1742-6596/1119/1/012021	Angel Manuel Melendez Reyes, Sebastian Camilo Marquez Ribero, Maria Alejandra Florez Suarez, Cristian Camilo Viafara Arango
2018	Gold Nanoparticles Formation Mechanism by Photochemical Synthesis	Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2018 vol:64 fasc: págs: 403 - 408, DOI:10.3303/CET1864068	Dionisio Antonio Laverde Catano
2017	N and F codoped TiO2 thin films on stainless steel for photoelectrocatalytic removal of cyanide ions in aqueous solutions	Materials Research ISSN: 1516-1439, 2017 vol:20 fasc: 2 págs: 487 - 495, DOI:	Elcy Maria Cordoba Tuta, Edgar Leonardo Castellanos Leal, Prospero Acevedo Pena, Viviana Raquel Guiza Arguello
2017	Effect of substrate surface treatment on electrochemically assisted photocatalytic activity of N-S co-doped TiO2 films	Reino Unido, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2017 vol:786 fasc: págs: 1 - 7, DOI:10.1088/1742-6596/786/1/012045	Angel Manuel Melendez Reyes, Nayla Julieth Parada Gamboa, Julio Andres Pedraza Avella
2017	Effect of substrate surface treatment on electrochemically assisted photocatalytic activity of N-S co-doped TiO2 films	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2017 vol:786 fasc: N/A págs: 1 - 6, DOI:10.1088/1742-6596/786/1/012045	Nayla Julieth Parada Gamboa, Julio Andres Pedraza Avella, Angel Manuel Melendez Reyes
2017	Effect of pH and chloroauric acid concentration on the geometry of gold nanoparticles obtained by photochemical synthesis	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2017 vol:935 fasc: págs: 1 - 5, DOI:10.1088/1742-6596/935/1/012027	Dionisio Antonio Laverde Catano
2017	Influence of Na+, K+, Mn2+, Fe2+ and Zn2+ ions on the electrodeposition of Ni-Co alloys: Implications for the recycling of Ni-MH batteries	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2017 vol:786 fasc: 1 págs: 012033 - 012033, DOI:doi:10.1088/1742-6596/786/1/012033	Pedro Luis Delvasto Angarita, Raul Orta, Sergio Ismael Blanco Vasquez
2016	Directing photocatalytic	Journal of Sol-Gel Science and Technology	Elcy Maria Cordoba Tuta, Edgar Leonardo

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	and photoelectrocatalytic performance of TiO2 by using TEA and NH4F as doping precursors	ISSN: 1573-4846, 2016 vol:80 fasc: 2 págs: 462 - 473, DOI:https://doi.org/10.1007/s10971-016-4135-8	Castellanos Leal, Prospero Acevedo Pena
2016	Contaminación de suelos por metales pesados debido a la presencia de pilas gastadas	Revista De Investigacion-Caracas ISSN: 0798-0329, 2016 vol:40 fasc: 88 págs: 78 - 104, DOI:	Pedro Luis Delvasto Angarita, Keiber Alberto Marcano Godoy
2016	Processing of spent Ni-MH batteries for the recovery of cobalt, nickel and rare earth elements bearing materials by means of a chemical and electrochemical sequential process	Inglaterra, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2016 vol:687 fasc: págs: 1 - 4, DOI:doi:10.1088/1742-6596/687/1/012107	Pedro Luis Delvasto Angarita, Raul Orta, Sergio Ismael Blanco Vasquez
2016	Directing photocatalytic and photoelectrocatalytic performance of TiO2 by using TEA and NH4F as doping precursors	Journal of Sol-Gel Science and Technology ISSN: 0928-0707, 2016 vol:80 fasc: págs: 462 - 473, DOI:10.1007/s10971-016-4135-8	Elcy Maria Cordoba Tuta
2016	Photoelectrocatalytic hydrogen production from oilfield-produced wastewater in a filter-press reactor using TiO2-based photoanodes	Países Bajos, Catalysis Today ISSN: 0920-5861, 2016 vol:266 fasc: N/A págs: 17 - 26, DOI:	Julio Andres Pedraza Avella, Maria Ines Jaramillo Gutierrez, Martha Eugenia Nino Gomez
2016	Photoelectrocatalytic hydrogen production from oilfield-produced wastewater in a filter-press reactor using TiO2-based photoanodes	Catalysis Today ISSN: 0920-5861, 2016 vol:36	Maria Inés Jaramillo Gutierrez

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2020	Defosforización de minerales de hierro a través de lixiviación	UIS Ingenierías ISSN: 2145-8456, vol. 19, fasc. 2, pp. 51 - 58, 2020.	María Alejandra Molina, Pedro Luis Delvasto Angarita, Antonio Ballester

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	ácida en medio estático		
2020	Espumas de vidrio y recubrimientos poliméricos a base de butiral de polivinilo obtenidos a partir de desechos de vidrio laminado y cenizas volantes	Revista Colombiana de Materiales, 2256-1013, 15, 43-50	Cristian Rodríguez, Ángel Manuel Meléndez
2018	Caracterización de los compuestos químicos obtenidos al emplear ácido acético como agente lixiviante en el tratamiento hidrometalúrgico de pilas Ni-MH desechadas.	Colombia, Produccion y Limpia ISSN: 1909-0455, 2018 vol:13 fasc: págs: 19 - 29, DOI:10.22507/pml.v13n1a2	Pedro Luis Delvasto Angarita, Antonio Zambrano, Jeaniscar Valentina Diaz Salaverria
2017	Study of the calcination process of two limonitic iron ores between 250 °C and 950 °C	Colombia, Revista Facultad De Ingeniería ISSN: 0121-1129, 2017, vol:26 fasc: págs: 33 – 45, **DOI:**https://doi.org/10.19053/ 01211129.v26.n45.2017.6053	Pedro Luis Delvasto Angarita, Julio Andres Casal Ramos, Cristina Pereyra Zerpa, Lisbeth Longa Avello

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dirección de tesis de doctorado (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2021	Kevin Leandro Rosas Barrera. Tesis concluida Doctorado en Ingeniería Química. Modificación superficial de nanoestructuras de dióxido de titanio y hematita para aplicaciones de conversión de energía	Julio Andrés Pedraza Avella, Próspero Acevedo Peña
2019	María Inés Jaramillo Gutiérrez. Tesis concluida Doctorado en Ingeniería Química. Modelado de un reactor fotoelectroquímico tubular, basado en los fenómenos interfaciales y de transporte, para el tratamiento de agua de producción proveniente de recobro químico.	Julio Andrés Pedraza Avella, Martha Eugenia Niño Gómez
2018	Andrés Fabián Gualdrón Reyes. Tesis concluida Doctorado en Química. Improvement of photovotaic conversion efficiency by using cadmium chalcogenides quantum dot-sensitized boron doped TiO2	Martha Eugenia Niño Gómez, Ángel Manuel Meléndez Reyes

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
	nanotubes based electrodes.	
2016	José Luis Ropero Vega. Tesis concluida Doctorado en Química. Efecto de las propiedades fotoeléctricas de películas semiconductoras de óxidos mixtos de Bi-Nb-M-O (M = Al, Fe, Ga, In) en la producción de hidrógeno por fotoelectrólisis de soluciones acuosas de fenol	Martha Eugenia Nino Gómez, Julio Andrés Pedraza Avella, Roberto Jorge Candal

Dirección de trabajos de grado de maestría (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2021	Julián René Cobos Suárez. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Efecto de nanopartículas de oro y nanoestructuras de carbono sobre la respuesta electroquímica de biosensores para la detección de ADN.	José Luis Ropero Vega, Viviana Sánchez Torres, Julio Andrés Pedraza Avella
2020	Angélica María Hernández Gómez. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Civil. Alternativas biotecnológicas para el mejoramiento del proceso y la calidad del producto del co-compostaje de residuos verdes y residuos de alimentos.	Edgar Ricardo Oviedo Ocaña, Viviana Sánchez Torres
2020	Astrid Carolina Plata Valdivieso. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Diseño y evaluación de un proceso de electrocoagulación en continuo para el tratamiento de agua de producción proveniente de recobro químico.	Julio Andrés Pedraza Avella, María Inés Jaramillo Gutiérrez
2020	Jeferson Owaldo Ruiz Lizarazo. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería de Materiales. Simulación del efecto de las propiedades fotoelectroquímicas del material anódico sobre la distribución de densidad de corriente en un reactor tubular de flujo continuo.	Julio Andrés Pedraza Avella, María Inés Jaramillo Gutiérrez, Eligio Pastor Rivero Martínez
2019	Jorge Alberto Albarracín Arias. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Electricity generation in microbial fuel cells from palm oil mill effluent using indigenous electrogenic bacteria.	Viviana Sánchez Torres, Julio Andrés Pedraza Avella
2019	Diego Oswaldo Pérez Acevedo. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Ambiental. Diseño de un proceso de recuperación de metales preciosos a partir de residuos de placas electrónicas de celulares.	Julio Elías Pedraza, Julio Andrés Pedraza Avella
2019	Silvia Fernanda Rojas Vargas. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Oxidación fotoelectrocatalítica de aguas contaminadas con sulfuros empleando fotoánodos de Bi2S3-Bi2O3 bajo radiación de Uv-Vis.	Martha Eugenia Niño Gómez, Julio Andrés Pedraza Avella
2019	Jacobo Andrés Bustamante. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería de Materiales. Electrodeposición de aleaciones de Ni, Co y codepósitos de Lantano a partir de soluciones sintéticas semejantes a los lixiviados de baterías NI-MH gastadas.	Ángel Manuel Meléndez Reyes, Pedro Luis Delvasto Angarita

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2019	Juan Diego Carvajalino Olave. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Evaluación experimental y simulación de una celda de combustible microbiana tipo sedimento.	Viviana Sánchez Torres, Omar José Guerra Fernández
2019	Diana Marcela Jaimes Campos. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Estudio de factibilidad técnica de la desestabilización electroquímica de microemulsiones provenientes de recobro químico.	Julio Andrés Pedraza Avella, Ronald Alfonso Mercado Ojeda, Próspero Acevedo Peña
2018	Angelica Maria Hernandez Gomez Maestría en Ingeniería Civil: Evaluación del efecto del compostaje en dos etapas y la adición de un inóculo compuesto en el co-compostaje de residuos verdes y residuos de alimentos.	Edgar Ricardo Oviedo Ocana, Viviana Sanchez Torre
2018	Tania Isabel García Manzano Maestría en Ingeniería Química: Efecto de la molienda de alta energía en medio ácido sobre la actividad fotocatalítica de concentrados de ilmenita en la degradación de cianuro.	Julio Andres Pedraza Avella, Diana Marcela Canas Martinez, José Antonio Henao Martinez
2017	Ingrid Natalia Sequeda Maestría En Química: Oxidación fotoelectrocatalítica de glicerol con luz visible usando nanotubos de TiO2 sensibilizados con CoFe2O4-óxido de grafeno	Ángel Manuel Meléndez Reyes, Martha Eugenia Niño Gómez
2017	Julieth Alexandra Suesca Maestría En Química: Nanotubos de dióxido de titanio codopados con nitrógeno y boro (N,B-NT-TiO2/Ti) para la oxidación fotoelectrocatalítica de fenol con luz visible.	Martha Eugenia Niño Gómez
2016	Juan Carlos Cardozo Gualdrón Maestría en Ingeniería Química: Evaluación de la estabilidad y fotoactividad de S-TiO2 soportado sobre mallas metálicas para la degradación del surfactante Shell Enordet O242 presente en aguas de producción de petróleo utilizando un reactor tubular y luz visible	Martha Eugenia Niño Gómez, Julio Andrés Pedraza Avella

INVESTIGACIONES

En ejecución

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Acuerdo de Cooperación Área Tecnológica Tecnologías Limpias 013	ECOPETROL	$40.000.000	Escuela de Ingeniería Química	Julio Andres Pedraza Avella	1 participación en 1 evento internacional, 3 participaciones en eventos

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					internacionales en modalidad de poster Internacionales, 2 propuestas de trabajos de maestría, 2 propuestas de tesis de Doctorado aprobadas, 1 producto tecnológico: "Prowater II"
Acuerdo de Cooperación Área Tecnológica Tecnologías Limpias 020	ECOPETROL	$5.854.166.918	Escuela de Ingeniería Química	Julio Andres Pedraza Avella	2 Propuestas de maestría apobadas. Ejecución de 2 tesis de doctorado. Participación en 2 eventos internacionales. recobro químico. Capacitación en técnicas electroquímicas. Realización de 2 pasantías internacionaes por parte de 2 estudiantes de doctorado.
Desarrollo de nuevos materiales semiconductores de TiO2 como fotoánodos para aplicaciones fotoelectroquímicas	Colciencias y UIS	$633.815.000	Escuela de Ingeniería Química	*Martha Eugenia Niño Gómez *Julio Andrés Pedraza Avella	2 Artículos de investigación, 2 tesis de maestrías, 1 tesis de doctorado

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Titanatos de hierro (FexTiyOz) para la degradación fotocatalítica del cianuro de los efluentes de la minería de oro	Fundación para la Promoción de la Investigación y la Tecnología - Banco de la República	$18.000.000	Escuela de Ingeniería Química	Julio Andrés Pedraza Avella	Artículo de investigación, 1 tesis de pregrado
Nanomateriales avanzados obtenidos a partir de arenas negras colombianas para conversión de energía y remediación ambiental	Colciencias	$199.859.307	Escuela de Ingeniería Química	Jose Antonio Henao Martinez	2 Artículos de investigación, vinculación de 1 estudiante de doctorado, 1 tesis de maestría, 3 tesis de pregrado
Evaluación de agentes lixiviantes basados en ácidos carboxílicos que permitan la separación selectiva del níquel y del cadmio, con el objeto de diseñar procesos hidrometalúrgicos más sustentables y aplicables en Colombia para el reciclaje de pilas y baterías desechadas	Universidad Industrial de Santander	$25.000.000	Escuela de Ingeniería Química	Pedro Luis Delvasto Angarita	Presentar 7 tesis de grado, 1 plan de tesis, tres articulos y 4 ponencias.

Terminadas

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Lixiviación selectiva de arsénico y antimonio de sulfosales de plata, en especímenes naturales y sintéticos para aumentar la extracción de plata	Universidad Industrial de Santander	$ 20.000.000	Escuela de Ingeniería Química	Angel Manuel Melendez Reyes	Presentar 2 tesis de grado, tres articulos, dos ponencias, una actividad de divulgacion y una propuesta externa
Acuerdo de Cooperación Área Tecnológica Tecnologías Limpias 004	ECOPETROL y HUIS	$834.261.135	Escuela de Ingeniería Química	Julio Andres Pedraza Avella	Participación en 2 eventos internacionales, contrucción de un producto tecnológico: "Prowater ".Cuatro (4) Trabajo en tesis de pregrado (2) y doctoral (2) Título de la Tesis Programa Académico Estudiante - Autor(es) de la Tesis Profesor Director de la Tesis Codirector de la Tesis
Síntesis de nanotubos de TiO2 mediante la anodización de láminas de titanio y aleaciones TIAl-V y su evaluación fotocatalítica en la degradación de contaminantes emergentes	Universidad Industrial de Santander	$148.255.076	Escuela de Ingeniería Química	*Julio Andrés Pedraza Avella *Gille Henry Gauthier	Presentar un tesis de grado.

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Estudio de factibilidad técnica del tratamiento fotoelectrocatalítico de aguas de producción provenientes del recobro químico de petróleo	Universidad Industrial de Santander	$174.600.000	Escuela de Ingeniería Química	Julio Andrés Pedraza Avella	Presentar un artículo, siete ponencias, una actividad de divulgación y una propuesta externa

CENTRO DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN INDUSTRIA Y ENERGÍA (CIDES)

DIRECTOR: Viatcheslav Victorovich Kafarov.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO

1. Elaboración de fundamentos teóricos y experimentales para el desarrollo sostenible de procesos industriales y producción de energía.
2. Desarrollo y evaluación de la sostenibilidad de aplicaciones de energías renovables para sistemas de generación de energía para electrificación rural.
3. Desarrollo, análisis exegético y de ciclo de vida de los biocombustibles líquidos de primera, segunda, tercera generación y co-productos.
4. Desarrollo y diseño de sistemas acumuladores solares térmicos de baja, media y alta temperatura para generación de energía eléctrica y térmica para diversas aplicaciones.
5. Desarrollo de materiales de cambio de fase con enfoque a materias primas renovables autóctonas para uso en sistemas acumuladores solares y sistemas de control de clima en ambientes cerrados.
6. Utilización de biomasa sólida para la producción de energía.
7. Micro-algas para biocombustibles y productos de alto valor agregado.
8. Evaluación de eco-eficiencia de procesos industriales.

REDES A LA QUE PERTENECE EL GRUPO

1. Red Colombiana de Conocimiento en Eficiencia Energética
2. Red Colombiana de Biotecnología Algal y Ficología
3. Semillero en Prospectiva Energética de Colombia

LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (horas)
Crisóstomo Barajas Ferreira	Maestría	Tiempo Completo
Ramiro Martínez Rey	Doctorado	Tiempo Completo
Viatcheslav Victorovich Kafarov	Doctorado	Tiempo Completo

PRODUCCIÓN ACADÉMICA: (últimos 5 años)

Artículos en revistas internacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, Volumen, etc	Autor(es)
2021	Soft computing tool for aiding the integration of hybrid sustainable renewable energy	Renewable Energy ISSN: 0960-1481, vol. 174, fasc. N/A, pp. 616 - 634, 2021.	Ana María Rosso Cerón, Daniel Felipe León Cardona, Viatcheslav Kafarov

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, Volumen, etc	Autor(es)
	systems, case of Putumayo, Colombia		
2021	Study of Early P91 Dual Corrosion in Steam and Simulated Combustion Gases from a Gas-Fired Boiler	Journal of Materials Research and Technology ISSN: 2238-7854, vol. 13, fasc. N/A, pp. 271 – 282, 2021.	Aníbal Alviz Meza, Adam Duong, Juan Orozco Agamez, Viatcheslav Kafarov, Yulineth Cárdenas Escorcia, Gaylord Carrillo Caballero, Darío Yesid Peña Ballesteros
2020	Simultaneous sulfidation/oxidation of a ferritic steel under a simulated mixture of flue gas from an oil refinery	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1708, fasc. N/A, pp. 1 - 7, 2020.	Aníbal Alviz Meza, Viatcheslav Kafarov, Yulineth del Carmen Cárdenas Escorcia, Darío Yesid Pena Ballesteros
2020	Energy and water optimization of an integrated bioethanol production process from molasses and sugarcane bagasse: a Colombian case	Fuel ISSN: 0016-2361, vol. 260, fasc. N/A, pp. 1 - 10, 2020.	Claudia Marcela Valderrama Ríos, Viviana Quintero Dallos, Viatcheslav Kafarov
2019	Bioconversion of post-culture wastewater from farm fisheries for the production of high-value algal biomass	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1388, fasc. N/A, pp. 1 - 7, 2019.	Lorainis Paola Gámez Ortiz, María Johana González Soto, Michael Edgardo Pérez Roa, Janet Bibiana García Martínez, Néstor Andrés Urbina Suarez, Claudia Elizabeth Díaz Castañeda,
2019	Effects of corrosion on the microstructure, hardness, and microhardness of ASTM A335 P92 steel	Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, vol. 76, fasc. N/A, pp. 511 - 516, 2019.	Juan Carlos Orozco Agamez, Viatcheslav Kafarov, Darío Yesid Peña Ballesteros
2019	A novel hybrid approach based on fuzzy multi-criteria decision-making tools for assessing sustainable alternatives of power generation in San Andrés Island	Renewable & Sustainable Energy Reviews ISSN: 1364-0321, vol. 110, pp. 159 - 173, 2019.	Ana María Rosso Cerón, Viatcheslav Kafarov, Gerardo Latorre Bayona, Ricardo Quijano Hurtado,
2019	Yttrium oxide evaluation as coating to reduce the corrosion velocity in industrial equipment working under combustion environments. Case study:	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1386, fasc. N/A, pp. 1 - 7, 2019.	Aníbal Alviz Meza, Wencel José de la Cruz Hernández, Viatcheslav Kafarov, Yenny Patricia Ostos Rodríguez, Darío Yesid Peña Ballesteros

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, Volumen, etc	Autor(es)
	Ferritic 9Cr-1Mo steel		
2019	Fisheries wastewater as a sustainable media for the production of algae-based products	Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, vol. 76, fasc. N/A, pp. 1339 - 1344, 2019.	Janet Bibiana García Martínez, Néstor Andrés Urbina Suarez, Antonio Zuorro, Andrés Fernando Barajas Solano, Viatcheslav Kafarov
2018	Application of Free Software (GNOME) for Simulation of Oil Spills Trajectories in a Sector of Magdalena River (Colombia)	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2018 vol:70 fasc: N/A págs: 1171 - 1176, DOI:10.3303/CET1870196	Viatcheslav Kafarov, Crisostomo Barajas Ferreira, Diana Marcela Ibarra Mojica
2018	Evaluation of Corrosion Damage Obtained During the Combustion Process in a Boiler. Case Study: Ferritic Steel ASTM A335 P91	Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2018 vol:70 fasc: N/A págs: 1093 - 1098, DOI:10.3303/CET1870183	Anibal Alviz Meza, Dario Yesid Pena Ballesteros, Viatcheslav Kafarov
2018	Study of Continuous Corrosion on ASTM A335 P91 Steel in an Environment of CO2-O2-N2-H2O Derived from the Theoretical Combustion Products of a Mixture of Refining Gases at High Temperatures	Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2018 vol:70 fasc: N/A págs: 1069 - 1074, DOI:10.3303/CET1870179	Dario Yesid Pena Ballesteros, Anibal Alviz Meza, Viatcheslav Kafarov, Javier Alberto Sanabria Cala
2018	Evaluation of Cyclic Corrosion on ASTM A335 P92 Steel Exposed to a Combustion Atmosphere in a Horizontal Boiler	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2018 vol:67 fasc: N/A págs: 13 - 18, DOI:10.3303/CET1867003	Viatcheslav Kafarov, Anibal Alviz Meza, Dario Yesid Pena Ballesteros, Juan Carlos Orozco Agamez
2018	3D CFD Simulation of Combustion in Furnaces Using Mixture Gases with Variable Composition	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2018 vol:70 fasc: N/A págs: 121 - 126, DOI:10.3303/CET1870021	Viatcheslav Kafarov, Sergio Andres Morales Restrepo, Daniel Ricardo Barragan Noriega
2018	Exergetic Analysis of Combustion Processes of Variable Mixtures of Refinery Residual Gas: Effect of Propane	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2018 vol:70 fasc: N/A págs: 1183 - 1188, DOI:10.3303/CET1870198	Viatcheslav Kafarov, Sergio Andres Morales Restrepo, Daniel Ricardo Barragan Noriega
2018	Assessment of access to electricity and the health, education and agricultural	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2018 vol:70 fasc: N/A	Viatcheslav Kafarov, Ana Maria Rosso Ceron, Andres Felipe Leon Esteban, Isaac

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, Volumen, etc	Autor(es)
	productivity effects in rural areas of Colombia	págs: 1219 - 1224, DOI:10.3303/CET1870204	Guerrero Rincon, Alexandra Cortes Aguilar, Maria Mercedes Duarte Mantilla
2018	Analysis of labour market needs for engineers with enhanced knowledge in renewable energy in some European and Latin-American Countries	Energy Procedia ISSN: 1876-6102, 2018 vol:158 fasc: N/A págs: 1135 - 1140, DOI:10.1016/j.egypro.2019.01.279	Viatcheslav Kafarov
2018	Design of an Electroflotation System for the Concentration and Harvesting of Freshwater Microalgae	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2018 vol:64 fasc: N/A págs: 1 - 6, DOI: DOI:10.3303/CET1864001	Anet Bibiana Garcia Martinez, Crisostomo Barajas Ferreira, Andres Fernando Barajas Solano, Miguel Angel Castellanos Estupinan
2018	Production of Chlorella Vulgaris Biomass on Uv-treated Wastewater as an Alternative for Environmental Sustainability on High-mountain Fisheries	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2018 vol:64 fasc: N/A págs: 517 - 522, DOI:10.3303/CET1864087	Crisostomo Barajas Ferreira, Janet Bibiana Garcia Martinez, Andres Fernando Barajas Solano
2018	Development of a Selective Method for Metabolites Extraction from Microalgae Biomass	India, Indian Journal of Science and Technology ISSN: 0974-6846, 2018 vol:11 fasc: 7 págs: 1 - 18, DOI:10.17485/ijst/2018/v11i7/121076	Andres Fernando Barajas Solano, Crisostomo Barajas Ferreira, Paola Andrea Sanguino Barajas, Nestor Andres Urbina Suarez, Angel Dario Gonzalez Delgado
2018	Methodology for the Life Cycle Assessment (LCA) in Combustion Processes Where the Fuel is Pelleted Agricultural Biomass	Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2018 vol:64 fasc: N/A págs: 427 - 432, DOI:10.3303/CET1864072	Yurley Paola Villabona Duran, Viatcheslav Kafarov
2017	Study of the continuous corrosion in an oxidation environment derived from the theoretical combustion products in a refinery. Case study: Ferritic steel ASTM A335 P91	, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, 2017 vol:935 fasc: N/A págs: 1 - 7, DOI:10.1088/1742-6596/935/1/012057	Anibal Alviz Meza, Dario Yesid Pena Ballesteros, Viatcheslav Kafarov
2017	Study of corrosive behavior of ASTM A335 P92 steel exposed to simulated refinery environments	Estados Unidos, Journal Of Material Science & Engineering ISSN: 2169-0022, 2017 vol:6 fasc: págs:	Juan Carlos Orozco Agamez, Anibal Alviz Meza, Viatcheslav Kafarov, Dario Yesid Pena Ballesteros

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, Volumen, etc	Autor(es)
		57 - 57, DOI:10.4172/2169-0022-C1-089	
2017	Evaluation of two pre-treatments for improving lipid extraction from microalgae Navicula sp.	Bulgaria, Contemporary Engineering Sciences ISSN: 1314-7641, 2017 vol:10 fasc: 18 págs: 851 - 859, DOI:https://doi.org/10.12988/ces.2017.78792	Janet Bibiana Garcia Martinez, Angel Dario Gonzalez Delgado, Yeimmy Yolima Peralta Ruiz
2017	Methodology for Evaluation of Corrosion Damage During Combustion Process in Refinery and Petrochemical Industry. Case Study: AISI 304 and ASTM A335 P5 Steels	Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2017 vol:61 fasc: N/A págs: 1315 - 1320, DOI:10.3303/CET1761217	Anibal Alviz Meza, Viatcheslav Kafarov, Lourdes Isabel Merino Stand
2017	Chemical Characterization of Polar Species in Colombian Vacuum Residue and its Supercritical Fluid Extraction Subfractions Using Electrospray Ionization FT-ICR Mass Spectrometry	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2017 vol:57 fasc: N/A págs: 1603 - 1608, DOI:10.3303/CET1757268	Juan Pablo Arenas Diaz, Diana Catalina Palacio Lozano, Claudia Ximena Ramirez Novoa, Rafael Cabanzo Hernandez, Alexander Guzman Monsalve, Enrique Mejia Ospino
2017	Potential Assessment of Renewable Energy Sources in Non-interconnected Zones of Colombia, Using Geographic Information System - Arcgis: Study of Cases	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2017 vol:57 fasc: págs: 1567 - 1572, DOI:DOI: 10.3303/CET1757262	Ana Maria Rosso Ceron, Kafarov Viatcheslav
2017	Molecular Representation of Molecular Distillation Cuts of Vacuum Residue by Spectrometry Ultra-High Resolution and Conventional Analytic	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2017 vol:57 fasc: N/A págs: 1069 - 1074, **DOI:**10.3303/CET1757179	Claudia Ximena Ramirez Novoa, Juan Esteban Torres Macias, Viatcheslav Kafarov, Diana Catalina Palacio Lozano, Juan Pablo Arenas Diaz, Alexander Guzman Monsalve, Enrique Mejia Ospino

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, Volumen, etc	Autor(es)
2017	Chemical Characterization of Polar Species in Colombian Vacuum Residue and its Supercritical Fluid Extraction Subfractions Using Electrospray Ionization FT-ICR Mass Spectrometry	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2017 vol:57 fasc: N/A págs: 1603 - 1608, **DOI:**10.3303/CET1757268	Juan Pablo Arenas Diaz, Diana Catalina Palacio Lozano, Claudia Ximena Ramirez Novoa, Rafael Cabanzo Hernandez, Alexander Guzman Monsalve, Enrique Mejia Ospino
2017	Potential Assessment of Renewable Energy Sources in Non-interconnected Zones of Colombia, Using Geographic Information System - Arcgis: Study of Cases	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2017 vol:57 fasc: págs: 1567 - 1572, **DOI:**DOI: 10.3303/CET1757262	Ana Maria Rosso Ceron, Kafarov Viatcheslav
2017	A Fuzzy Logic Decision Support System for Assessing Sustainable Alternative for Power Generation in NonInterconnected Areas of Colombia- Case of Study	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2017 vol:57 fasc: págs: 421 - 426, **DOI:**10.3303/CET1757071	Ana Maria Rosso Ceron, Gerardo Latorre Bayona, Kafarov Viatcheslav
2017	Analysis of the Behaviour of Oil Spills in a Sector of the Magdalena River (Colombia)	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 2283-9216, 2017 vol:57 fasc: N/A págs: 349 - 354, **DOI:**10.3303/CET1757059	Diana Marcela Ibarra Mojica, Crisostomo Barajas Ferreira, Viatcheslav Kafarov
2016	Assessment of Power Generation Alternatives Through a Fuzzy Multiobjective Mixed Integer Long-Term Planning Model: Case Study of Non-Interconnected Areas of Colombia	Italia, Chemical Engineering Transactions ISSN: 1974-9791, 2016 vol:52 fasc: págs: 79 - 84, **DOI:**10.3303/CET1652014	Ana Maria Rosso Ceron, Kafarov Viatcheslav, Gerardo Latorre Bayona, Yoe Alexander Herrera Jaramillo

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, Volumen, etc	Autor(es)
2019	Environmental sensitivity index for oil spills in colombian rivers (ESI-R): application for the Magdalena river	CT y F – Ciencia, Tecnología y Futuro ISSN: 0122-5383, vol. 9, fasc. N/A, pp. 83 - 91, 2019.	Diego Luis Gil Agudelo, Diana Marcela Ibarra Mojica, Ana María Guevara Vargas, Ramón Nieto Bernal, Marlon Serrano Gómez, Erich R. Gundlach, Darío Miranda Rodríguez,
2017	Efecto de la glicerina residual en la deposición de metabolitos para la chlorella vulgaris utex 1803, mediante técnicas de inmovilización	Revista Iteckne ISSN: 1692-1798, vol. 14, fasc. 1, pp. 17 - 23, 2017.	Ana María Ardila Álvarez, Viviana Quintero Dallos, Vanessa Edith Blanco Suárez, Susan Stepahny Villamizar Sánchez, Andrés Fernando Barajas Solano, Crisóstomo Barajas Ferreira

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dirección de tesis de doctorado (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director(es)
2019	Aníbal Alviz Meza. Tesis concluida Doctorado en Ingeniería Química. Evaluación de la corrosión continua del acero ASTM a 335 P91 en una atmosfera de combustión típica de un horno de refinería a altas temperaturas.	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Darío Yesid Peña Ballesteros, Francisco Javier Pérez Trujillo
2018	Claudia Ximena Ramírez Novoa. Tesis concluida Doctorado en Ingeniería Química. Reconstrucción molecular de fondos de vacío de las fracciones de destilación molecular (DM), en condiciones de craqueo térmico y adición de hidrogeno por medio FT-ICR-MS y analítica complementaria.	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Alexander Guzmán Monsalve
2018	Viviana Quintero Dallos. Tesis concluida Doctorado en Ingeniería Química. Modelamiento, integración y evaluación exergética de producción conjunta de bioetanol de primera, segunda y tercera generación a partir de caña de azúcar y biomasa de microalgas.	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Liliana Cristina Hernández

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director(es)
2017	Diego Armando Martínez Merlano. Trabajo de grado concluido Doctorado en Ingeniería Química. Evaluación de la sostenibilidad de tecnologías emergentes de producción de biocombustibles en Colombia aplicando criterios técnicos, ambientales y económico.	Viatcheslav Victorovich Kafarov
2017	Ana María Rosso Cerón. Tesis concluida Doctorado en Ingeniería Química. Diseño y aplicación de una metodología basada en lógica difusa para la selección de alternativas sostenibles de generación eléctrica en zonas no interconectadas de Colombia.	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Gerardo Latorre Bayona, Ricardo Quijano Hurtado
2017	Neila Milena Mantilla Barbosa. Tesis concluida Doctorado en Ingeniería Química. Desarrollo de un método de pretratamiento termomecánico continuo con ácido sulfúrico diluido para la producción de etanol lignocelulósico a partir de bagazo de caña de azúcar.	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Edgar Fernando Castillo Monroy, Laura Liliana Garzón Fuentes
2016	Andrés Fernando Barajas Solano. Tesis concluida Doctorado en Ingeniería Química. Diseño conceptual de un sistema de producción de la microalga Botryococcus braunii en fotobioreactores como materia prima para la producción de biocombustibles de tercera generación.	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Alexander Guzmán Monsalve
2016	Diana Paola Duarte Duarte. Tesis concluida Doctorado en Ingeniería Química. Study of the reactivity of 5 hydroxymethylfurfural with hydrogen in the presence of supported transition metal catalysts in aqueous medium.	Ramiro Martínez Rey, Luis Javier Hoyos Marín

Dirección de tesis de grado de maestría (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director(es)
2020	Daniel Ricardo Barragán Noriega. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Análisis termo-económico de procesos de combustión de mezclas de gases residuales de refinería.	Viatcheslav Victorovich Kafarov
2019	Edwin Antonio Ortiz Higuera. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR) el santuario Piedecuesta- Santander.	Crisóstomo Barajas Ferreira
2019	Juan Carlos Orozco Agamez. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Estudio de la corrosión isotérmica en ambientes simulados de refinería: oxidación, oxidación-carburización y oxidación-nitridación, considerando el efecto de vapor de agua sobre el acero	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Darío Yesid Peña Ballesteros, Aníbal Alviz Meza

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director(es)
	ASTM a335 p92 a altas temperaturas.	
2019	Johny Leonardo Jerez Barajas. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Diseño de un nuevo esquema de refinación para aumentar la conversión global de la GRB.	Crisóstomo Barajas Ferreira, David de Jesús Pérez Martínez
2019	José de Dios Botello García. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Planteamiento de un sistema de dilución y remoción de lodos en el tanque de almacenamiento K-808 de la Refinería de Barrancabermeja.	Crisóstomo Barajas Ferreira
2019	Juan David Monroy Ávila. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Síntesis de poliglicerol funcionalizado con el agente cationizante cloruro de (3-cloro-2-hidroxipropil) trimetilamonio a partir de glicerol vía microondas.	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Gustavo Emilio Ramírez Caballero, Andrea Juliana Garzón Sanabria
2019	Yurley Paola Villabona Duran. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Evaluación de la eco-eficiencia del proceso de combustión de biocombustibles de tamo de arroz y rastrojo de maíz.	Viacheslav Victorovich Kafarov, Karina Angélica Ojeda
2019	Sergio Andrés Morales Restrepo. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Estudio del efecto de la variabilidad del poder calorífico de las mezclas de gases en la combustión en hornos de refinería mediante Dinámica de Fluidos Computacional (CDF).	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Fabián Andrey Díaz Mateus, Helver Crispiniano Álvarez Castro
2018	Luis Carlos Fonseca Herreño. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Síntesis de poliglicerol funcionalizado con glicina para el desarrollo de un agente floculante de la biomasa de microalgas Chlorella vulgaris.	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Gustavo Emilio Ramírez Caballero
2018	Andrés Felipe León Esteban. Trabajo de grado concluido Maestría en Economía y Desarrollo. La energización como determinante de la calidad de vida en áreas rurales dispersas de Colombia.	Isaac Guerrero Rincón, Viatcheslav Victorovich Kafarov
2017	Yennsy Davian Ravelo Espíndola. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Evaluación tecnicoeconómica para realizar hidrocraqueo a una mezcla de gasóleo y aceite liviano de ciclo en la planta Unibon para producir diésel de bajo azufre en la refinería de Barrancabermeja, Ecopetrol S.A.	Crisóstomo Barajas Ferreira
2017	Leonardo Londoño Galvis. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Evaluación integral de esquemas operativos para el incremento de la concentración de Propileno Grado Refinería (PGR) de la Refinería Barrancabermeja.	Crisóstomo Barajas Ferreira
2017	Diana Marcela Duarte León. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Evaluación técnico	Crisóstomo Barajas

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director(es)
	económica de alternativas para producir bases lubricantes tipo II en la Refinería de Barrancabermeja.	Ferreira
2017	José Nicolas Rodolfo González Galvis. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Selección a través del análisis comparativo de la mejor alternativa de remoción de fenol en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales Gerencia Refinería de Barrancabermeja.	Crisóstomo Barajas Ferreira
2017	Luis Eduardo Pimienta Coronado. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Evaluación técnica y económica de alternativas para incrementar la carga hacia la sección de recuperación de etano-etileno de la unidad de craqueo catalítico UOP I.	Crisóstomo Barajas Ferreira
2017	Claudia Marcela Valderrama Ríos. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Programación matemática aplicada a la integración energética y másica del proceso productivo de bioetanol a partir de melazas y bagazo de caña. Caso colombiano.	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Viviana Quintero Dallos
2017	Diana Marcela Ibarra Mojica. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Metodología para evaluación de vulnerabilidad ambiental ante derrames de hidrocarburos en rios.	Agata Fernándes Romero, Viatcheslav Victorovich Kafarov
2017	Sandra Rocio Patiño Villamizar. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Ambiental. Desarrollo de un plan de gestión integral para el Colegio San Pedro Claver.	Crisóstomo Barajas Ferreira
2016	Paola Andrea Sanguino Barajas. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Selección de una metodología para la extracción selectiva de metabolitos con potencial de valor a partir de biomasa de microalgas.	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Crisóstomo Barajas Ferreira
2016	Janet Bibiana García Martínez. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Secuencia de extracción de metabolitos presentes en biomasa de microalgal obtenida a partir del aprovechamiento de vinazas como medio de cultivo.	Crisóstomo Barajas Ferreira
2016	Elkin Yesid Grimaldo Jaimes. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Modelamiento riguroso de la planta viscoreductora como unidad destiladora de crudo en la Refinería de Barrancabermeja, Ecopetrol S.A.	Crisóstomo Barajas Ferreira
2016	Leonardo Javier Bayona Rubiano. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Diagnóstico de las condiciones operacionales y propuesta de mejora en la eficiencia de la torre enfriadora STE-2945.	Crisóstomo Barajas Ferreira
2016	Ana María Ardila Álvarez. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Diseño y aplicación de una metodología de cultivo y cosecha de microalgas para la	Viatcheslav Victorovich Kafarov, Crisóstomo

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director(es)
	obtención de metabolitos de valor agregado.	Barajas Ferreira
2016	Leidy Katherine Rodríguez Cáceres. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Evaluación de la disponibilidad de biomasa residual agrícola y su potencial energético en ZNI de Colombia: caso de estudio.	Viatcheslav Victorovich Kafarov

INVESTIGACIONES

En ejecución

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Cultivo, bioseparación y concentración de la biomasa de algas del medio.	Universidad Industrial de Santander	$ 19.900.000	Escuela de Ingeniería Química	Viatcheslav Kafarov Gustavo Emiio Ramírez	Presentar dos tesis de maestría, tres tesis de pregrado, y 6 ponencias.
Evaluación del efecto de sólidos suspendidos y sedimentos en la flotabilidad y precipitación de derrames de hidrocarburos en un sector del río magdalena	Universidad Industrial de Santander	$ 20.000.000	Escuela de Ingeniería Química	Viatcheslav Kafarov Crisostomo Barajas Ferreira	Muestreo de agua y sedimentos. Evaluacion de energia de mezcla para pruebas en laboratorio. Evaluacion de la influencia de sedimentos y material en suspension, en la precipitacion y flotabilidad de derrames de hidrocarburos en el area de estudio (escala laboratorio)

Terminadas

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Diseño de una metodología para la gestión eco-eficiente de procesos de combustión, caso de estudio: la industria de refinación del petróleo.	Colciencias	$ 274.519.652	Escuela de Ingeniería Química	Viatcheslav Kafarov	Realización: 17 Publicación de Articulo 7 Trabajo de grado 5 Ponencia
Estudio y caracterización de la combustión de los biocombustibles productivos con biomasa autóctona con el fin de aumentar la eco-eficiencia en los sistemas energéticos en los sectores residenciales e industriales con énfasis en las zonas no interconectadas de Colombia.	Colciencias	$ 274.322.000	Escuela de Ingeniería Química	Viatcheslav Kafarov	Realización: 4 Publiación de Articulo 7 Trabajo de grado 3 Ponencia
Unificar esfuerzos y conocimiento para la caracterización cuali y cuantitativa a nivel molecular de crudos pesados y sus fracciones por	Ecopetrol S.A.	$ 710.824.000	Escuela de Ingeniería Química	Viatcheslav Kafarov	Realización: 9 Publiación de Articulo 1 Trabajo de grado

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
espectrometría de masas de baja, media y alta resolución.					

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE - GIEMA

DIRECTOR: Manuel del Jesús Martínez

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO:

1. Caracterización de materiales y aplicación al diseño.
2. Diseño y manufactura.
3. Diseño y tolerancia al fallo.
4. Energías alternativas.
5. Ingeniería automotriz, aeronáutica y naval.
6. Ingeniería biomédica.
7. Manufactura aditiva.
8. Mecánica computacional.
9. Modelado y simulación de sistemas térmicos y energéticos.
10. Sistemas de control y diagnóstico automático.
11. Tecnología del gas y de petróleo.
12. Vibraciones mecánicas y rotodinámica.

REDES A LAS QUE PERTENECE EL GRUPO

1. Red de Nanotecnologías para Energía de la Región Iberoamericana - CYTED

LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (Horas)
Abel Antonio Parada Corrales	Maestría	Tiempo Completo
Alberto David Pertuz Comas	Doctorado	Tiempo Completo
Arlex Chaves Guerrero	Doctorado	Tiempo Completo
David Alfredo Fuentes Díaz	Doctorado	Tiempo Completo
Diego Fernando Villegas Bermúdez	Doctorado	Tiempo Completo
Germán González Silva	Doctorado	Tiempo Completo
Heller Guillermo Sánchez Acevedo Estrada	Doctorado	Tiempo Completo
Jabid Eduardo Quiroga Méndez	Doctorado	Tiempo Completo
Jorge Luis Chacón Velasco	Doctorado	Tiempo Completo
Julián Ernesto Jaramillo Ibarra	Doctorado	Tiempo Completo
Julián Gustavo Rodríguez Ferreira	Doctorado	Tiempo Completo
Leonidas Vásquez Chaparro	Maestría	Tiempo Completo
Manuel de Jesús Martínez	Doctorado	Tiempo Completo
Octavio Andrés González Estrada	Doctorado	Tiempo Completo
Omar Armando Gelvez Arocha	Maestría	Tiempo Completo

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (Horas)
Ricardo Alfonso Jaimes Rolón	Maestría	Tiempo Completo
Ricardo Álzate Castaño	Doctorado	Tiempo Completo
Ronald Alfonso Mercado Ojeda	Doctorado	Tiempo Completo
William Pinto Hernández	Doctorado	Tiempo Completo
Yesid Javier Rueda Ordóñez	Doctorado	Tiempo Completo

PRODUCCIÓN ACADÉMICA (últimos 5 años):

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2021	Rheological implications of the inclusion of ferrofluids and the presence of uniform magnetic field on heavy and extra-heavy crude oils	Fuel ISSN: 0016-2361, vol. 285, fasc. 1, pp. 1 - 11, 2021.	María Daniela Contreras Mateus, Modesto T. López López, Emiliano Ariza León, Arlex Chaves Guerrero
2021	Mechanical properties for long fibre reinforced fused deposition manufactured composites	Composites Part B: Engineering ISSN: 1359-8368, vol. 211, fasc.15, pp. 1 - 11, 2021.	Jorge Guillermo Díaz, Alberto David Pertuz Comas, Octavio Andrés González Estrada
2021	Kinetic study of the thermal decomposition of Lippia origanoides bagasse	Bioresource Technology Reports ISSN: 2589-014X, vol. 14, pp. 1 - 10, 2021.	Gabriel Fernando García Sánchez, Yesid Javier Rueda Ordóñez, Jorge Luis Chacón Velasco, Jairo René Martínez Morales
2020	Finite element based redesign and optimization of aircraft structural components using composite materials	IAENG International Journal of Applied Mathematics ISSN: 1992-9986, vol. 50, fasc. 4, pp. 1 - 18, 2020.	Sergio Andrés Ardila Parra, Carmine María Pappalardo, Octavio Andrés González Estrada, Domenico Guida
2020	Torrefaction of coffee husk flour for the development of	Applied Sciences ISSN: 1454-5101, vol. 10, fasc. 18, pp. 1 - 17, 2020.	Diana L. Ortiz Barajas, Johan A. Arévalo Prada,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	injection-molded green composite pieces of polylactide with high sustainability		Octavio Fenollar, Yesid Javier Rueda Ordóñez, Sergio Torres Giner
2019	Methodology based on cross modal strain energy method to estimate the damage severity in a metallic structure	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1386, pp. 1 - 6, 2019.	Heller Guillermo Sánchez Acevedo, G. H. Rodríguez, Octavio Andrés González Estrada
2019	Adhesive joints for composite materials produced by additive manufacturing	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1386, pp. 1 - 6, 2019.	A. F. Casas Pulido, Oscar Rodolfo Bohórquez Becerra, Octavio Andrés González Estrada, Jabid Eduardo Quiroga Méndez, Alberto David Pertuz Comas
2019	Assessment of the thermal decomposition kinetics of empty fruit bunch, kernel shell and their blend	Bioresource Technology ISSN: 1873-2976, vol. 292, pp. 1 - 10, 2019.	Yesid Javier Rueda Ordoñez, Carlos Junior Arias Hernández, Julián Fernando Manrique Pinto, Paola Gauthier Maradei, Waldir Antônio Bizzo
2019	Tensile mechanical properties of composite materials with continuous fiber produced by additive manufacturing	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1386, fasc. N.A, pp. 1 - 6, 2019.	I. Sierra Nossa, Oscar Rodolfo Bohórquez Becerra, Alberto David Pertuz Comas, Heller Guillermo Sánchez Acevedo, Octavio Andrés González Estrada
2019	Effect of force angle on the strain distribution of osseointegrated dental implants	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1388, pp. 1 - 7, 2019.	L. Forero, Raúl Castilla, Octavio Andrés González Estrada

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2019	Numerical and experimental study of flexural behavior in polymer composite materials reinforced with natural fique textiles	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1247, pp. 1 - 6, 2019.	F. Barros, J. Gamboa, German Adolfo Díaz Ramírez, Octavio Andrés González Estrada, Ricardo Alfredo Cruz Hernández
2019	Kinematic analysis and dimensional optimization of a 2R2T parallel manipulator	Journal Of The Brazilian Society Of Mechanical Sciences And Engineering ISSN: 1806-3691, vol. 41, fasc. 495, pp. 1 - 9, 2019.	Pedro Araujo Gómez, Miguel Ángel Díaz Rodríguez, Vicente Mata, Octavio Andrés González Estrada
2019	Optimization of parameters in material selection of tricone drill bit head design	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1159, pp. 1 - 6, 2019.	A. Benavides-Serrano, Anderson Steven Peña Sabogal, O. M. León, Heller Guillermo Sánchez Acevedo, Octavio Andrés González Estrada
2019	Implementation of the operational modal analysis technique in a power transmission shaft	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1247, pp. 1 - 9, 2019.	Heller Guillermo Sánchez Acevedo, Fabián Rodolfo Nova Agudelo, Octavio Andrés González Estrada
2019	Correlation between cross sectional area and torsion degree of fique yarns by image analysis system	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1247, pp. 1 - 9, 2019.	German Adolfo Díaz Ramírez, Heller Guillermo Sánchez Acevedo, Ricardo Alfredo Cruz Hernández
2019	Numerical modelling of guided waves dispersion curves in an aluminium flat plate by finite element analysis	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1386, fasc. N/A, pp. 1 - 6, 2019.	L Galvis, Jabid Eduardo Quiroga Méndez, Octavio Andrés González Estrada
2019	Mechanical response to tensile stress of a	Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1386, fasc. N/A, pp. 1 - 7, 2019.	H. Vega, Oscar Rodolfo Bohórquez

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	composite material reinforced with sugar cane fibers		Becerra, Alberto David Pertuz Comas, Heller Guillermo Sánchez Acevedo, Octavio Andrés González Estrada
2019	Interlaminar tensile strength for composite materials made by additive manufacturing	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1386, pp. 1 - 7, 2019.	Andrea Carolina Paredes Saavedra, Oscar Rodolfo Bohórquez Becerra, Alberto David Pertuz Comas, Yesid Javier Rueda Ordóñez, Octavio Andrés González Estrada
2019	Optimization of the connecting rod of a two-stroke engine using finite element analysis	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1386, pp. 1 - 7, 2019.	L. Valero Páez, Jorge Luis Chacón Velasco, Octavio Andrés González Estrada
2019	Mechanical characterization of the rachis fiber obtained from the African palm elaeis guineensis	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1386, pp. 1 - 5, 2019.	L. Poveda, Oscar Rodolfo Bohórquez Becerra, Octavio Andrés González Estrada, Alberto David Pertuz Comas, Yesid Javier Rueda Ordóñez
2019	Interlaminar tensile strength of the composite of African palm oil bunches rachis fibers and epoxy matrix	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1386, pp. 1 - 6, 2019.	Rafael Alexis Pinto Flórez, Oscar Rodolfo Bohórquez Becerra, Octavio Andrés González Estrada, Leonidas Vásquez Chaparro, Alberto David Pertuz Comas
2019	Shape optimization of a control arm produced by additive manufacturing with	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1386, pp. 1 - 7, 2019.	Paula Chacón Santamaría, A. Sierra, Octavio Andrés González Estrada

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	fiber reinforcement		
2019	Numerical simulation of a natural gas cylindrical cyclone separator using computational fluid dynamics	Industrial & Engineering Chemistry Research ISSN: 0888-5885, vol. 58, fasc. 31, pp. 14323 - 14332, 2019.	Juan Sebastián Cornejo Cáceres, Natalia Prieto, Germán González, Arlex Chaves Guerrero
2019	Static and fatigue behavior of continuous fibre reinforced thermoplastic composites manufactured by fused deposition modelling technique	International Journal of Fatigue ISSN: 0142-1123, vol. 130, pp. 1 - 11, 2019.	Alberto David Pertuz Comas, Sergio Díaz Cardona, Octavio Andrés González Estrada
2019	Influence of the boundary condition on the first ply failure and stress distribution on a multilayer composite pipe by the finite element method	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1159, fasc. 1, pp. 1 - 9, 2019.	Octavio Andrés González Estrada, Juan Sebastián León Becerra, Alberto David Pertuz Comas
2019	Analysis of the adhesion of titanium and carbon-diamond coatings on 3D printed textured surfaces	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1386, pp. 1 - 7, 2019.	A. Zapata, Ely Dannier Valbuena Niño, José Luis Endrino, Iván Fernández Martínez, Andrés Díaz Lantada, Manuel De Jesús Martínez, Alberto David Pertuz Comas
2019	Use of musa paradisiaca fibers for the preparation and chemical, physical and mechanical characterization of a biodegradable composite material	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1386, pp. 1 - 7, 2019.	C. Martínez, W. Ruiz, Sergio Andrés Lesmes, Dionisio Antonio Laverde, Alberto David Pertuz Comas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2019	Torsional natural frequencies by Holzer method	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1160, pp. 1 - 5, 2019.	Jabid Eduardo Quiroga Méndez, Oscar Rodolfo Bohórquez Becerra, Johan Enrique Ardila Benavides, Virgilio Bonilla Canizares, Nini Del Mar Cortes Martínez, Edwin Quintiliano Martínez Bonilla,
2019	Structural dynamic analysis using wavelets	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1160, fasc. 1, pp. 1 - 6, 2019.	Carlos Andrés Torres Oviedo, Jabid Eduardo Quiroga Méndez
2019	Impact of cultural transformation campaigns around energy savings in hotels. Study in Bucaramanga and Valledupar, Colombia	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596 vol. 1161, fasc. 1, pp. 1 - 6, 2019.	Sandra Milena Serrano Mora, Yecid Alfonso Muñoz Maldonado, Jabid Eduardo Quiroga Méndez
2019	Coil pump design as an object of meaningful learning	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1161, pp. 1 - 5, 2019.	Jabid Eduardo Quiroga Méndez, Kim Christin Tschiersch, Oscar Rodolfo Bohórquez Becerra
2019	All-glass vacuum tube heat transfer simplified model	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1386, pp. 1 - 6, 2019.	Omar Andrés Ardila Sánchez, Jabid Eduardo Quiroga Méndez, Oscar Julián Martínez Gallo
2019	A model of didactic guidelines to train designing and implementation of biodigesters	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1161, fasc. 1, pp. 1 - 7, 2019.	Jabid Eduardo Quiroga Méndez, Kim Christin Tschiersch, Oscar Rodolfo Bohórquez Becerra
2019	Comparison of segmentation tools for structural analysis of bone	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1386, fasc. 1, pp. 1 - 6, 2019.	D. Argüello, Heller Guillermo Sánchez Acevedo, Octavio Andrés González

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	tissues by finite elements		Estrada
2019	Virtual tool for training and evaluation of problem-based engineering subjects	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1161, pp. 1 - 8, 2019.	Octavio Andrés González Estrada, Jessica Fernanda Cáceres Ramírez, William Pinto Hernández
2019	Development of a virtual learning environment for the subject numerical methods under Moodle	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1161, fasc. 1, pp. 1 - 7, 2019.	A Becerra Romero, Miguel Ángel Díaz Rodríguez, Octavio Andrés González Estrada
2019	Comparative study of the influence of dental implant design on the stress and strain distribution using the finite element method	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1159, pp. 1 - 9, 2019.	R. Castilla, L. Forero, Octavio Andrés González Estrada
2019	Strategies for the teaching-learning experiences in the engineering dynamics course based on the information and communication technologies	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1161, pp. 1 - 6, 2019.	Diego Fernando Villegas Bermúdez, Heller Guillermo Sánchez Acevedo, C. A. Riberos
2019	Manufacture of a myoelectric prosthesis for transradial amputation	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1160, fasc.1, pp. 1 - 8, 2019.	L. Bautista, Diego Fernando Villegas Bermúdez
2019	Manufacture and evaluation of the tensile properties of a biodegradable composite material reinforced with Colombian coconut fibers	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6588, vol. 1386, pp. 1 - 6, 2019.	M. Arciniegas, W. Delgado, Sergio Andrés Lesmes, Alberto David Pertuz Comas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2019	Methodology based on cross modal strain energy method to estimate the damage severity in a metallic structure	Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, vol. 1386, pp. 1 - 6, 2019.	Heller Guillermo Sánchez Acevedo, G. H. Rodríguez, Octavio Andrés González Estrada
2018	Study of dynamic behavior of a composite laminated material manufactured of the bark of Lata´s Palm "Bactris Guineensis	Composite Structures ISSN: 0263-8223 ed: Elsevier Bv, vol. 206, pp. 448 - 455, 2018.	Alberto David Pertuz Comas, German Adolfo Díaz Ramírez, Daniel Geovanny Chávez Pachón, Fausto Andrés García Peña
2018	Study of mechanical properties under compression failure in reinforced composite materials produced by additive manufacturing	Inglaterra, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1126 fasc: págs: - , DOI:10.1088/1742-6596/1126/1/012005	Octavio Andres Gonzalez Estrada, Alberto David Pertuz Comas, Ely Dannier Valbuena Nino, J D Arguello Bastos, C A Ruiz Florian
2018	Technological development of a low-cost wrist rehabilitation robot: Kinematic and static performance analysis	Inglaterra, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1126 fasc: págs: - , DOI:10.1088/1742-6596/1126/1/012069	Octavio Andres Gonzalez Estrada, E Ceballos Morales, M Diaz Rodriguez
2018	Drying and thermal decomposition kinetics of sugarcane straw by nonisothermal thermogravimetric analysis	Estados Unidos, Bioresource Technology ISSN: 0960-8524, 2018 vol:264 fasc: págs: 131 - 139, DOI:10.1016/j.biortech.2018.04.064	Yesid Javier Rueda Ordonez, Katia Tannous
2018	Evaluation of Tensile Properties and Damage of Continuous Fibre Reinforced 3D-Printed Parts	Suiza, Key Engineering Materials ISSN: 1013-9826, 2018 vol:774 fasc: págs: 161 - 166, DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.774.161	Alberto David Pertuz Comas, Octavio Andres Gonzalez Estrada, Jabid Eduardo Quiroga Mendez
2018	Damage Assessment of Spinal Bones Due	Suiza, Key Engineering Materials ISSN: 1662-9795, 2018 vol:774 fasc: págs: 149 - 154, DOI:	Octavio Andres Gonzalez Estrada,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	to Prostate Cancer	https://doi.org/ 10.4028/www.scientific.net/KEM.774.149	Jabid Eduardo Quiroga Mendez, Sergio Andres Ardila Parra
2018	Stress Sensitivity of the T(0,1) Mode Velocity for Cylindrical Waveguides	Suiza, Key Engineering Materials ISSN: 1013-9826, 2018 vol:774 fasc: págs: 453 - 460, DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.774.453	Octavio Andres Gonzalez Estrada, Yesid Javier Rueda Ordonez, Jabid Eduardo Quiroga Mendez
2018	Stressed Cylinder Dispersion Curves Based on Effective Elastic Constants and SAFE Method	Suiza, Key Engineering Materials ISSN: 1013-9826, 2018 vol:774 fasc: págs: 295 - 302, DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.774.295	Diego Fernando Villegas Bermudez, Jabid Eduardo Quiroga Mendez, Octavio Andres Gonzalez Estrada
2018	Damage in Fibreglass Composite Laminates Used for Pipes	Suiza, Key Engineering Materials ISSN: 1013-9826, 2018 vol:774 fasc: págs: 155 - 160, DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.774.155	Alberto David Pertuz Comas, Octavio Andres Gonzalez Estrada, Juan Sebastian Leon Becerra
2018	Finite Element Analysis for Palm Oil Bunches Press Shaft Fractured in Service	Suiza, Key Engineering Materials ISSN: 1013-9826, 2018 vol:774 fasc: págs: 191 - 196, DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.774.191	Octavio Andres Gonzalez Estrada, Alberto David Pertuz Comas, Sergio Andres Ardila Parra, Oscar Rodolfo Bohorquez Becerra
2018	Hardness evaluation from a bilayer coating system of Ni-P deposited on carbon steel plates by multicycle indentation tests	Surface '&' Coatings Technology ISSN: 0257-8972, 2018 vol:334 fasc: págs: 410 - 419, DOI:10.1016/j.surfcoat.2017.11.011	Alberto David Pertuz Comas, Didier Chicot, Pedro Cadenas, Alan Iost, Alberto Mejias, A Montagne
2018	Damage model for the impact test of an automotive aluminum wheel	Inglaterra, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2018 vol:1126 fasc: págs: - , DOI:10.1088/1742-6596/1126/1/012002	Alberto David Pertuz Comas, Octavio Andres Gonzalez Estrada, A Zapata
2018	Hardness evaluation from a bilayer	Reino Unido, Surface and coatings technology ISSN: 1879-3347, 2018 vol:334 fasc: N/A págs: 410	Alberto David Pertuz Comas,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	coating system of Ni-P deposited on carbon steel plates by multicycle indentation tests	- 419, DOI:https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2017.11.011	Didier Chicot
2017	Design of a residential microgrid in Lagos del Design of a residential microgrid in Lagos del Cacique, Bucaramanga, Colombia	Inglaterra, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2017 vol:935 fasc: N/A págs: 012063 - 012068, DOI:https://doi.org/10.1088/1742-6596/935/1/012063	Alejandro David Martinez Amariz, Octavio Andres Gonzalez Estrada, Daniela Bellon Monsalve
2017	Understanding the Effect of Chemical Structure of Asphaltenes on Wax Crystallization of Crude Oils from Colorado Oil Field	Estados Unidos, Energy & Fuels ISSN: 0887-0624, 2017 vol:31 fasc: 9 págs: 8997 - 9005, DOI:10.1021/acs.energyfuels.7b01149	Arlex Chaves Guerrero, Daniel Ricardo Molina Velasco, Emiliano Ariza Leon
2017	Spin-up flow in non-small magnetic fields: Numerical evaluation of the predictions of the common magnetization relaxation equations	Estados Unidos, Physics of Fluids ISSN: 1089-7666, 2017 vol:29 fasc: 7 págs: - , DOI:10.1063/1.4993471	Arlex Chaves Guerrero, Victor Alfonso Pena Cruz, Carlos Rinaldi, David Alfredo Fuentes Diaz
2017	A measurement-based approach with accuracy evaluation and its applications to circuit analysis and synthesis	Estados Unidos, International Journal of Circuit Theory and Applications ISSN: 1097-007X, 2017 vol:45 fasc: 12 págs: 1920 - 1941, DOI:10.1002/cta.2315	Ricardo Alzate Castano, S P Bhattacharyya, V A De Oliveira
2017	Error-Controlled Adaptive Extended Finite Element Method for 3D Linear Elastic Crack Propagation	Computer Methods In Applied Mechanics and Engineering ISSN: 0045-7825 ed: North-Holland, vol. 318, pp. 319 - 348, 2017.	Stephane Bordas, Octavio Andres Gonzalez Estrada
2016	Development and validation of a theoretical model for osmotic	Desalination ISSN: 0011-9164 ed: Elsevier, vol. 384, fasc. 1, pp.52 – 59, 2016	Carlos Jesús Muvdi Nova, Beatriz Torrestiana Sánchez, Alba Lucia

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	evaporation		Peñaranda López, Juan Camilo Martínez Alvarado
2016	Spatial Decision Support System to Evaluate Crop Residue Energy Potential by Anaerobic Digestion	Bioresource Technology ISSN: 0960-8524 ed: Elsevier Applied Science, vol. 219, pp. 80 – 90, 2016.	Humberto Escalante Hernández, Liliana del Pilar Castro Molano, María Paola Maradei García, Reynel de Jesús Rodríguez de la Vega

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2021	Comparative-experimental study of different roof types in a tropical climate	INGE CUC ISSN: 2382-4700, vol. 17, 2021.	Kim Christin Tschiersch, Julián Ernesto Jaramillo Ibarra, Karen Alexandra Ruíz Bernal
2020	Compressive strength of partially stiffened cylinders at elevated temperatures	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, vol. 19, fasc. 1, pp. 131 - 142, 2020.	Egler Araque, Carlos Alberto Graciano Gallego, David Guillermo Zapata Medina, Octavio Andrés González Estrada
2020	Structural health monitoring using the Firefly optimization algorithm and finite elements	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, vol. 19, fasc. 4, pp. 251 - 262, 2020.	Octavio Andrés González Estrada, Camilo Andrés Manrique Escobar, Heller Guillermo Sánchez Acevedo
2020	Estudio de los fluidos aceite-agua a través del sensor basado en la permitividad eléctrica del patrón de fluido	Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, vol. 19, fasc. 3, pp. 177 - 186, 2020.	Marlon Mauricio Hernández Cely, Carlos Mauricio Ruiz Díaz
2020	Revistas de ingeniería y tecnología: evaluación y	Respuestas ISSN: 0122-820X, vol. 25, fasc. 1, pp. 108 - 126, 2020.	Mayerly Ivonne Sáenz Suárez, Luisa

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	análisis de la incidencia del modelo de clasificación de Publindex		Fernanda Uribe Forero, Octavio Andrés González Estrada
2020	Daño en partes de manufactura aditiva reforzadas por fibras continuas	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, vol. 19, fasc. 2, pp. 1 - 15, 2020.	Juan Sebastián León Becerra, Jorge Guillermo Díaz Rodríguez, Octavio Andrés González Estrada
2020	Review of the natural gas phases separation process at high pressure in the oil & gas industry	Entramado ISSN: 1900-3803, vol. 15, fasc. 1, pp. 312-329, 2020.	Natalia Prieto Jiménez, Germán Gonzales Silva, Arlex Chaves Guerrero,
2020	A mechanism synthesis and modeling for correction of hip dysplasia in medium and large dog breeds	Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, vol. 19, fasc. 4, pp. 279 - 286, 2020.	Martin S. Herrera Pérez, Juan D. Joya Cadena, Diego Fernando Villegas Bermúdez
2020	Investigación en ingeniería en Colombia	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, vol. 19, fasc. 1, pp. 7 - 14, 2020.	Alberto David Pertuz Comas, Octavio Andrés González Estrada, Carlos Graciano
2019	Estudio Comparativo de Ecuaciones de Estado para el Cálculo de Curvas de Rocío en Mezclas de Gas Natural a Alta Presión	Logos Ciencia & Tecnología ISSN: 2422-4200, 2019 vol:11 fasc: págs: 1 - 14, DOI:10.22335/rlct.v11i2.743	Arlex Chaves Guerrero
2019	Manufacture of a myoelectric prosthesis for transradial amputation	Colombia, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1160 fasc: N/A págs: 2 - 9, DOI:10.1088/1742-6596/1160/1/012023	Diego Fernando Villegas Bermudez
2019	Comparative study of the influence of dental implant design on the stress and strain distribution using the finite element method	Colombia, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1159 fasc: N/A págs: 12 - 16, DOI:	Octavio Andres Gonzalez Estrada
2019	Development of a virtual learning environment for the subject numerical methods under Moodle	Colombia, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: N/A págs: 012010 - , DOI:10.1088/1742-6596/1161/1/012010	Octavio Andres Gonzalez Estrada

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2019	Virtual tool for training and evaluation of problem-based engineering subjects	Colombia, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: N/A págs: 012004 - 012004, DOI:10.1088/1742-6596/1161/1/012004	Octavio Andres Gonzalez Estrada
2019	Micromechanical approach for the analysis of wave propagation in particulate composites	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2019 vol:18 fasc: 2 págs: 41 - 50, **DOI:**10.18273/revuin.v18n2-2019004	Octavio Andres Gonzalez Estrada, Cristhian Fernando Rojas Cristancho, Florence Dinzart
2019	Strategies for the teaching-learning experiences in the engineering dynamics course based on the information and communication technologies	Colombia, Journal of Physics: Conference Series ISSN: 1742-6596, 2019 vol:1161 fasc: N/A págs: 2 - 7, DOI:10.1088/1742-6596/1161/1/012011	Diego Fernando Villegas Bermudez
2018	Recuperación energética y análisis térmico del proceso de cocción en la industria cerámica	Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2018 vol:18 fasc: págs: 81 - 98, DOI:https://doi.org/10.18273/revuin.v18n1-2019007	Julian Ernesto Jaramillo Ibarra
2018	Estudio analítico y experimental del desempeño de motores Diesel con bio-oil hidrotratado	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2018 vol:17 fasc: 2 págs: 115 - 126, DOI:	Jorge Luis Chacon Velasco
2018	Estudio de la fatiga en láminas de tubería compuesta de matriz epóxica con fibra de vidrio para cargas de tracción	Colombia, Scientia Et Technica ISSN: 0122-1701, 2018 vol:23 fasc: 4 págs: 479 - 489, DOI:10.22517/issn.2344-7214	Octavio Andres Gonzalez Estrada, Alberto David Pertuz Comas
2018	Application of product development techniques for the development of an anthropomorphic robot	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2018 vol:17 fasc: 1 págs: 21 - 24, DOI:https://doi.org/10.18273/revuin.v17n1-2018002	Heller Guillermo Sanchez Acevedo
2018	Stressed cylinder dispersion curves based on Effective Elastic Constants and SAFE method	Colombia, Key Engineering Materials ISSN: 1013-9826, 2018 vol:774 fasc: N/A págs: 295 - 302, DOI:	Diego Fernando Villegas Bermudez
2018	Sensitivity analysis of a member under compression via Monte	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2018 vol:17 fasc: 2 págs: 179 - 184, DOI:https://doi.org/10.18273/revuin.v17n2-	Octavio Andres Gonzalez Estrada, Carlos Alberto

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	Carlo method	2018016	Graciano Gallego, Euro Luis Casanova Medina
2018	Tibiofemoral contact properties for different flexion angles on injured ACL knee joint	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2018 vol:12 fasc: N/A págs: 283 - 290, DOI:	Diego Fernando Villegas Bermudez
2018	Methodology for rotors balancing using a vibration analyzer	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2018 vol:17 fasc: 2 págs: 291 - 308, DOI:https://doi.org/10.18273/revuin.v17n2-2018025	Heller Guillermo Sanchez Acevedo
2018	Tibiofemoral contact properties for different flexion angles on injured ACL knee joint	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2018 vol:17 fasc: 2 págs: 283 - 290, DOI:10.18273/revuin.v17n2-2018024	Daniel F Chaparro, Diego Fernando Villegas Bermudez, Cesar Augusto Herrera
2018	Modelado de la interacción fluido estructura (FSI) para el diseño de una turbina eólica HAWT	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2018 vol:17 fasc: 2 págs: 269 - 282, DOI:10.18273/revuin.v17n2-2018023	Manuel Del Jesus Martinez, Kevin Andrey Molina Cuadros, Daniel Alejandro Ortega Alonso, Octavio Andres Gonzalez Estrada, William Pinto Hernandez
2018	Correlation between handgrip strength and hand-forearm anthropometry	Colombia, Respuestas ISSN: 0122-820X, 2018 vol:23 fasc: N/A págs: 6 - 11, DOI:10.22463/0122820X.1323	Diego Fernando Villegas Bermudez
2018	CFD simulation of sugarcane bagasse combustion in an industrial grate boiler	Colombia, DYNA ISSN: 0012-7353, 2018 vol:85 fasc: 204 págs: 169 - 176, DOI:10.15446/dyna.v85n204.65601	Arlex Chaves Guerrero, Fabian Andrey Diaz Mateus, Helver Crispiniano Alvarez Castro
2018	Análisis de un generador de HHO de celda seca para su aplicación en motores de combustión interna	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2018 vol:17 fasc: 1 págs: 143 - 154, DOI:https://doi.org/10.18273/revuin.v17n1-2018013	Octavio Andres Gonzalez Estrada, Angel Orlando Diaz Rey, Jonathan Eduardo Gonzalez Gil
2018	Análisis multi-criterio para evaluar la capacidad de absorción de energía de tubos fabricados con	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2018 vol:17 fasc: N/A págs: 69 - 80, DOI:N/A	Carlos Alberto Graciano Gallego, Manuel Del Jesus Martinez

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	láminas de metal expandido y sólidas		
2018	Análisis de un generador de HHO de celda seca para su aplicación en motores de combustión interna	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2018 vol:17 fasc: 1 págs: 143 - 154, DOI:https://doi.org/10.18273/revuin.v17n1-2018013	Octavio Andres Gonzalez Estrada, Angel Orlando Diaz Rey, Jonathan Eduardo Gonzalez Gil
2017	Adhesion forces in asphalt mixtures at nanoscale	Colombia, CT y F - Ciencia, Tecnologia y Futuro ISSN: 0122-5383, 2017 vol:7 fasc: 1 págs: 59 - 72, DOI:10.29047/issn.0122-538310.29047/01225383.65	Arlex Chaves Guerrero, Yuly Fernanda Lopez Contreras, Mustaka Akbulut, Zhengdong Cheng, Luis Javier Hoyos Marin
2017	CFD simulation of a pilot plant delayed coking reactor using an in-house cfd code	Colombia, CT y F - Ciencia, Tecnologia y Futuro ISSN: 0122-5383, 2017 vol:7 fasc: 1 págs: 85 - 100, DOI:10.29047/01225383.67	Arlex Chaves Guerrero, Fabian Andrey Diaz Mateus, Hector Julio Picon Hernandez, Paola Gauthier Maradei, David Alfredo Fuentes Diaz, Alexander Guzman
2017	Cementación de revestidor en flujo de gas/agua presurizado superficial no esperado en un campo de desarrollo costa afuera: Rio de Janeiro, Brasil	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2017 vol:16 fasc: N/A págs: 79 - 92, DOI:https://doi.org/10.18273/revuin.v16n2-2017008	Alberto David Pertuz Comas, Francisco Mavares
2017	Spin-up flow in non-small magnetic fields: Numerical evaluation of the predictions of the common magnetization relaxation equations	Colombia, Physics of Fluids ISSN: 0031-9171, 2017 vol:29 fasc: págs: 73 - 102, DOI:10.1063/1.4993471	David Alfredo Fuentes Diaz
2017	Resistencia de vigas esbeltas de acero inoxidable bajo cargas concentradas mediante análisis por elementos finitos	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2017 vol:16 fasc: N/A págs: 61 - 70, DOI:10.18273/revuin.v16n2-2017006	Carlos Alberto Graciano Gallego, Octavio Andres Gonzalez Estrada, Asdrubal Ayestaran
2017	Estrategia de optimización para la síntesis	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 2145-8456, 2017 vol:16 fasc: 2 págs: 197 - 206,	Octavio Andres Gonzalez Estrada,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	dimensional de un robot paralelo 5R para una aplicación de mesa de corte	DOI:10.18273/revuin.v16n2-2017018	Antonio Ramirez Matheus, Miguel Angel Diaz Rodriguez
2017	Damage detection methodology in metallic structure by experimental modal analysis techniques and PSO	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2017 vol:16 fasc: 2 págs: 43 - 50, DOI:https://doi.org/10.18273/revuin.v16n2-2017004	Heller Guillermo Sanchez Acevedo
2017	Power converter circuits: a hybrid dynamical case	Colombia, DYNA ISSN: 0012-7353, 2017 vol:84 fasc: 200 págs: 143 - 150, DOI:http://dx.doi.org /10.15446/dyna.v84n200.52429	Ricardo Alzate Castano, Julio Andelfo Florez Vargas
2017	Analysis of temperatures during the firing bricks and final properties solid	Colombia, Tecnura ISSN: 0123-921X, 2017 vol:21 fasc: 55 págs: 1 - 14, DOI:http://dx.doi.org/10.14483 /udistrital.jour.tecnura.2017.1.a09	Heller Guillermo Sanchez Acevedo
2017	Evaluación de las propiedades tribológicas de materiales compuestos de matriz metálica (MMCs) procesados por técnicas de fabricación aditiva con haz láser (SLM)	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2017 vol:16 fasc: N/A págs: 101 - 114, DOI:10.18273/revuin.v16n1-2017010	Octavio Andres Gonzalez Estrada, Alejandro David Martinez Amariz, Elkin Martinez

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dirección de tesis de Doctorado (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2017	Yuly Fernanda López Contreras. Trabajo de grado concluido Doctorado en Ingeniería Química. Effect of physicochemical heterogeneity on adhesion phenomenon between bitumen and aggregates in asphalt mixtures.	Arlex Chaves Guerrero, Fernando Viejo Abrante, Luis Javier Hoyos Marín
2016	Fabián Andrey Díaz Mateus. Trabajo de grado concluido Doctorado en Ingeniería Química. Desarrollo de un modelo de simulación para el proceso de coquización retardada de residuos de la refinación de crudos colombianos.	Arlex Chaves Guerrero, María Paola Maradei García, Daniel Alfredo Fuentes Díaz

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2016	Emiliano Ariza León. Trabajo de grado concluido Doctorado en Ingeniería Química. Efecto de la estructura química y concentración de los asfáltenos sobre las propiedades reológicas y termodinámicas de la cristalización de parafinas en crudos del Campo Colorado.	Arlex Chaves Guerrero, Daniel Ricardo Molina Velasco

Dirección de trabajos de grado de Maestría (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2021	Kim Christin Tschiersch. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Mecánica. Evaluation of the thermal influence of green roofs on photovoltaic panel efficiency.	Julián Ernesto Jaramillo Ibarra
2019	Fabio Leonardo Vargas Vargas. Trabajo de grado concluido Maestría en Gerencia de Mantenimiento. Modelo de gestión para el sistema de generación con turbogeneradores Taurus 60 tolerante a fallas en el campo Guando.	Manuel del Jesús Martínez
2019	Pedro Alejandro Felipe Becerra Sierra. Trabajo de grado concluido Maestría en Ingeniería Química. Extensión del modelo predictivo de formación de depósitos de parafina "Michigan Wax predictor" a un campo de flujo bidimensional utilizando dinámica de fluidos computacional.	Arlex Chaves Guerrero, David Alfredo Fuentes Díaz, Helver Álvarez Castro
2018	Yeyson Yobani Meza Moreno Maestría Ingeniería Mecánica: Desarrollo de una herramienta computacional para predecir el comportamiento fluido termico energético de viviendas unifamiliares en el trópico	Julian Ernesto Jaramillo Ibarra
2018	Kim-Christin Tschiersch Maestría Ingeniería Mecánica: Evaluation of the thermal influence of green roofs on photovoltaic panel efficiency	Julian Ernesto Jaramillo Ibarra
2018	Pedro Alejandro Felipe Becerra Sierra Maestría modalidad Investigación en Ingeniería Química: Extensión del modelo Predictivo de formación de Depósitos de Parafinas ¿Michigan Wax Predictor¿ a un Campo de Flujo Bidimiensional Utilizando Dinámica de Fluidos Computacional	Arlex Chaves Guerrero
2017	Larissa Avella Rodriguez Maestría en Gerencia de Mantenimiento: Analisis estadistico y de confiabilidad para la prediccion de fallas y costos para una facilidad de la industria del petroleo	David Alfredo Fuentes Diaz
2017	Gabriel Leonardo Ardila Perez Maestría en Gerencia de Mantenimiento: Mejoramiento de la estructura del proceso de mantenimiento de la empresa exterran energy sucursal colombia	David Alfredo Fuentes Diaz
2016	Manuel Fernando Jerez Carrizales Maestría en Ingeniería Mecánica: Modelado y simulación unidimensional transitoria del flujo bifásico en tuberías de pozos petroleros	Julian Ernesto Jaramillo Ibarra

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2015	Omar Andrés Benavides Prada Maestría en Ingeniería Química: Estudio fenomenológico del proceso de evaporación de película para la concentración de hidrolizados de almidón de yuca	Arlex Chaves Guerrero, Carlos Jesús Muvdi Nova

INVESTIGACIONES

Terminadas

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Reaprovechamiento de subproductos de la industria de biocombustibles: una aplicación a materiales adhesivos	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 30.000.000	Escuela de Ingeniería Mecánica	Heller Guillermo Sanchéz Acevedo (Prof.)	Elaboración de pruebas que permitieran el aprovechamiento de biocombustible.
Biofabrica: prototipado de procesos de extracción y bioproductos para las Industrias	Colciencias/Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 8.294.096.169	Escuela de Ingeniería Mecánica	Omar Armando Gélvez Arocha (Prof.) Jorge Luis Chacón Velasco (Prof.) Julián Ernesto Jaramillo Ibarra (Prof.) Yesid Javier Rueda Ordoñez (Prof.) Elena Stashenko (Prof.) Diego Camilo	Provisión de aceites esenciales y extractos de plantas ya identificadas como promisorias. Establecimiento de 16 parcelas experimentales con 4 especies de plantas aromáticas. Se plantea que en cada parcela tenga un arreglo productivo combinado con especies de pan coger en este

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
				Durán García (Prof.) Gabriel Fernando García Sánchez (Est.) Juan David Argüello Plata (Est.) Oscar Alfonso Gómez Sepúlveda (Est.) Karen Juliana Ramírez Vargas (Est.) Diego Alexander León Becerra (Est.) Nicolás Andrés Mantilla Álvarez (Est.) Emiliano Mantilla Rueda (Est.) Juan Felipe Campo (Est.) Katherine Ramírez Hernández (Est.) David Alberto Solano	caso con plátano. Realización de mantenimiento y seguimiento técnico al desarrollo y comportamiento estas especies a las condiciones agroecológicas de la Finca la búfalera, a estos cultivos se les realizara extracción del aceite y caracterización de su calidad, inicialmente el proyecto plantea una fase experimental.

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
				Rojas (Est.) Andrés Felipe Mantilla Rueda (Est.) Carlos Mauricio Rangel Ianiri (Est.) David Camilo Pico Ríos (Est.) Carlos Andrés Muñoz Robles (Est.) Valeria Tatiana Bustamante Ortega (Est.) Edinson Fabián Ríos Adarme (Est.)	
Lineamientos técnicos para el establecimiento de un sistema de etiquetado energético de edificaciones en Colombia a partir de simulaciones energéticas	Colciencias/ Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 289.033.333	Escuela de Ingeniería Mecánica	Julian Ernesto Jaramillo Ibarra (Prof.)	Evaluación del desempeño energético de edificaciones tropicales se estableció una herramienta metodológica fundamentada en la evaluación comparativa por indicadores. Como valores de referencia,

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					se adoptaron la línea base de la Resolución 0549 de 2015 (Colombia) y el edificio de referencia de la ASHRAE 90.1. Dicha herramienta permitió evaluar el desempeño energético de tres edificaciones, dos de tipo universitario y una residencial. A partir del uso esta herramienta se logró mejoras en el tiempo y la calidad de los resultados.
Diseño y construcción de una máquina de fatiga a flexión rotativa a momento constante	Universidad Industrial de Santander - UIS		Escuela de Ingeniería Mecánica	Alberto David Pertuz Comas (Prof.)	Diseñor de propuesta de maquina. Arobación y puesta piloto. Contrucción y puesta en marcha de la maquina de fatiga a flexión rotativa a momento constante.

En Ejecución

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Adaptación y evaluación del desempeño y las emisiones de un generador electrico utilizado biogas como combustible	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 34.994.724	Escuela de Ingeniería Mecánica	Jorge Luis Chacón Velasco (Prof.) Julián Ernesto Jaramillo Ibarra (Prof.)	Elaboración de de estado de desempeño en las emisiones de generación eléctricas con el uso de combustible.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y ESTRUCTURAS (INME)

DIRECTOR: Alvaro Viviescas Jaimes

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO:

1. Análisis, modelamiento y optimización estructural.
2. Educación en ingeniería.
3. Gestión de proyectos de construcción.
4. Materiales de construcción.
5. Resiliencia y sostenibilidad.

REDES A LAS QUE PERTENECE EL GRUPO

1. Comportamiento Sísmico de Edificaciones de Muros Delgados

LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (Horas)
Ricardo Alfredo Cruz Hernández	Doctorado	Tiempo Completo
Gustavo Chio Cho	Doctorado	Tiempo Completo
Luis Eduardo Zapata Orduz	Doctorado	Tiempo Completo
Guillermo Mejía Aguilar	Doctorado	Tiempo Completo
Alvaro Viviescas Jaimes	Doctorado	Tiempo Completo
Oscar Javier Begambre	Doctorado	Tiempo Completo
José Miguel Benjumea	Magister	Tiempo Completo

PRODUCCIÓN ACADÉMICA (últimos 5 años):

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2022	Mixture Design and Performance Characterization of Asphalt Mixtures Prepared Using Paving-Heavy Crude	Construction and Building Materials ISSN: 0950-0618, 2022 vol:329 fasc: N/A págs: 1 - 16, DOI:10.1016/j.conbuildmat.2022.127141	Allex Eduardo Alvarez Lugo, Evelyn Ovalles

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	Oils for Low-Traffic Volume Roads		Gomez, Oscar Javier Reyes Ortiz
2022	Random Generation of 2D PFC Microstructures through DEM Gravimetric Methods	Reino Unido, Road Materials And Pavement Design ISSN: 2164-7402, 2022 vol:23 fasc: 4 págs: 925 - 941, DOI:10.1080/14680629.2020.1860804	Laura Manrique Sanchez, Silvia Caro Spinel, Nicolas Estrada Mejia, Daniel Humberto Castillo Betancourt, Allex Eduardo Alvarez Lugo
2021	Dynamic characterization of box girder bridgesof large span built by successive cantilevers	Scientia Et Technica ISSN: 0122-1701, 2021 vol:26 fasc: N/A págs: 354 - 370, DOI:10.22517/23447214.24311	Carlos Alberto Riveros Jerez, Alvaro Viviescas
2021	Exploratory Study on the Addition of Sugarcane Bagasse Fibers to Permeable Friction Course Mixtures	Estados Unidos, Journal of Materials in Civil Engineering ISSN: 0899-1561, 2021 vol:33 fasc: 9 págs: 1 - 11, DOI:10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003849	Joao Paulo Costa Meneses, Jamilla Lutif Teixeira, Allex Eduardo Alvarez Lugo, Francisco Thiago Sacramento Aragão, Marcos A. Fritzen
2021	Biaxial Seismic Performance of a Two-Span Concrete	Estados Unidos, JOURNAL OF BRIDGE ENGINEERING ISSN: 1943-5592, 2021 vol:26 fasc: 8 págs: 04021056 - 04021056, DOI:10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0001753	Jose Miguel Benjumea Royero,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	Bridge Model with Six ABC Connections		Mehdi Saiidi, Ahmad Itani
2020	Verifying of the Finite Element Model of the Bridge Based on the Vibration Monitoring at Different Stages of Construction	Polonia, Archives of Civil Engineering ISSN: 1230-2945, 2020 vol:66 fasc: págs: 25 - 40, DOI:10.24425/ace.2020.131772	Alvaro Viviescas
2019	Correlation between Cross Sectional Area and Torsion Degree of Fique Yarns by Image Analysis System	Journal of Physics: Conference Series. ISSN: 1742-6596. 2019; 1247 (s/v):012030.	Díaz Ramírez, German Adolfo; Sánchez, Heller Guillermo; Cruz Hernández, Ricardo Alfredo
2018	Asynchronous seismic excitation in bridges: asynchronous patterns, analysis methods and structural types studied	Chile, Revista Ingenieria de Construccion ISSN: 0718-5073, 2018 vol:33 fasc: 1 págs: 93 - 110, **DOI:**	John Esteban Ardila Gonzalez, Gustavo Chio Cho, Jose Miguel Benjumea Royero
2018	Asynchronous seismic excitation on bridges: asynchrony patterns, methods of analysis and studied structural types	Chile, Revista Ingenieria de Construccion ISSN: 0718-5073, 2018 vol:33 fasc: N/A págs: 93 - 110, DOI:10.4067/S0718-50732018000100093	Gustavo Chio Cho, Jose Miguel Benjumea Royero
2016	"Compatibility analysis between Portland cement type I and micro/nano-SiO2 polycarboxylate-type superplasticizers in the presence of "	Reino Unido, ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL ISSN: 1843-3707, 2016 vol:3 fasc: 9 págs: 1 - 18, **DOI:**https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1260952	Luis Eduardo Zapata Orduz

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2016	"Ultrasonic pulse velocity for monitoring the susceptibility of concrete to sodium sulphate and wetting-drying cycles concrete to sodium sulphate and wetting-drying cycles" "ultrasonic pulse velocity for monitoring the susceptibility of concrete to sodiu	Venezuela, Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales ISSN: 0255-6952, 2016 vol:36 fasc: 2 págs: 1 - 13, **DOI:** 2244-7113	Luis Eduardo Zapata Orduz
2015	Effect of fly ash and nanosilica on compressive strength at early age	Estados Unidos, Advances In Applied Ceramics ISSN: 1743-6761, 2015 vol:114 fasc: 2 págs: 99 - 106, DOI: http://dx.doi.org/10.1179/1743676114Y.0000000200	Luis Eduardo Zapata Orduz
2015	A new multiplex-PCR for urinary tract pathogen detection using primer design based on an evolutionary computation method.	Corea del Sur, Journal of Microbiology and Biotechnology ISSN: 1017-7825, 2015 vol:25 fasc: 10 págs: 1714 - 1727, **DOI:**	Oscar Javier Begambre Carrillo

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2018	Línea base para el monitoreo de salud estructural del puente Gómez Ortiz a partir de pruebas de vibración ambiental	Colombia, Inge Cuc ISSN: 012 2-6517, 2018 vol:14 fasc: 1 págs: 52 - 65, DOI: http://dx.doi. org/10.17981/ingecuc14.1.2018.05	Alvaro Viviescas, Julian Carrillo, Laura Andrea Vargas Carvajal
2018	Identificación modal de un puente viga cajón usando mediciones óptimamente seleccionadas de ensayos de excitación ambiental	Colombia, Uis Ingenierías ISSN : 2145-8456, 2018 vol:18 fasc: págs: 31 - 40, DOI:10.18273/2019003	Alvaro Viviescas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2018	Análisis de modelos de deslizamiento en bloque para predecir el comportamiento dinámico del fenómeno de remoción en masa: Modelo Uniparamétrico y Modelo Biparamétrico	Colombia, Boletin de Geologia ISSN: 0120-0283, 2018 vol:40 fasc: N/A págs: 113 - 124, DOI:10.18273/revbol.v40n2-2018007	Gustavo Chio Cho
2017	Efecto del grado de capacidad de disipación de energía sísmica seleccionado en las cantidades de obra de muros de concreto reforzado	Tecnura ISSN: 0123-921X ed: Editorial UD (Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas). v.20 fasc.N/A p.25 – 28. 2017.	Gustavo Chio Cho, Jose Miguel Benjumea Royero, Fredy Saul Sotelo Monroy, Camilo Eduardo Celis Melo
2017	Determinación de la capacidad resistente de puentes viga-losa en concreto postensado mediante pruebas de vibración ambiental: Caso de estudio Puente El Ramo	Colombia, Inge Cuc ISSN: 0122-6517 , 2017 vol:13 fasc: n/a págs: 32 - 41, DOI:DOI: http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.13.1.2017.03	Alvaro Viviescas, Julian Carrillo Leon, Laura Andrea Vargas Carvajal
2016	Efecto del grado de capacidad de disipación de energía sísmica seleccionado en las cantidades de obra de muros de concreto reforzado	Colombia, Tecnura ISSN: 0123-921X , 2016 vol:20 fasc: 50 págs: 15 - 28, DOI:http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.4.a01	Jose Miguel Benjumea Royero, Fredy Sotelo, Camilo Eduardo Celis Melo, Gustavo Chio Cho
2016	Influencia de los dominios conceptuales en las competencias académicas: Área de física para ingeniería	Colombia, Revista Educación En Ingeniería ISSN: 1900-8260, 2016 vol:11 fasc: 21 págs: 30 - 37, DOI:	Diana Marcela Franco Duran, Guillermo Mejia Aguilar
2016	Evaluación de la rigidez a flexión de puentes de viga-losa en concreto presforzado a partir de pruebas de carga. Caso de estudio: puente La Parroquia, vía La Renta - San Vicente de Chucurí	Colombia, Uis Ingenierías ISSN: 1657-4583, 2016 vol:15 fasc: n/a págs: 145 - 159, DOI:	Alvaro Viviescas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2016	Influencia de los dominios conceptuales en las competencias académicas: Área de física para ingeniería	Colombia, Revista Educación En Ingeniería ISSN: 1900-8260, 2016 vol:11 fasc: 21 págs: 30 - 37, DOI:	Diana Marcela Franco Duran, Guillermo Mejia Aguilar

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dirección de trabajos de grado de maestría (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2019	Erica Llovana Arango Patiño Maestría en Ingeniería Civil: Modelado numérico de muros delgados de concreto reforzado en zonas de amenaza sísmica alta: caso Bucaramanga	Álvaro Viviescas Jaimes
2018	Verónica Rojas Sandino Maestría en Ingeniería Civil: Determinación de aspectos relevantes y recomendaciones al diseño por capacidad sugerido en la nsr-10 para el comportamiento estructural predecible de edificios de concreto reforzado	Álvaro Viviescas Jaimes
2017	Laura Juliana Niño Villamizar Maestría en Ingeniería Estructural: Diseño y Análisis No Lineal de una Edificación de 12 Pisos con Sistema Estructural de Muros Estructurales de Concreto Reforzado	Edison Osorio Bustamante
2017	Elkin Mauricio Lopez Morantes Maestría en Ingeniería Estructural: Evaluación de la confiabilidad de una estructura con pórticos de acero considerando la variabilidad en las propiedades del material	Gustavo Chio Cho
2017	Sergio Andres Vanegas Herrera Maestría en Ingeniería Estructural: Influencia en el comportamiento estructural debida a la variabilidad de las propiedades del hormigón, en pórticos de concreto reforzado mediante confiabilidad estructural	Gustavo Chio Cho
2017	Rafael Antonio Correa Melano Maestría en Ingeniería Estructural: Diseño y Análisis No Lineal de un Edificio de Muros de Carga de Concreto Reforzado en una Zona de Amenaza Sísmica Alta	Edison Osorio Bustamante
2016	Carlos Andres Delgado Rojas Maestría en Ingeniería Estructural: Propuesta metodológica para el diseño de conexiones metálicas precalificadas en Colombia	Ricardo Alfredo Cruz Hernandez
2016	Jeisson Armando Paipa Sanabria Maestría en Ingeniería Estructural: Comparación en sistema de rigidización para edificios de concreto reforzado ubicados en zona de amenaza sísmica intermedia	Gustavo Chio Cho

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2016	Leixer Rivero Londoño Maestría en Ingeniería Estructural: analisis y diseño de losas de cimentacion con interaccion suelo - estructura	Ricardo Alfredo Cruz Hernandez
2016	Jeffrey Guevara Maestría en Ingeniería Estructural: Aplicación de un algoritmo heurístico para optimización del peso de una torre de energía de alta tensión	Oscar Javier Begambre Carrillo

INVESTIGACIONES

Terminadas

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Estudio del comportamiento sísmico de edificaciones tipo túnel en zonas de alta amenaza. (Fase I).	Universidad del Quindío - Universidad Antonio Nariño - Universidad Pontificia Bolivariana - Universidad Industrial de Santander UIS	$ 394.161.423	Escuela de Ingeniería Civil	Pro. Alvaro Viviescas Jaimes Pro. Gustavo Chio Cho Pro. Oscar Javier Begambre Carrillo Pro. Ricardo Alfredo Cruz Hernández Est. Verónica Rojas Sandino Est.Érica Llovana Arango Patiño	Identificar los principales mecanismos de daño en sistemas estructurales de muros delgados pertenecientes a edificios altos ante acciones sísmicas.
Uso de tejidos ingenierizados de fibras naturales modificadas para elaboración de materiales compuestos con matrices poliméricas termoestables para aplicaciones	Universidad Industrial de Santander- UIS.	$ 30.000.000	Escuela de Ingeniería Civil	Pro. Ricardo Alfredo Cruz Hernández	Modificación de fibras y mallas de fique. Determinación de la arquitectura de mallas. Propuesta de polímeros sustentables para conformar compuestos base fique. Evaluación estructural del

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
estructurales.					material compuesto mallas y polímeros
Propuesta de un concreto convencional modificado con aditivo natural (jugo de fique) resistente a ambiente agresivo.	Universidad Industrial de Santander-UIS.	$ 35.000.000	Escuela de Ingeniería Civil	Pro. Ricardo Alfredo Cruz Hernández Pro. Oscar Javier Begambre Carrillo	Proponer material de refuerzo base fibras de fique para refuerzo del concreto. Evaluación estructural material compuesto de concreto modficado con jugo de fiquey fibra de fique. Evalaución de durabilidad del compuesto
Análisis experimental del movimiento del fenómeno de remoción de masas en materiales granulares.	Universidad Industrial de Santander-UIS.	$ 26.250.000	Escuela de Ingeniería Civil	Prof. Alvaro Vivivescas Jaimes Pro. Gustavo Chio Cho	Elaborar una herramienta computacional del modelo de deslizamiento en bloque que permita el ingreso de datos y retorne el valor de las variables buscadas (alcance, velocidad, aceleración) durante la trayectoria. *Desarrollar un montaje experimental que incluya materiales granulares con capacidad de fricción que permita medir la velocidad de flujo del material a través de una trayectoria definida y que a su vez permita la medición directa de las variables fenomenológicas involucradas en el movimiento, como

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					velocidad, alcance y parámetro de turbulencia. *Comparar los resultados del modelo experimental con los resultados del modelo matemático de deslizamiento en bloque mediante el análisis de las variables velocidad y alcance de recorrid
Comportamiento físico mecánico y de durabilidad de concretos ternarios de alto contenido en escoria en presencia de nano partículas de sílice	Universidad Industrial de Santander-UIS.	$ 25.000.000	Escuela de Ingeniería Civil	Pro. Luis Eduardo Zapata Orduz Prof Ricardo A Cruz Hernández	Determinar el compuesto de concreto con escoria. Determinar la respuesta estructural del concreto modificado. Evaluar la durabilidad del compuesto concreto escoria.
Entropía como índice de gestión para los proyectos de construcción.	Universidad Industrial de Santander-UIS.	Proyecto libre sin financiació	Escuela de Ingeniería Civil	Pro. Guillermo Mejía Aguilar Est. Diana Marcela Franco Durán	Revison de Litaeratura; Recogida de datos; análisis de resultados; Conclusiones
Análisis del desempeño sísmico y de las cantidades de obra de una edificación con sistema de muros de carga al modificar los requisitos mínimos de capacidad de	Universidad Industrial de Santander-UIS.	$ 112.102.242	Escuela de Ingeniería Civil	Prof. José Miguel Benjumea Royero Pro. Gustavo Chio Cho Est. Fredy Saúl Sotelo Monroy Est. Camilo Eduardo Celis Melo	Análisis la influencia de la selección de los requisitos mínimos de capacidad de disipación de energía para un nivel de amenaza sísmica dado, en el desempeño sísmico y en las cantidades de obra de una edificación con

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
disipación de energía.					sistema estructural de muros de carga. Determinar los principales parámetros de diseño en edificaciones típicas de esta tipología. Comparar las cantidades de obra de estructura (concreto y acero) al variar los requisitos mínimos de diseño.

En ejecución

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Respuesta de puentes viga cajón durante construcción por voladizos sucesivos bajo la acción combinada de movimientos sísmicos horizontales y verticales.	Universidad Industrial de Santander-UIS.	$ 161.256.000	Escuela de Ingeniería Civil	Pro. José Miguel Benjumea Royero	Analizar, mediante modelos computacionales, la respuesta y el desempeño durante construcción y en servicio por la acción simultanea de las componentes. Determinar parámetros sísmicos [como aceleración pico del terreno de las componentes vertical y horizontal o el intervalo de tiempo entre los picos] que inciden sustancialmente en la respuesta sísmica de estos puentes horizontales y vertical del sismo en puentes viga cajón de concreto preesforzado

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					construidos por el método de voladizos sucesivos. Proponer modelos computacionales de complejidad suficiente que permitan determinar la respuesta de puentes viga cajón bajo la acción de eventos sísmicos durante construcción y en servicio
Estudio de deformaciones a largo plazo de puentes viga-cajón construido por voladizos sucesivos en Colombia	Universidad Industrial de Santander-UIS.	$ 225.679.798	Escuela de Ingeniería Civil	Pro. Alvaro Viviescas Jaimes	*Búsqueda y recopilación de literatura científica internacional relacionada con las patologías asociadas a deformaciones a largo plazo por efectos diferidos de los puentes viga-cajón construidos por el método de los voladizos sucesivos. * Análisis de los parámetros de diseños tanto de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes (CCP14 y CCP95) como de la norma AASHTO (U.S.) y el Eurocódigo (Unión Europea). * Clasificación e identificación de las patologías. * Identificación y generación de bases de datos local (Santander). * Selección y obtención de información de puentes para caso de estudio.

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					*Modelamiento del caso de estudio por medio de elementos finitos (MIDAS). * Visita de inspección a la muestra de puentes seleccionada. Puentes con antigüedad mayor a 10 años en el país. * Análisis de resultados. * Elaboración de productos de la investigación (artículos, informes, etc.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOMOLÉCULAS (CIBIMOL)

DIRECTOR: Elena Stashenko

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO:

1. Actividad antioxidante de compuestos orgánicos sintéticos.
2. Actividad antioxidante de productos naturales.
3. Análisis ambiental.
4. Análisis de alimentos.
5. Análisis forense.
6. Análisis petroquímico.
7. Biocatálisis.
8. Bionanobiotecnología.
9. Bioquímica.
10. Bioremediación.
11. Biosíntesis orgánica.
12. Biotransformaciones.
13. GeoMicrobiología.
14. Ingeniería de Proteínas.
15. Metagenómica.
16. Microbiología Industrial.
17. Microbiología y Biotecnología Ambiental.
18. Mutagénesis Ambiental.
19. Obtención y caracterización de aceites esenciales y aromas.
20. Procesos de separación y purificación de metabolitos.
21. Producción agroindustrial de metabolitos secundarios vegetales.
22. Proteómica.
23. Quimioprevención.
24. Química teórica.
25. Síntesis orgánica.
26. Transformación catalítica de productos naturales.

REDES A LAS QUE PERTENECE EL GRUPO

1. BIO-RETO-XXI-15:50
2. La Red Nacional de Laboratorios
3. Red Nacional de Laboratorios de Geociencias
4. UT-Bio-Red-CO-CENIVAM

LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (Horas)
Elena Stashenko	Doctorado	Tiempo completo
Jairo René Martínez Morales	Doctorado	Tiempo completo
Jorge Luis Fuentes Lorenzo	Doctorado	Tiempo completo

PRODUCCIÓN ACADÉMICA (últimos 5 años):

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2020	A pentacyclic triterpene from Lippia origanoides H.B.K and its cytotoxic activity	Pharmacognosy Magazine ISSN: 0973-1296, vol. 16, pp. 513-516, 2020.	Elena Stashenko, Jairo Rene Martínez Morales, Raquel Elvira Ocazionez Jiménez, Arvind Kumar, Elizabeth Amparo Quintero Rueda
2020	Antimicrobial and antibiofilm activities of essential oils against Escherichia coli O157:H7 and methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA)	Antibiotics ISSN: 2079-6382, vol. 9, pp. 730-748, 2020.	Marlon Yesid Cáceres Ortiz, Elena Stashenko, Claudia Cristina Ortiz López, William Fernando Hidalgo Bucheli, Nicolas Sebastián Emilio Gómez Sequeda
2020	Biocatalytic potential of native basidiomycetes from Colombia for flavour/aroma production	Molecules ISSN: 1420-3049, vol. 25, pp. 4344-4362, 2020.	Elena Stashenko
2020	Photoprotective activity of Ipomoea horsfalliae flower extract	Brazilian Journal of Pharmacognsosy ISSN: 0102-695X, vol. 30, pp. 69-79, 2020.	Elena Stashenko, Lady Johanna Sierra Prada, Yuri Córdoba Campo, Jesica Julieth Mejía Medina, Elizabeth Amparo Quintero Rueda, Raquel Elvira Ocazionez Jiménez, Jairo Rene Martínez Morales
2020	Dynamic modeling and experimental	Computers '&' Chemical Engineering ISSN: 0098-1354, vol. 135, pp. 106738-106751,	Elena Stashenko, Anderson Julián Arias

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	validation of essential oils fractionation: Application for the production of phenylpropanoids	2020.	Velandia, Jairo Rene Martínez Morales, Aida Luz Villa Holguín, Daniel Mauricio Casas Orozco, Andrés Felipe Cáceres León
2020	Optimization of flavonoids extraction from Lippia graveolens and Lippia origanoides chemotypes with ethanol-modified supercritical CO2 after steam distillation	Industrial Crops and Products ISSN: 0926-6690, vol. 146, pp. 112170-112178, 2020.	Elena Stashenko, Anderson Julián Arias Velandia, Yuri Córdoba Campo, Jairo Rene Martínez Morales
2019	Unraveling the selective antibacterial activity and chemical composition of citrus essential oils	Scientific Reports ISSN: 2045-2322, vol. 9, pp. 17719-17732, 2019.	Elena Stashenko
2019	Fractionation of four Colombian essential oils by countercurrent chromatography and evaluation of their antioxidant activity	Journal Of Essential Oil Research ISSN: 2163-8152, vol. 32, pp. 12-22, 2019.	Elena Stashenko, Beatriz Eugenia Jaramillo Colorado, Peter Winterhalter
2019	Volatile fractions and essential oils of the leaves and branches of Dalea carthagenensis (Jacq.) J.F. Macbr. from northern region of Colombia	Journal of Essential Oil-Bearing Plants ISSN: 0972-060X, vol. 22, pp. 774-788, 2019.	Amner Muñoz Acevedo, Elena Stashenko
2019	Mitochondrial affectation, DNA damage and AChE inhibition induced by Salvia officinalis essential oil on Aedes aegypti larvae	Comparative Biochemistry And Physiology C-Toxicology '&' Pharmacology ISSN: 1532-0456, vol. 221, pp. 29-37, 2019.	Elena Stashenko, Ruth Mariela Castillo Morales, Stelia Carolina Méndez Sánchez, Jonny Edward Duque, Aurora Lisette Carreño Otero
2019	Repellent and fumigant actions of	Journal of Essential Oil-Bearing Plants ISSN: 0972-060X, vol. 22, pp. 18-30, 2019.	Elena Stashenko, Karina Roció Caballero Gallardo,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	the essential oils from Elettaria cardamomum (L.) Maton, Salvia officinalis (L.) Linnaeus, and Lippia origanoides (V.) Kunth against Tribolium castaneum and Ulomoides dermestoides		Jesús Tadeo Olivero Verbel, María Clara Alcalá Orozco
2019	Photoprotective and antigenotoxic effects of the flavonoids Apigenin, Naringenin and Pinocembrin	Photochemistry and Photobiology ISSN: 0031-8655, vol. 1, pp. 1-10, 2019.	Adriana García Forero, Elena Stashenko, Jorge Luis Fuentes Lorenzo, Raquel Elvira Ocazionez Jiménez
2018	Evaluation of in vitro Antiviral Activity of Essential Oil Compounds Against Dengue Virus	India, Pharmacognosy Journal ISSN: 0975-3575, 2018 vol:10 fasc: 1 págs: 55 - 59, DOI:10.5530/pj.2018.1.11	Elena Stashenko, Maria Camila Flechas Alarcon, Raquel Elvira Ocazionez Jimenez
2018	HS-SPME/GC/GC-MS Analysis of Volatile Constituents of Morina longifolia Wall	Inglaterra, Journal of Essential Oil-Bearing Plants ISSN: 0972-060X, 2018 vol:21 fasc: 1 págs: 155 - 163, **DOI:**10.1080/09720 60X.2018.1437782	Jairo Rene Martinez Morales, Elena Stashenko, Arvind Kumar, Vinay K. Varshney, Mohan Singh Rawat
2017	Interspecific variation and genetic relationship among Colombian Lippia sp. Based on small ribosomal subunit gene sequence analysis	Inglaterra, Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants ISSN: 1540-3580, 2017 vol:24 fasc: 1 págs: 99 - 108, DOI:10.1080/10496475.2017.1410509	Elena Stashenko, Liliana Santamaria Acevedo, Cesar Augusto Prada Medina, Fernando Rondon Gonzalez, Francisco Jose Martinez Perez
2017	Lippia origanoides extract induces cell cycle arrest and apoptosis and suppresses NF-kB signaling in triple-negative breast cancer cells	Grecia, International Journal of Oncology ISSN: 1019-6439, 2017 vol:51 fasc: 6 págs: 1801 - 1808, DOI:10.3892/ijo.2017.4169	Jorge Luis Fuentes Lorenzo, Elena Stashenko
2017	The SOS Chromotest applied for screening	Inglaterra, Photochemical '&' Photobiological Sciences ISSN: 1474-905X,	Elena Stashenko, Nathalia Quintero Ruiz, Adriana

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	plant antigenotoxic agents against ultraviolet radiation	2017 vol:17 fasc: 9 págs: 1424 - 1434, **DOI:**10.1039/c7pp00024c	Garcia Forero, Yuri Cordoba Campo, Jorge Luis Fuentes Lorenzo
2017	Antigenotoxic effect against ultraviolet radiation-induced DNA damage of the essential oils from Lippia species	Estados Unidos, Photochemistry and Photobiology ISSN: 0031-8655, 2017 vol:93 fasc: 4 págs: 1063 - 1072, DOI:10.1111/php.12735	Elena Stashenko, Nathalia Quintero, Yuri Cordoba Campo, Jorge Luis Fuentes Lorenzo
2017	Insecticidal and repellent activity of several plants-derived essential oils against Aedes aegypti	Estados Unidos, Journal of the American Mosquito Control Association ISSN: 8756-971X, 2017 vol:33 fasc: 1 págs: 25 - 35, DOI:10.2987/16-6585.1.	Elena Stashenko, Ruth Mariela Castillo Morales, Jonny Edward Duque
2017	Differential anti-proliferative effect on K562 leukemia cells of Lippia alba (Verbenaceae) essential oils produced under diverse growing, collection and extraction conditions	Estados Unidos, Industrial Crops and Products ISSN: 0926-6690, 2017 vol:96 fasc: N/A págs: 140 - 148, DOI:10.1016/j.indcrop.2016.11.057	Elena Stashenko, Liliana Torcoroma Garcia Sanchez, Herman Jose Arteaga Narvaez

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2019	Effect of Lippia alba essential oil administration on obesity and T2DM markers in Wistar rats	Revista Colombiana De Ciencias Químico Farmacéuticas ISSN: 0034-7418, vol. 48, pp. 411-424, 2019.	Elena Stashenko, Fernando Rodríguez Sanabria, María Victoria Paola Acevedo Estupiñán
2017	Análisis por GC/FID y GC/MS de la composición química y estudio de la actividad antioxidante de los metabolitos secundarios volátiles, aislados por diferentes técnicas, de Satureja viminea L. cultivada	Colombia, Scientia Chromatographica ISSN: 1984-4433, 2017 vol:9 fasc: págs: 1 - 15, DOI:10.4322/sc.2015.003	Jairo Rene Martinez Morales, Elena E Stashenko, Dora Marina Gutierrez Avella, Diana Lisseth Manrique Lopez

	en Colombia		
2016	Propuesta para seleccionar aceites esenciales de plantas de Colombia para investigación con base en su citotoxicidad	Colombia, Vitae ISSN: 0121-4004, 2016 vol:23 fasc: págs: 18 - 29, DOI:10.17533/udea.vitae.v23n1a03	Elena Stashenko, Raquel Elvira Ocazionez Jimenez, Sindi Alejandra Velandia Cruz, Maria Camila Flechas Alarcon

Capítulos de Libros

CAPÍTULOS DE LIBROS (Últimos 5 años)				
Año	**Título del Capítulo**	**Título de libro y número ISBN**	**Casa Editorial y Ciudad**	**Autor (Es)**
2019	Essential oils obtained from tropical plants, grown in Colombia, their chemical composition and some biological properties	Essential Oils - Oils of Nature, ISBN 978-1-78984-641-6.	IntechOpen	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales
2018	Identification of essential oil components	Essential Oils in Food Processing, ISBN: 9781119149392, Vol. , págs:57 - 117, Ed. J Wiley And Sons	Ed. J Wiley And Sons	Jairo Rene Martinez Morales, Elena Stashenko
2017	Essential oils constituted by prop-1(2)-enylbenzene derivates used for treatment of microbial infections	Estados Unidos, 2017, Essential oils and nanotechnology for treatment of microbial diseases, ISBN: 9781138630727-, Vol. , págs:39 - 98	Ed. Crc Press Boca Raton Florida USA	Elena Stashenko, Amner Munoz Acevedo, Martha Cervantes Diaz

Patentes

Año	**Nombre de la patente y número**	**País**	**Autor (es)**
2019	Proceso para la obtención de geraniol de origen natural. Registro de patente N° NC2016/0004432	Colombia	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales
2019	Dispositivo para recircular dióxido de carbono que integra procesos de licuado y almacenamiento en una sola etapa de recirculación y su proceso de ejecución. Registro de patente NC2016/0002034	Colombia	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales

Año	Nombre de la patente y número	País	Autor (es)
2019	Proceso continuo para el aprovechamiento integral de Lippia origanoides. Registro de patente N° NC2016/0005880	Colombia	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales
2018*	Proceso y obtención de una composición fungicida botánica. Solicitud de patente N° NC2018/0012970	Colombia	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales
2018*	Equipo, proceso y producto obtenido a partir de material vegetal con propiedades biológicas. Solicitud de patente N° NC2018/0013023	Colombia	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales
2018*	Sistema de recirculación de dióxido de carbono supercrítico que usa un dispositivo integrado de licuado y almacenamiento del fluido. Solicitud de patente N° NC2018/069778	Colombia	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales
2017*	Fotoprotector antioxidante. Solicitud de patente N° NC2017/0013654	Colombia	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales
2017*	Colorante antioxidante. Solicitud de patente N° NC2017/0013354-2017	Colombia	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales
2017*	Ambientador repelente. Solicitud de patente N° NC2017/0013334	Colombia	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales

*Estas patentes fueron solicitadas y se encuentran en proceso de aprobación

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dirección de tesis Doctoral (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2021	Marlon Javier Cáceres. Trabajo de grado concluido Doctorado en Ciencias Básicas Biomédicas. Estudio de la acción de aceites esenciales de plantas medicinales aromáticas sobra la inhibición de quorum sensing y la formación de biofilm de bacterias patógenas.	Claudia Cristina Ortiz, Elena Stashenko
2021	Ánderson Julián Arias Velandia. Trabajo de grado concluido Doctorado en Ingeniería Química. Estudio de la extracción supercrítica de flavonoides a partir de residuos de destilación de plantas productoras de fenilpropanoides.	Elena Stashenko, Jairo Rene Martínez Morales
2020	Fausto Prada Chaparro. Trabajo de grado concluido Doctorado en Química. Estudio de la diversidad de alcaloides pirrolizidínicos y sus cambios por efectos de herbivoría en Crotalaria L., proveniente de la región de Santander.	Elena Stashenko, Jairo Rene Martínez Morales
2020	Lady Johanna Sierra Prada. Trabajo de grado concluido Doctorado en Química. Estudio fitoquímico y evaluación de las actividades antioxidante y fotoprotectora de extractos de flores de plantas tropicales cultivadas en Colombia.	Elena Stashenko

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2019	Yuri Córdoba Campo. Trabajo de grado concluido Doctorado en Química. Estudio de la composición química y las actividades antioxidante y fotoprotectora de los extractos de damiana y orégano de monte, cultivadas de Santander.	Elena Stashenko
2016	Marisol Vergara Mendoza. Trabajo de grado concluido Doctorado en Ingeniería Química. Caracterización del crecimiento de biopelículas soportadas en un sistema de lecho fijo utilizado para la digestión anaerobia de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos.	Rodrigo Gonzalo Torres Sáez

Dirección de trabajos de grado de maestría (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2021	Cristian Andrés Oliveros. Trabajo de grado concluido Maestría en Química. Estudio por técnicas cromatográficas y de espectrometría de masas de los metabolitos secundarios de Pogostemon cablin Benth (Fam. Lamiaceae) en función de diferentes métodos de extracción.	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales
2020	Leidy Paola Acevedo Agudelo. Trabajo de grado concluido Maestría en Química. Desarrollo de una metodología analítica por GC-MS y LC-MS, para evaluar el contenido de timol y de carvacrol, y su efecto antioxidante en diferentes matrices de pollo de engorde.	Elena Stashenko, Jairo René Martínez Morales
2018	Karen Juliana Ramírez Vargas Maestría en Ingeniería Química: Modelamiento y optimización del proceso de destilación, fraccionamiento y obtención de extractos, en una planta piloto semi-continua, para el aprovechamiento integral de Lippia origanoides (orégano de monte)	Elena Stashenko, Jairo Rene Martinez Morales
2018	Nelson Giovanny Martínez Avellaneda Maestría en Ingeniería Química: Modelamiento de la destilación fraccionada de aceites esenciales y sus productos de reacción de Prins en un sistema batch	Elena Stashenko, Jairo Rene Martinez Morales
2016	Leidy Paola Acevedo Agudelo Maestría en Química: Desarrollo de una metodología analítica por gc-ms y lc-ms, para evaluar el contenido de timol y de carvacrol, y su efecto antioxidante en diferentes matrices de pollo de engorde	Diego Camilo Duran Garcia, Elena Stashenko, Jairo Rene Martinez Morales
2016	Cristian Andrés Oliveros Maestría en Química: Estudio por técnicas cromatográficas y de espectrometría de masas de los metabolitos secundarios de Pogostemon cablin Benth (Fam. Lamiaceae) en función de diferentes métodos de extracción	Jairo Rene Martinez Morales, Elena Stashenko

INVESTIGACIONES

Terminadas

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Construcción de una celda de alta presión acoplada a un sistema de extracción con CO2 supercrítico (1872)	Universidad Industrial de Santander (UIS)	$ 150.000.000	Escuela de Química	Jairo René Martínez	1.Implementar una celda de alta presión que permita medir en tiempo real la absorción de luz UV y luz visible por sustancias presentes en una corriente de CO2 supercrítico que circule por su interior. 2.Ensamblar un sistema de acoplamiento óptico de una fuente de emisión y un espectrómetro con la celda de alta presión, para adquirir en tiempo real espectros de absorción por transiciones electrónicas, de mezclas de sustancias disueltas en CO2 supercrítico. 3. Aplicar métodos de la estadística multivariable y algoritmos avanzados basados en regresores lineales, al registro de la variación de la respuesta espectral de la mezcla de metabolitos secundarios extraídos de material vegetal por CO2 en estado supercrítico, para establecer el número de especies químicas y la variación temporal de sus cantidades relativas. 4.Estudiar la solubilidad

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					en CO2 de los metabolitos secundarios extraíbles de hojas y tallos de 3 quimiotipos de Lippia origanoides para obtener información que posibilite el diseño de procedimientos de extracción selectivos. 5.Diseñar procedimientos de cuantificación de la concentración de sustancias específicas, a partir del estudio del proceso de extracción con CO2 supercrítico de material vegetal enriquecido con cantidades conocidas de sustancias patrón.

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Estudio de la composición química y evaluación de la actividad antioxidante de extractos de flores tropicales (Ipomoea horsfalliae y Thunbergia grandiflora), obtenidos por diferentes técnicas de extracción (1781).	Universidad Industrial de Santander (UIS)	$ 30.000.000	Escuela de Química	Jairo René Martínez	1. Identificar por cromatografia de gases acoplada a espectrometria de masas (GC-MS), los componentes quimicos volatiles y semivolatiles de extractos de flores de Ipomoea horsfalliae y Thunbergia grandiflora, obtenidos con micro-extraccion en fase solida (SPME), fluido supercritico (SFE) y extraccion con solvente (SE). 2. Identificar por cromatografia liquida acoplada a espectrometria de masas (LC-MS), los compuestos quimicos, obtenidos por extraccion con solventes, de flores secas de Ipomoea horsfalliae y Thunbergia grandiflora. 3.Evaluar la actividad antioxidante de las mezclas de metabolitos secundarios obtenidas por extraccion con fluido supercritico, o con solventes organicos.

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Evaluación del contenido de timol y carvacrol, y su posible efecto antioxidante, en diferentes órganos de pollo de engorde que consumen alimento con aditivos de origen natural (2315)	Universidad Industrial de Santander (UIS)	$ 35.000.000	Escuela de Química	Elena Stashenko Jorge Luis Fuentes Lorenzo	1.Encontrar las mejores condiciones experimentales para la extracción HS-SPME de los compuestos timol y carvacrol, presentes en el alimento y en órganos de pollos de engorde, que incorporan aceites esenciales como promotores de crecimiento. 2,Evaluar la distribución de timol y carvacrol, mediante HS-SPME, en diferentes órganos de pollos de engorde (plasma, intestino delgado y ciego, riñón, músculo y pulmón), que consumen alimento con aceites esenciales. 3.Evaluar la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC), para los órganos de pollo que muestren la presencia de timol y carvacrol. 4.Determinar mediante cromatografía de gases con detector de captura de electrones (μ-ECD) los productos de la oxidación lipídica en muestras de carne de pollo que muestren la presencia de timol y carvacrol.

GRUPO DE ESTUDIOS EN BIODIVERSIDAD - GEBIO

DIRECTOR: Martha Patricia Ramírez Pinilla

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO:

1. Sistemática y biogeografía.
2. Biología de la reproducción y el desarrollo.
3. Ecología.
4. Filogeografía.
5. Evolución.
6. Morfología, anatomía y sistemática de angiospermas.

LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (Horas)
Martha Patricia Ramírez Pinilla	Doctorado	Tiempo Completo
Enrique Arbeláez Cortés	Doctorado	Tiempo Completo
Andrés Felipe Castaño González	Doctorado	Tiempo Completo
Daniel Rafael Miranda Esquivel	Doctorado	Tiempo Completo
Víctor Hugo Serrano Cardozo	Doctorado	Tiempo Completo
Maria Isabel Criales Hernandez	Doctorado	Tiempo Completo
Leidy Viviana Romero Alarcón	Pregrado	Tiempo parcial
Yurany Nathaly Hernández Díaz	Maestría	Tiempo parcial

PRODUCCIÓN ACADÉMICA (últimos 5 años):

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2021	Effects of Hydrogel Use in Carinians pyriformis (Lecythidaceae) Seedlings Under different Water Regimes	Floresta e Ambiente ISSN: 2179-8087, vol:28 fasc: 2 págs: 1 – 9	Ingrid Vanessa Rios Anaya, Andrés Iván Prato Sarmiento, Andrés Felipe Castaño Gonzalez
	Reproductive phenology in a Neotropical aquatic snake	Journal of Natural History ISSN: 1464-	Daniela García Cobos,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2021	shows marked seasonality influenced by rainfall patterns	5262, vol:54 fasc: 29-30 págs: 1845 - 1862	Andrew Crawford, Martha Patricia Ramírez Pinilla
2020	The Koepcke's spear-nosed bat, Gardnerycteris koepckeae (Gardner and Patton, 1972) (Chiroptera: Phyllostomidae), is not endemic to Peru: first record from the Amazon foothills of Colombia.	Mammalia ISSN: 1864-1547, vol:107 fasc: págs: 1 – 8.	Javier Enrique Colmenares Pinzón, Luis Germán Gómez Bernal, Héctor E. Ramírez-Chaves, Darwin Manuel Morales Martínez
2020	Hemipenial morphology of nine South American species of Mabuya (Scincidae: Lygosominae) with comments on the morphology of the family Estados Unidos.	Anatomical Record ISSN: 0003-276X, vol:303 fasc: NA págs: 1 – 14.	Paola María Sánchez, Martha Patricia Ramírez Pinilla, Elson Ferley Meneses Pelayo, Pedro Sales Nunes.
2020	Floral anatomy of *Tristerix longebracteatus* (Loranthaceae).	Revista de Biología Tropical ISSN: 0034-7744, vol:68 fasc: 1 págs: 87 – 97.	Laura Alejandra Lamilla, Camila Andrea Robayo Molina, Andrés Felipe Castaño González, Xavier Marquínez Casas, Lauren Raz.
2020	Reproductive activity, microhabitat use, and calling sites of *Pristimantis bacchus* (Anura: Craugastoridae).	Amphibia - Reptilia ISSN: 0173-5373, vol:41 fasc: 1 págs: 1 – 11.	Wilfredo Chinchilla Lemus, Victor Hugo Serrano Cardozo, Martha Patricia Ramírez Pinilla.
2020	Validation of an enzyme immunoassay for the quantification of testosterone in green iguana males (*Iguana iguana*).	General and Comparative Endocrinology ISSN: 0016-6480, vol:287 fasc: 1 págs: 1 - 6	Heriberto Barbosa Morales, Rodrigo Luis Silva Ribeiro Santos, Martha Patricia Ramírez Pinilla.
2020	Defining the phylogeographic relationship between cis- and trans-Andean populations of Dendrocincla fuliginosa and Xenops minutus in	Mexicana de Biodiversidad 91. En: México. ISSN: 1870-3453. v. 91, p.1-18, 2020	Enrique Arbeláez Cortés

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	Colombia		
2019	A new, overlooked species of Aiphanes (Arecaceae) from Santander, Colombia	Nueva Zelanda. ISSN: 1179-3155. v. 405 N° 2 p. 101-105, 2019	Rodrigo Bernal, Felipe Castaño, María José Sanín
2018	Phylogeography indicates incomplete genetic divergence among phenotypically differentiated montane forest populations of Atlapetes albinucha (Aves, Passerellidae)	Zookeys. ISSN: 1313–2989. v. 809, p.125-148, 2018.	Alberto Rocha Méndez, Luis A. Sánchez González, Enrique Arbeláez Cortés, Adolfo G. Navarro Sigüenza
2018	Land-use heterogeneity by small-scale agriculture promotes amphibian diversity in montane agroforestry systems of northeast Colombia	Agriculture Ecosystems '&' Environment ISSN: 0167-8809 ed: Elsevier Science Bv v.264 fasc. p.15 - 23 ,2018	Björn Reu, Martha Patricia Ramirez Pinilla, Elson Meneses Pelayo, Nico Eisenhauer, Mina Krieger, Raffael Ernst, Lilith Zoe
2017	"First record of Scarlet-thighed Dacnis, Dacnis venusta (Lawrence, 1862) (Aves: Traupidae) for the middle Magdalena valley of Santander, Colombia	Check List ISSN: 1809-127X v.13 fasc.3 p.1 - 4, 2017	Fernando Javier Cediel Martínez, Víctor Hugo Serrano Cardozo

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2020	On birds of Santander-bio expeditions, quantifying the cost of collecting voucher specimens in Colombia	Acta Biologica Colombiana. ISSN: 0120-548X. v.25 p. 37-60, 2020	Enrique Arbeláez Cortés, Daniela Villamizar Escalante y Fernando Rondón González
2015	Estudio comparativo de la variación de la estructura de la comunidad fitoplanctonica en la ciénaga de Paredes y su relación con las condiciones hidrobiologicas durante los	L Memorias Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas. ISSN:0120-4173. Número 27 Suplemento 1, P.P.1-374. Colombia, octubre 06 de 2015.	Maria Isabel Criales Hernandez

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	fenómenos El Niño- La Niña		

INVESTIGACIONES

Terminadas

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Estructuración de una colección de tejidos para soportar el análisis molecular de la biodiversidad	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 25.000.000	Escuela de Biología	Enrique Arbeláez Cortés (pro) Martha Patricia Ramírez Pinilla (pro)	1.Organizar y catalogar las muestras de tejidos de vertebrados obtenidos para fines de análisis moleculares durante actividades asociadas al Museo de Historia Natural de la UIS, al Grupo de Investigación en Biodiversidad y a la Escuela de Biología, sistematizando y haciendo pública su información. 2.Incrementar la representación taxonómica y geográfica de las muestras de tejidos mediante exploración y colectas en al menos dos localidades, priorizando sitios sin muestreos previos. 3.Establecer un protocolo detallado y explícito con estándares adecuados para la obtención, curaduría, almacenamiento, sistematización y uso de

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					muestras de tejido de la colección. 4.Obtener y analizar información molecular de por lo menos un taxón del nororiente colombiano con el fin de dilucidar patrones evolutivos que permitan proponer hipótesis sobre la evolución reciente en esta región del País.
Revisión taxonómica de la familia Arecaceae (Palmae) para el departamento de Santander, Colombia	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 25.000.000	Escuela de Biología	Andrés Felipe Castaño González (pro) Víctor Hugo Serrano Cardozo (pro)	1.Revisar la taxonomía de las especies estudiadas y describir su morfología. 2.Establecer y curar la colección de referencia de especímenes de palmas presentes en el Herbario (UIS). 3.Estudiar la morfología de las flores e iniciar la antoteca del Herbario UIS. 4.Aportar elementos para redefinir el estado de conservación de las palmas en el Departamento.
Efecto de la intensidad en el manejo de					1.Evaluar la composición y la diversidad de la fauna de anfibios en SAF con diferentes sistemas de manejo y compararlas con las presentes en los bosques tropicales naturales submontanos cercanos.

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
agroforestales con cacao y café sobre la conservación y diversidad de anfibios en San Vicente de Chucurí, Santander	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 25.000.000	Escuela de Biología	Martha Patricia Ramírez Pinilla (pro) Bjorn Reu (pro)	2.Caracterizar la estructura del hábitat y microhábitat de SAF y su comparación con bosques submontanos tropicales naturales para identificar las causas principales que afectan los anfibios bajo diferentes estrategias de manejo. 3.Realizar un mapa predictivo y de evaluación de riesgo para la diversidad de anfibios a escala de paisaje.
Monitoreo de la Fauna terrestre existente en la franja de protección del embalse de la Central Hidroeléctrica Sogamoso y áreas de reserva protectora.	ISAGEN	$ 727.272.000	Escuela de Biología	Martha Patricia Ramírez Pinilla (pro) Víctor Hugo Serrano Cardozo(pro)	1. Realización de moniteoreo constantes de la franja de protección del embalse de la Central Hidroeléctrica Sogamoso y áreas de reserva protectora

En ejecución

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Prevalencia y composición de hemoparásitos causantes de malaria en aves silvestres asociadas a agroecosistemas en el departamento de Santander.	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 50.000.000	Escuela de Biología	Víctor Hugo Serrano Cardozo (pro) Fernando Rondón González (pro)	1.Estandarizar métodos basados en biología molecular requeridos en la identificación de hemoparásitos que causan Malaria aviar. 2.Identificar a partir de secuencias génicas el tipo de hemoparásito involucrado en la infección por Malaria en las aves objeto de estudio. 3.Estimar la prevalencia de infección de Malaria Aviar en las localidades consideradas en el estudio. 4.Determinar diferencias entre la composición de linajes de parásitos en las localidades consideradas. 5.Determinar diferencias en la composición de parásitos y aves

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
					entre las localidades consideradas. 6. Evaluar la posible influencia de la riqueza de aves sobre la riqueza de parásitos detectados. 7. Formar investigadores en el área objeto de estudio.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN DESARROLLO REGIONAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - GIDROT

DIRECTOR: Isaac Guerrero Rincón

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO:

1. Análisis Económico del Derecho.
2. Economía Ambiental y de los Recursos Naturales.
3. Estudios de Comportamiento Económico.
4. Regulación Económica.

LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (Horas)
Amado Antonio Guerrero Rincón	Doctorado	Tiempo Completo
Gonzalo Alberto Patiño Benavides	Doctorado	Tiempo Completo
Isaac Guerrero Rincón	Maestría	Tiempo Completo
Sergio Fernando Castillo Castelblanco	Doctorado	Tiempo Completo
Jorge Luis Navarro España	Maestría	Tiempo Completo
Claudia Patricia Cote Peña	Especialización	Tiempo Completo

PRODUCCIÓN ACADÉMICA (últimos 5 años):

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2016	Las certificaciones de calidad y la internacionalización de las firmas industriales colombianas	Suiza, Suma De Negocios ISSN: 2215-910X, 2016 vol:39 fasc: págs: 8 - 17, DOI:10.1016 Autores:	Hector Alberto Botello Penaloza
2015	Análisis empresarial de la influencia de las TIC en el esempeño de las empresas de servicios en Colombia	Chile, Revista Virtual Universidad Católica Del Norte ISSN: 0124-5821, 2015 vol:45 fasc: N/A págs: 3 - 15	Hector Alberto Botello Penaloza

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, Volumen, etc	Autor(es)
2018	Factores socioeconomicos que explican las decisiones de asistencia escolar y trabajo infantil en Colombia	Finanzas y Política Económica. ISSN 2248-6046. ed: Universidad Catolica de Colombia v.10 No1 p 135-151, 2018.	Isaac Guerrero Rincón, Alexandra Cortes Aguila, Ismael Estrada Cañas
2017	Condiciones para el empoderamiento de la mujer rural en Colombia	Colombia, Entramado ISSN: 1900-3803, 2017 vol:13 fasc: 1 págs: 62 - 70, **DOI:**http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25135 Autores:	Isaac Guerrero Rincon, Hector Alberto Botello Penaloza
2017	Efectos de las características físicas en los ingresos laborales en Ecuador, 2012	Colombia, Semestre Económico ISSN: 0120-6346, 2017 vol:20 fasc: 42 págs: 127 - 142, **DOI:** 10.22395/seec.v20n42a5	Isaac Guerrero Rincon, Hector Alberto Botello Penaloza
2017	Los observatorios de Concejos municipales en Colombia: Un reto para ejercer control social	Colombia, Economía & Región ISSN: 1692-8989, 2017 vol:11 fasc: 1 págs: 59 - 88, **DOI:**http://publicaciones.unitecnologica.edu.co/index.php/economia-y-region/article/view/121 Autores:	Isaac Guerrero Rincon, Jorge Luis Navarro Espana
2016	Benchmarking entre sistemas regionales de innovación el caso de Santander y Antioquia	Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación. ISSN: 2027-8306 ed: Publicaciones UPTC v.7 fasc.1 p.11-24, 2016	Claudia Patricia Cote Peña, Claudia Patricia Meneses Amaya, Cristian Johan Arenas Morantes, Danitza Ivonne Caballero Perez
2016	Caracterización socioeconómica y vocacional de estudiantes de últimos grados de bachillerato en colegios públicos y privados: el caso del Área Metropolitana de Bucaramanga	Colombia, Revista Lebret ISSN: 2145-5996, 2016 vol:8 fasc: págs: 265 - 286, **DOI:**http://dx.doi.org/10.15332/rl.v0i8.1698	Gustavo Garcia Cediel, Aurora Ines Gafaro Rojas, Freddy Jesus Ruiz Herrera, Diana Carolina Paez Ardila, Estefani Prada Villamizar, Yoana Patricia Bermudez Gonzalez, Pedro Fernando Delgado Jaimes, Guillermo Rincon Velandia

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, Volumen, etc	Autor(es)
2016	El crédito a partir de los recursos de las cofradías en la provincia de Pamplona, siglo XVIII	Colombia, Anuario De Historia Regional Y De Las Fronteras ISSN: 0122-2066, 2016 vol:21 fasc: 2 págs: 219-247, DOI: http://dx.doi.org/10.18273/revanua. v21n2-2016009	Amado Antonio Guerrero Rincon
2016	Efecto del acoso escolar en el Desempeño Lector en Colombia	Colombia, Zona Próxima ISSN: 2145-9444, 2016 vol:24 fasc: págs: 1 - 12	Hector Alberto Botello Penaloza
2016	Desempeño académico y tamaño del salón de clase: evidencia de la prueba PISA 2012	Colombia, Actualidades Pedagógicas ISSN: 0120-1700, 2016 vol:67 fasc: págs: 97 – 112.	Hector Alberto Botello Penaloza

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dirección de trabajos de grado de maestría (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2019	Ingrid Yadira Arenales Jaimes Maestría en Gestión y Políticas Públicas: Lineamientos para la formulación de la política pública de trabajo decente en el municipio de Girón, Santander	Isaac Guerrero Rincon
2019	Jenny Ochoa Castillo Maestría en Economía y Desarrollo: Análisis del sistema regional de innovación en el sector agroindustrial de Santander: un enfoque desde la especialización inteligente	Amado Antonio Guerrero Rincón
2018	Yenni Yurley Gutiérrez Esparza Maestría en Gestión y Políticas Públicas: Diseño de un modelo de observatorio de infancia y adolescencia para Bucaramanga y su área metropolitana	Isaac Guerrero Rincón, Freddy Jesús Ruiz Herrera
2018	Andrés Felipe León Esteban Maestría en Economía y Desarrollo: La energización como determinante de la calidad de vida en áreas rurales dispersas de Colombia	Isaac Guerrero Rincón, Viatcheslav Kafarov

INVESTIGACIONES

Terminadas

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
El trabajo decente como factor dinamizador de la competitividad regional: estudio de caso en el Area Metropolitana de Bucaramanga y Barrancabermeja	Corporación Centro de Estudios Regionales del Magdalena Medio y Universidad Industrial de Santander - UIS	$31.980.000	Escuela de Economía y Administración	Freddy Jesús Ruiz Herrera (pro) Isaac Guerrero Rincón (pro) Leidy A. Porras Nova (est)	Informe sobre el trabajo decente como dinamizador de la competitividad regional: caso de estudio AMB y Barrancabermeja, que sirve como base para definir un instrumento de política
Diagnóstico de trabajo infantil y sus peores formas en el Municipio de Bucaramanga	Alcaldía de Bucaramanga	$175.000.000	Escuela de Economía y Administración	Isaac Guerrero Rincón (pro) Alexandra Cortés Aguilar (pro) Amado Antonio Guerrero Rincón (pro)	Se realizan estudios y estadisiticas, recolección de información y se plantean las diferentes areas en donde se ve reflejado el trabajo en infantil en el area de B/manga.
Fortalecimiento al Observatorio Concejo Visible de Bucaramanga	Programa Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD	$39.600.000	Escuela de Economía y Administración	Maria Teresa Ferreira (pro) Isaac Guerrero Rincón (pro) Amado Antonio Guerrero Rincón (pro)	Seguimiento a las actividades desarrolladas por el Concejo del municipio de Bucaramanga en ejercicio de sus funciones constitucionales y con base en ellos sensibilizar a los actores sobre la importancia de realizar seguimiento y veeduría a dicha institución

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN POBLACIÓN, AMBIENTE Y DESARROLLO (G-PAD)

DIRECTOR: Raquel Méndez Villamizar

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO:

1. Educación y cambio social.
2. Poder, subjetividades y cultura.
3. Práxis en trabajo social.
4. Territorio, conflictos y hábitat.

REDES A LAS QUE PERTENECE EL GRUPO

1. Red Colombiana de Mujeres Filósofas.
2. Red de Investigación de Género en Educación Superior.
3. Comité Técnico - Pacto por la Educación de Santander.
4. Red Iberoamericana de Investigación del Laboratorio para el Estudio Sociohistórico de las Sexualidades (LIEES).

LISTADO DE PROFESORES INVESTIGADORES

Nombre	Máximo nivel de formación	Dedicación (Horas)
Andrea Hernández Quirama	Doctorado	Tiempo completo
Björn Reu	Doctorado	Tiempo completo
Claudia Milena Quijano Mejía	Maestría	Tiempo completo
Héctor Mauricio Rojas Betancur	Doctorado	Tiempo completo
Helwar Hernando Figueroa Salamanca	Doctorado	Tiempo completo
Juan Carlos Aceros Gualdrón	Doctorado	Tiempo completo
Juan Manuel Latorre Carvajal	Maestría	Tiempo completo
Raquel Méndez Villamizar	Doctorado	Tiempo completo

PRODUCCIÓN ACADÉMICA (últimos 5 años):

Artículos en revistas internacionales indexadas

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2020	El apoyo familiar y la pérdida de la autonomía de los jóvenes	Revista de la Educación Superior ISSN: 0185-2760, vol. 49, fasc. 195, pp. 21 - 34, 2020.	Clara Inés Santander Dueñas, Héctor Mauricio Rojas Betancur

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	universitarios.		
2020	Industrial mining and social investment in Santurbán: reflections from a gender decolonial approach.	Journal of International Women's Studies ISSN: 1539-8706, vol. 21, fasc. 1, pp. 30 - 46, 2020.	Raquel Méndez Villamizar, Yuly Andrea Mejía Jerez
2020	Due fori e un giuramento: il contributo storico-filosofico di Paolo Prodi al dibattito sul ruolo della religione nelle democrazie occidental.	Giornale di Storia Costituzionale ISSN: 1593-0793, vol. 39, fasc. 1, pp. 259 - 283, 2020.	Andrés Botero Bernal, Javier Orlando Aguirre Román
2019	Environmental and socioeconomic determinants of leptospirosis incidence in Colombia.	Cadernos de Saude Publica ISSN: 0102-311X, vol. 35, fasc. 3, pp. 1 - 15, 2019.	Juan David Gutiérrez, Ruth Aralí Martínez Vega, Héctor Botello, Freddy Jesús Ruiz Herrera, Laura Carolina Arenas López, Karen Dayana Hernández Téllez
2019	El juramento y los dos foros: los aportes histórico-filosóficos de Paolo Prodi en relación con el rol de la religión en las democracias occidentales.	Tópicos ISSN: 0188-6649, vol. 57, fasc. N/A, pp. 87 - 124, 2019.	Andrés Botero Bernal, Javier Orlando Aguirre Román
2018	Evaluating the effect of nutrient redistribution by animals on the phosphorus cycle of lowland	Biogeosciences Discussions ISSN: 1810-6285, vol. 15, fasc. 1, pp. 279 - 295, 2018.	Corina Buendía, Axel Kleidon, Stefano Manzoni, Björn Reu, Amilcare Porporato

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	Amazonia.		
2018	Acciones colectivas y agroecología: lineamientos de la literatura de economía familiar campesina.	Espacios ISSN: 0798-1015, vol. 39, fasc. 48, pp. 32 - 47, 2018.	Raquel Méndez Villamizar, Juan Diego Villamizar Escobar, Jorge Winston Barbosa Chacón
2018	En casa mientras puedas. Construcción discursiva del apego al hogar en personas mayores.	Athenea Digital: Revista de Pensamiento e Investigacion Social ISSN: 1578-8946, vol. 18, fasc. 3, pp. 1 - 27, 2018.	Juan Carlos Aceros Gualdron
2018	Land-use heterogeneity by small-scale agriculture promotes amphibian diversity in montane agroforestry systems of northeast Colombia	Agriculture Ecosystems '&' Environment ISSN: 0167-8809, vol. 264, pp. 15 - 23, 2018.	Lilith Zoe Brüning, Mina Krieger, Elson Meneses Pelayo, Nico Eisenhauer, Martha Patricia Ramírez Pinilla, Björn Reu, Raffael Ernst
2018	Dung beetles and their ecological functions in tree agroforestry systems in the Lacandona rainforest of México.	Biodiversity and Conservation ISSN: 1572-9710, vol. 27, fasc. N/A, pp. 1 - 16, 2018.	María Carolina Santos Heredia, Ellen Andresen, Diego Alejandro Zarate Caicedo, Federico Escobar Sarria
2017	Monitoring ecological change during rapid socio-economic	Canadá, Environmental Science And Policy ISSN: 1873-6416, 2017 vol:76 fasc: págs: 40 - 49, DOI:https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.06.011 Autores:	Corina Buendia Grigoriu

Año	Título del artículo	Nombre de la revista ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	and political transitions: Colombian ecosystems in the post-conflict era		
2016	The use of airborne hyperspectral data for tree species classification ina species-rich Central European forest area	Inglaterra, International Journal Of Applied Earth Observation And Geoinformation ISSN: 0303-2434, 2016 vol:52 fasc: N/A págs: 464 - 474, **DOI:**10.1016/j.jag.2016.07.018	Ronny Ritcher, Björn Reu, Michael Vohland, Christian Wirth
2016	Miedo, conformidad y silencio: la violencia en las relaciones de pareja en áreas rurales de Ecuador	Psychosocial Intervention, ISSN: 1132-0559, vol. 25, fasc. 1, pp. 9 - 17, 2016.	Raquel Méndez Villamizar, Santiago José Boira Sarto, Pablo Carbajosa Vicente

Artículos en revistas nacionales

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
2021	De todas maneras, al final estaremos solos: implicaciones futuras de la decisión de no tener hijos.	Revista Colombiana de Ciencias Sociales ISSN: 2216-1201, vol. 12, fasc. 2, pp. 805 - 819, 2021.	Andrea Hernández Quirama, Héctor Mauricio Rojas Betancur
2021	Percepción pública de la trata de personas. Lecciones para la acción estatal y ciudadana en la prevención de la trata de personas en Santander.	Estudios Socio-Jurídicos ISSN: 0124-0579, vol. 23, fasc. 2, pp. 1 - 30, 2021.	Juan Carlos Aceros Gualdron, Wendy Tatiana Duque Moreno, Yesenia Andrea Monsalve Mantilla, Angie Paola Silva Carvajal
2021	Significados de paternidad para jóvenes universitarios:	Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud ISSN: 1692-	Andrea Hernández Quirama, Carolina

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	cotidianidad, relaciones y cambios en proyecto de vida.	715X, vol. 19, fasc. 1, pp. 1 - 21, 2021.	Rivero Rubio, Leidy Johana Linares García
2020	El dispositivo de seguridad nacional y las prácticas tanatopolíticas en Bucaramanga, Santander (1980-1989)	Revista CS Universidad ICESI ISSN: 2011-0324, vol. 31, pp. 159 – 186, 2020.	Álvaro Acevedo Tarazona, Yuly Andrea Mejía Jerez, Andrés David Correa Lugos
2020	La prensa como fuente documental para el análisis y la investigación social	Historia y Memoria ISSN: 2027-5137, vol. 20, pp. 347 - 373, 2020	Álvaro Acevedo Tarazona, Juliana Villabona Ardila
2020	Caracterización de la violencia de pareja en el contexto de la minería aurífera en dos municipios de influencia del páramo de Santurbán, Colombia	Revista Estudios Socio-Jurídicos ISSN: 0124-0579, vol. 22, fasc. 1, pp. 175-202, 2020.	René Álvarez Orozco, Lucía Andrade Manjarrés, Yinny Paola Valencia Atuesta
2019	Cambios y permanencias en la organización familiar del cuidado	Hallazgos ISSN: 2422-409X, vol. 16, fasc. 31, Enero-Junio, pp. 1-25, 2019.	Andrea Hernández Quirama, Johana Linares García, Héctor Mauricio Rojas Betancur
2019	Pensar el cambio socioambiental: un acercamiento a las acciones colectivas por el páramo de Santurbán (Santander, Colombia)	Revista Colombiana de Sociología ISSN: 0120-159X, vol. 42, fasc. 1, pp. 157 - 175, 2019.	Álvaro Acevedo Tarazona, Andrés David Correa Lugos
2018	Accesibilidad espacial e inclusión social: experiencias de ciudades incluyentes en Europa y Latinoamérica	Civilizar: Ciencias Sociales y Humanas ISSN: 2619-189X, vol. 18, fasc. 35, pp. 115 - 128, 2018.	Johana Linares García, Andrea Hernández Quirama, Héctor Mauricio Rojas Betancur
2018	Acciones colectivas y agroecología: lineamientos de la literatura de economía familiar campesina	Espacios ISSN: 0798 1015, Vol. 39, fasc. 48, pp. 32, 2018.	Raquel Méndez Villamizar, Juan Diego Villamizar Escobar, Jorge Winston Barbosa Chacón
2017	Cartografías utópicas: muerte y redención en la obra de Vallejo	Nómadas ISSN: 2539-4762 ed: Universidad Central Bogotá - Colombia, núm. 47, pp. 109 - 121, 2017.	Álvaro Acevedo Tarazona, Andrés David Correa Lugos
2017	Protesta y movilización estudiantil en la Universidad Industrial de Santander: la	Revista Historia de la Educación Latinoamericana, ISSN: 0122-7238 ed: Universidad Pedagógica y Tecnológica	Raquel Méndez Villamizar, Héctor Mauricio Rojas Betancur,

Año	Título del artículo	Nombre de la revista, ISSN, volumen, etc.	Autor (es)
	oportunidad política	de Colombia, vol. 19, fasc. 28, pp. 91 - 108, 2017.	Leidy Johana Linares García
2017	Experiencia del proceso metodológico para el diseño de planes locales de igualdad de oportunidades en Santander, Colombia	Ágora USB ISSN: 1657-8031, vol. 17, fasc. 2, pp. 534 – 544, 2017.	Andrea Hernández Quirama, Laura Inés Badillo Ramírez, Raquel Méndez Villamizar
2017	Zonas de Reserva Campesina: territorialidades en disputa. El caso del Valle del río Cimitarra, Colombia	Revista de Trabajo social e intervención social ISSN: 2389-993X ed: Universidad del Valle, vol. 24, pp. 225 - 251, 2017.	Claudia Milena Quijano Mejia, Johana Linares García
2017	Tensiones identitarias en las vivencias erótico-afectivas: escenario cotidiano de las relaciones de género en contextos extractivos de oro y petróleo	Tabula Rasa, ISSN: 1794-2489, vol. 26, pp. 331 - 351, 2017.	Raquel Méndez Villamizar, Héctor Mauricio Rojas Betancur, Leticia Montero Torres
2016	Diferencias salariales por género en el departamento de Santander, Colombia	Apuntes Del Cenes ISSN: 0120-3053, vol. 35, fasc. 61, pp. 267 - 302, 2016.	Alexandra Cortés Aguilar, María Alejandra Flórez Vera
2016	El papel de la familia en la normalización del embarazo a temprana edad	Revista encuentros, ISSN: 1692-5858 ed: Universidad Autónoma Del Caribe, vol. 14, fasc. 01, pp. 139 - 150, 2016	Raquel Méndez Villamizar, Héctor Mauricio Rojas Betancur, Carmen Álvarez Nieto
2016	El embarazo en adolescentes: una lectura social en clave cuantitativa	Revista de la Universidad Industrial de Santander - Salud ISSN: 0121-0807 ed: Escuela De Historia Publicaciones UIS, vol. 48, fasc. 1, pp. 81 - 90, 2016.	Raquel Méndez Villamizar, Héctor Mauricio Rojas Betancur
2016	Reconstrucción de la memoria histórica de la masacre de El Piñal, Simití, sur de Bolívar	Revista Eleuthera, ISSN: 2011-4532, vol.14, pp. 67 - 86, 2016.	Eliana Chávez Marín, Carmen Lisney Carballo Angarita, Claudia Milena Quijano Mejía

Libros

Año	Título del libro y número ISBN	Casa Editorial y Ciudad	Autor(es)
2021	Santurbán. Conflictos socioambientales. Debate público y producción de conocimiento científico. Ed.	Ed. División de Publicaciones UIS, Colombia	Andrea Hernández Quirama, Leidy Johana Linares García

Año	Título del libro y número ISBN	Casa Editorial y Ciudad	Autor(es)
	División de Publicaciones UIS, ISBN: 978-958-52859-9-6, 2021.		

Capítulos de Libros

Año	Título del capítulo	Título de libro y número ISBN	Casa editorial y ciudad	Autor(es)
2020	Mujeres y hombres del cuidado: algo se aprende, algo se hace y algo prevalece en el cuidado de la niñez y adolescencia en Bucaramanga.	La organización social del cuidado de niños, niñas y adolescentes en Colombia. Experiencias urbanas. Ed. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, ISBN: 978-958-781-529-0, pp. 247 - 304, 2020.	Ed. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Colombia	Andrea Hernández Quirama, Héctor Mauricio Rojas Betancur
2019	El conflicto colombiano: las ideas corporativas.	Corporativismos Ibéricos e Latinoamericanos. Ed. Editora Universitara da PUCRS, ISBN: 978-85-397-1244-1, pp. 285 - 306, 2019.	Ed. Editora Universitara da PUCRS, Colombia	Helwar Hernando Figueroa Salamanca
2018	Gender and the building up of many "peaces": a decolonial perspective from Colombia.	Gender, conclict, peace and UNSC resolution 1325. Ed. Lexington books, ISBN: 978-1-4985-5337-4, pp. 231 - 250, 2018.	Ed. Lexington books, Estados Unidos	Yuly Andrea Mejía Jerez, Priscyll Anctil Avoine, Rachel Tillman
2016	Análisis de las brechas de capital humano en el sector salud del departamento de santander	Administración Pública y Gestión Terapéutica, ISBN: 978-84-16956-28-9	Ed. Asociación Científica y Cultural Iberoamericana-ACCI	Freddy Jesus Ruiz Herrera, Aurora Ines Gafaro Rojas, Mary Lupe Angulo Silva
2016	Participación política y genero: la experiencia de las mujeres en colombia y santander	GENERO Y SOCIEDAD, Retos actuales del discurso de Genero, ISBN: 978-958-8956-04-6	Ed. Ediciones Universidad Industrial De Santander	Leticia Montero Torres
2016	Identidad barrista. Una expresión de masculidad.	Sexualidades Represión, Resistencia Y	Ed. ACONCAGUA	Andrea Hernandez

Año	Título del capítulo	Título de libro y número ISBN	Casa editorial y ciudad	Autor(es)
		Cotidianidades, ISBN: 978-84-943237-4-4	LIBROS	Quirama, Francy Victoria Velez Hernandez, Gina Constanza Cediel Jimenez
2016	Prácticas durante el proceso de gestación en comunidades Embera y Wounaan del departamento del Chocó	Género Y Sociedad: Retos Actuales Del Discurso De Género, ISBN: 978-958-8956-04-6	Ed. Ediciones Universidad Industrial De Santander. Bucaramanga	Andrea Hernandez Quirama, Mp Oviedo, Blanca Patricia Mantilla, Karen Arias Pineda, Nz Florez
2016	Prácticas durante el proceso de gestación en comunidades Embera y Wounaan del departamento del Chocó	Género Y Sociedad: Retos Actuales Del Discurso De Género, ISBN: 978-958-8956-04-6	Ed. Ediciones Universidad Industrial De Santander. Bucaramanga	Andrea Hernandez Quirama, Mp Oviedo, Blanca Patricia Mantilla, Karen Arias Pineda, Nz Florez

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dirección de trabajos de grado de maestría (terminadas)

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2021	Solangel María Pinto Sarmiento. Trabajo de grado concluido Maestría en Intervención Social. ¿Casa por casa y caso por caso? Sistematización autobiográfica de la experiencia de intervención profesional para el traslado de población campo la Cira Infantas Barrancabermeja, Santander	Claudia Milena Quijano Mejía
2021	Sandra Carolina Cruz Londoño. Trabajo de grado concluido Maestría en Intervención Social. Propuesta de intervención psicosocial con mujeres adolescentes viviendo la maternidad.	Andrea Hernández Quirama
2021	Janneth Cáceres Carrillo. Trabajo de grado concluido Maestría en Intervención Social. La tenencia de tierras en los procesos de servidumbre y su influencia en las comunidades: estudios de caso proyecto de línea de transmisión eléctrica Porce III- Sogamoso.	Leidy Johana Linares García
2020	Sebastián Elías Patiño Gutiérrez Maestría en Ingeniería Civil: Evaluación del efecto del uso del suelo sobre sus propiedades hidrofísicas en ecosistema de páramo asociadas a los servicios de regulación y suministro de agua. Universidad Industrial de Santander - UIS	Isabel Cristina Domínguez Rivera, Martha Costanza Daza Torres

Año	Nombre del autor y título del trabajo	Director (Es)
2020	Viviana Lucía Gómez Ríos Maestría en Ingeniería Civil: Análisis del comportamiento de la evapotranspiración bajo cobertura natural en ecosistema de páramo	Isabel Cristina Domínguez Rivera, Sully Gómez Isidro
2020	Arley David Vargas Celis Maestría en Ingeniería Civil: Evaluación de los efectos del cambio de uso de suelo y cobertura sobre los servicios de abastecimiento y regulación hídrica ofertados por unidades hidrográficas de páramo	Edgar Ricardo Oviedo Ocaña
2017	Violencia intrafamiliar contra la mujer en perspectiva de derechos humanos en el municipio de Barrancabermeja. Nombre del estudiante: Elcida Rojas Pérez.	Leticia Montero Torres
2017	Propuesta metodológica para la comisión del esclarecimiento de la verdad, la convivencia y la no repetición desde dos casos emblemáticos: las víctimas de la hacienda Bellacruz y el sindicalismo Palmero en el sur del César. Nombre del estudiante: Jhoney Díaz Fajardo.	Leticia Montero Torres
2017	Seguimiento de los programas gubernamentales garantes de derechos de la población habitante de calle del municipio de Floridablanca en el año 2016: el caso del subprograma ¿el ser humano que habita la calle y la fundación ¿un paso a la libertad. Nombre del estudiante: Nataly Andrea Anchicoque Sánchez.	Leticia Montero Torres
2016	Experiencias de adolescentes infractores sobre su participación en círculos restaurativos. Un estudio narrativo. Nombre del estudiante: Sandra Paola Díaz Meza.	Leticia Montero Torres

INVESTIGACIONES

En ejecución

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
Estado de excepción, conspiración, represiones en Bucaramanga 1978-1998	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 114.600.000	VIE	Damian Pachon Soto (Prof.) Raquel Mendez Villamizar (Prof.)	*Análisis de la Información y prodoucción de documentos finales, el cual finaliza en Noviembre 30 de 2020.
Análisis participativo de la influencia del uso del suelo en los servicios hidrológicos de	Universidad Industrial de Santander - UIS	$ 199.950.000	VIE	Juan Carlos Aceros Gualdrón (Prof.) Raquel Mendez	*Recolección de información de campo a Septiembre 2020. *Análisis de información recolectada de

Investigación	Fuente de Financiación	Monto de inversión	Dependencia	Personal asignado	Cronograma (Actividad)
suministro y regulación ofertados por el ecosistema de paramo seco. Caso: Berlín (complejo Santurbán, Santander Colombia)				Villamizar (Prof.)	Septiembre a Octubre 2020. *Producción de documentos finales de Noviembre a Diciembre 2020.

ANEXO C

CONVENIOS INSTITUCIONALES NACIONALES E INTERNACIONALES

Convenios con Universidades Internacionales

No.	Convenios internacionales	Breve Objeto	Vigencia
1	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) e Instituciones de Educación Superior Colombianas miembros de la Asociación Colombiana de Universidades (ASCUN), Instituciones miembros del grupo Coimbra de dirigentes de Universidades Brasileñas GCUB (Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de São Paulo, Universidade Estadual de Campinas entre 42 más)	El presente acuerdo de cooperación tiene como objeto el establecimiento de las condiciones generales de cooperación académica y cultural con base en las cuales las partes promoverán e intensificarán entre las instituciones de educación superior (IES) que las integran, los lazos de amistad y comprensión entre las áreas de interés y beneficio mutuo.	Fecha de suscripción: 6/12/1957 Prorrogable anualmente mediante pago de membresía
2	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Oklahoma (Estados Unidos)	• Colaboración de facultad y personal para investigación, conferencias, discusiones y otras búsquedas académicas. • Intercambio de estudiantes de pregrado y de postgrado e investigadores. • Cambio de información publicada.	Fecha de suscripción: 13/08/1996 Renovación automática
3	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad Federal de Uberlandia (Brasil)	• Intercambio de investigadores y profesores, dentro de proyectos específicos, en las áreas de desarrollo científico, tecnológico y de enseñanza. • Desarrollo de trabajos de investigación conjunta referentes a las diferentes áreas de ingeniería y de ciencias exactas. • Intercambio de profesores y de alumnos para cursar postgrado en áreas de interés de ambas instituciones.	Fecha de suscripción: 24/07/2001 Término indefinido
4	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Corporación para Estudios en Francia (CEF)	Adelantar estudios de Postgrado en Francia: Maestrías y Doctorados	Fecha de suscripción: 2002 Término indefinido
5	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (México)	• Promover el alcance de la investigación y del conocimiento a través de proyectos de investigación cooperativa. • Identificar problemas y áreas de interés mutuo, dentro de los cuales se pueda canalizar la actividad de intercambio. • Estimular los contactos, la comunicación y la colaboración	Fecha de suscripción: 9/06/2003 Renovación automática

No.	Convenios internacionales	Breve Objeto	Vigencia
		entre sus investigadores, especialmente en las áreas de interés y beneficio mutuo. • Intercambio de profesores e investigadores a través de visitas formales e informales, para la ejecución de proyectos de investigación.	
6	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD)	• Promover y desarrollar actividades de cooperación de mutuo interés en el ámbito de sus respectivas competencias y en particular por las áreas propuestas por las universidades. • Concesión de becas conjuntas destinadas a la formación de docentes de carrera o de planta de las universidades colombianas en programas de máster, doctorado o postdoctorado en universidades e instituciones de educación superior alemanas y al desarrollo de estancias de investigación.	Fecha de suscripción: 31/03/2006 Término indefinido
7	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Hochschule Bremen (Alemania)	• Cooperación entre las universidades en las áreas de la enseñanza y la investigación. • Contribuir al desarrollo y promoción de las relaciones culturales.	Fecha de suscripción: 1/10/2007 Término indefinido
8	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Delaware (Estados Unidos)	Establecer los lazos y crear la cooperación y colaboración mutua en las diferentes disciplinas académicas entre la UD y la UIS	Fecha de suscripción: 4/07/2008 Renovación automática
9	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y Pontificia Universidad Católica do Rio de Janeiro (Brasil)	Este convenio de cooperación está dirigido a todos los campos del conocimiento, pretende el desarrollo de actividades académicas y de investigación entre las instituciones parte; así mismo el intercambio de estudiantes de pre y posgrado, la colaboración entre profesores e investigadores en lo que se refiere al desarrollo de proyectos de investigación; promoción de eventos científicos, conferencias, y ponencias, calificación y	Fecha de suscripción: 25/05/2010 Renovación automática

No.	Convenios internacionales	Breve Objeto	Vigencia
		disertaciones de maestría y doctorado, participación en consejos y comisiones, así como el intercambio de material bibliográfico.	
10	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Cádiz (España)	1. Establecer las condiciones generales de cooperación científica, técnica, pedagógica y administrativa entre ambas universidades, que unirán sus esfuerzos y coordinarán sus acciones con el fin de contribuir al desarrollo de la investigación y la formación, en cualquiera de sus niveles. 2. Fomentar la realización de proyectos de investigación conjuntos, en función de los intereses comunes y de los medios disponibles. La realización de un proyecto de investigación conjunto será objeto de un convenio específico en el que se detallarán, entre otras, las fuentes de financiación, las condiciones de publicación, propiedad intelectual, las obligaciones de las partes y las condiciones particulares que incidan en los mismos. 3. Fomentar la creación, organización y coordinación de actividades académicas. 4. Facilitar el intercambio de docentes, investigadores y estudiantes según la regulación internacional y el reglamento interno de cada universidad. 5. Fomentar la organización conjunta de conferencias internacionales. 6. Fomentar la realización de publicaciones conjuntas, jornadas culturales y cualquier otra publicación de interés para ambas universidades.	Fecha de suscripción: 23/07/2010 Renovación automática

No.	Convenios internacionales	Breve Objeto	Vigencia
11	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Jaén (España)	Fomentar el intercambio de estudiantes, docentes e investigadores entre ambas Instituciones, de manera que se facilite que los profesores de una de ellas puedan impartir docencia en la otra Universidad durante un plazo de tiempo determinado. De esta forma se realizarán pasantías de investigadores y profesores en ambas Instituciones, para apoyar el desarrollo, tanto de investigaciones específicas como de planes académicos.	Fecha de suscripción: 23/09/2010 Renovación automática
12	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de la República (Uruguay)	Los objetivos de este convenio son, en general, promover el desarrollo y difusión de la cultura y en particular, el desarrollo de la enseñanza superior y la investigación científica y tecnológica.	26/06/2012 Renovación automática
13	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile)	Prestar en forma recíproca asesoría y apoyo científico y cultural mediante el intercambio de personal docente y de estudiantes, conforme a programas anuales previamente establecidos	Fecha de suscripción: 20/01/2016 Renovación automática
14	Convenio de intercambio académico entre la Universidad Industrial de Santander (UIS), Instituciones de Educación Superior que pertenezcan a la Asociación Colombiana de Universidades (ASCUN) y el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) de la República Argentina	Movilidad académica Colombia - Argentina	Fecha de suscripción: 01/08/2016 Término indefinido
15	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad Federal de Minas Gerais (Brasil)	Promover intercambio de carácter amplio en los niveles de pregrado y postgrado e intercambio de docentes e investigadores.	31/01/2022 - 31/01/2027 (5 años)

No.	Convenios internacionales	Breve Objeto	Vigencia
16	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Guanajuato (México)	Establecer las bases para el intercambio de experiencias y personal, en los campos de la docencia, la investigación y la cultura, dentro de aquellas áreas en las cuales tengan interés manifiesto.	10/02/2017 - 10/02/2022 (5 años)
17	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (Brasil)	Intercambiar sus experiencias y personal en los campos de la docencia, la investigación y la cultura, dentro de aquellas áreas en las cuales tengan interés manifiesto.	1/03/2017-1/03/2022 (5 años)
18	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (México)	• Intercambio de estudiantes • Intercambio de personal docente • Participación en conferencias, simposios, seminarios y encuentros académicos • Colaboración en proyectos de investigación • Intercambio de publicaciones, reportes y otra información académica • Colaboración en desarrollo profesional.	25/04/2017- 25/04/2022 (5 años)
19	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Pau (Francia) y los países de Adour	Entablar y mantener las relaciones recíprocas que puedan derivarse de sus objetivos comunes, y consideran que procede desarrollar estas relaciones tanto en el ámbito del conocimiento como en el de la investigación	Fecha de suscripción: 22/06/2017 Término indefinido
20	Acuerdo específico de intercambio académico entre la Universidad Industrial de Santander (UIS), Instituciones de Educación Superior de la República Mexicana (ANUIES) e Instituciones de Educación Superior que pertenezcan a la Asociación Colombiana de Universidades (ASCUN)	Promover el intercambio de estudiantes de carreras de grado/pregrado y posgrado, así como de académicos, investigadores y gestores de las universidades e instituciones de educación superior asociadas (IES) a "LAS PARTES" , a través del programa denominado "Programa de Intercambio Académico Latinoamericano	Fecha de suscripción: 25/10/2017 Término indefinido

No.	Convenios internacionales	Breve Objeto	Vigencia
		(PILA)" , con el fin de enriquecer su formación académica, profesional e integral, así como promover la internacionalización de la educación superior y fortalecer los lazos de cooperación entre Colombia, México y Argentina	
21	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y Universidad Nacional Mayor de San Marco (Perú)	Establecer programas de estudio conjunto, intercambio académico y la cooperación universitaria en el campo de la investigación, la docencia y la extensión universitaria; actividades que contribuirán a fortalecer las relaciones académicas, científicas y culturales entre ambas instituciones.	19/10/2017 - 19/10/2022 (5 años)
22	Convenio específico celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad Federal Do Rio Grande Do Sul (Brasil)	Promover el intercambio de estudiantes proporcionando experiencia académica internacional y posibilitando el mutuo enriquecimiento cultural	24/01/2018 - 24/01/2023 (5 años)
23	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y Universidad Nacional del Litoral (Argentina)	Establecer las bases de una cooperación recíproca, que permita la promoción y la realización de actividades de interés común, dentro de la órbita propia de competencia de ambas instituciones, para lo cual se podrán desarrollar y organizar proyectos y acciones conjuntas en el marco de los planes y programas que le sean propios en todas las áreas que posean en común vinculadas a la docencia, investigación y extensión, o si es el caso, actividades administrativas necesarias y de efectivo apoyo para el cumplimiento de las actividades anteriores.	26/01/2018- 26/01/2023 (5 años)
24	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y L´Université de Nantes (Francia)	Realizar acciones para desarrollar programas de interés común en la enseñanza y en la investigación, según un principio de igualdad y reciprocidad. El acuerdo incluye movilidad estudiantil.	12/02/2018- 31/12/2022 (4 años)

No.	Convenios internacionales	Breve Objeto	Vigencia
25	Agenda modificatoria celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Purdue (Estados Unidos)	• Intercambio de Profesores a corto y largo plazo. • Intercambio de Estudiantes de Pregrado y Postgrado. • Labores de investigación y descubrimiento, enseñanza - aprendizaje y compromiso de manera conjunta. • Otros programas académicos que surjan de un acuerdo mutuo entre las partes. • Desarrollo de tecnología, transferencia de tecnología y desarrollo de negocios.	16/03/2018-16/03/2023 (5 años)
26	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universite de Lille (Francia)	Promover la realización de programas de investigación o enseñanza conjuntos, el intercambio de personal (docentes-investigadores, posdoctorados, personal técnico o administrativo). El intercambio de estudiantes y la organización de cualquier otro tipo de colaboración que pudiera ser útil para la consecución de dichos objetivos	10/04/2018-10/04/2023 (5 años)
27	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad Estadual de Campinas - UNICAMP (Brasil)	Fomentar la cooperación académica por medio de los proyectos de investigación conjuntos y/o movilidad de profesores/investigadores, estudiantes de posgrado y pregrado y personal técnico-administrativo de cada institución.	6/02/2019-6/02/2024 (5 años)
28	Convenio específico celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Zaragoza (España)	Aprobar un programa de movilidad entre la Universidad de Zaragoza y la Universidad Industrial de Santander, que facilite el intercambio de estudiantes de ambas instituciones, garantizando a los beneficiarios de estos intercambios la calidad académica y el reconocimiento de los estudios realizados y en beneficio de las Universidades que lo promueven.	17/06/2019-1/06/2023 (4 años)

No.	Convenios internacionales	Breve Objeto	Vigencia
29	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y Universidad Degli Studi Di Genova (Italia)	Establecer condiciones favorables para la creación de oportunidades, redes y la realización de proyectos conjuntos de innovación, investigación y actividades de intercambios y académicas de interés para ambas partes.	4/09/2019-4/09/2024 (5 años)
30	Convenio específico elebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Huelva (España)	Establecer programas cooperativos beneficiosos para estudiantes y docentes de ambas instituciones. El primero de ellos será un programa de intercambio estudiantil.	13/03/2020 - 13/03/2024 (4 años)
31	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la University of Missouri-Kansas City (Estados Unidos)	Promover educación y cooperación de investigación entre ambas Instituciones en base al respeto mutuo por su autonomía, y bajo las leyes y regulaciones vigentes en cada país e Institución, y dentro de los recursos disponibles.	23/11/2020 - 23/11/2025 (5 años)
32	Convenio específico celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y Universidad de Bayreuth (Alemania)	Facilitar la cooperación entre las dos instituciones en el área de intercambio de estudiantes de pregrado y posgrado	23/01/2021 - 23/01/2026 (5 años)
33	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Université Du Québec Á Montréal (UQAM) (Canadá)	De manera general y según los recursos financieros disponibles en cada institución, la colaboración podrá tomar las siguientes formas (según las modalidades que se definirán en un convenio de aplicación): •Realización de proyectos de investigación conjuntos • Intercambio de profesores y especialistas con propósitos de enseñanza y formación • Intercambio estudiantil • Realización de estancias de investigación y perfeccionamiento para los estudiantes • Publicaciones conjuntas e intercambio de experiencias en cuanto a la metodología de trabajo y de organización académica • Organización de escuelas de verano y encuentros científicos	29/04/2021 - 29/04/2026 (5 años)

No.	Convenios internacionales	Breve Objeto	Vigencia
		de interés común • Y en general, toda actividad que contribuya a cumplir con el objetivo mencionado en el artículo I	
34	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Brasil)	Regular las relaciones de cooperación académica entre las partes, de conformidad con las disposiciones legales vigentes	21/10/2021- 21/10/82026 (5 años)
35	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Università degli Studi di Torino (Italia)	Establecer condiciones favorables para la creación de oportunidades, redes y la realización de proyectos conjuntos de innovación, investigación y actividades de intercambio y académicas de interés para ambas partes.	24/11/2021 - 24/11/2026 (5 años)
36	Convenio específico celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad Federal de Sao Carlos (Brasil)	• Establecer relaciones estables entre la UFSCar y la UIS, de manera que proporcione el desarrollo conjunto de programas, planes, proyectos y actividades de investigación y desarrollo. • Establecer metodología para el desarrollo de actividades conjuntas, en especial referentes a la realización de trabajos de investigación, entrenamiento e intercambio de personal.	24/03/2022- 24/03/2027 (5 años)

Convenios con Universidades Nacionales

No.	Convenios nacionales	Breve Objeto	Vigencia
1	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Red de bibliotecas del banco de la república	Colaborar con el rescate, preservación, análisis, estudio y difusión del patrimonio cultural de la Nación para fortalecer la identidad cultural del pueblo colombiano, y ha conformado a lo largo de su historia, colecciones bibliográficas, instrumentos musicales, de artes plásticas, entre otras las cuales se encuentran al servicio de toda la comunidad.	Fecha de suscripción: 09/08/2013 Afiliación
2	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Vicerrectoría Académica y Universidad del Valle	• Intercambiar profesores y/o investigadores por períodos determinados y para cumplir actividades específicas tales como: dictar conferencias, participar en cursos y en el desarrollo de investigaciones de mutuo interés, etc. • Asumir de modo común, por sistemas de coparticipación, programas de docencia, investigación, pasantías de profesores y estudiantes, asesoría y extensión. • Intercambiar información sobre planes de estudio, administración y planificación docente. • Realizar investigaciones conjuntas. • Preparar y realizar encuentros, simposios y congresos científicos, en las áreas de actividad que interesen a cada una de las instituciones. • Intercambiar material didáctico y bibliográfico.	06/09/2013- 06/09/2023 (10 años)
3	Convenio específico celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Caldas	La cooperación académica en las diferentes áreas académicas a fin de promover el intercambio de estudiantes de pregrado (con reconocimiento mutuo de los estudios realizados en el programa de intercambio), estudiantes de postgrado, postdoctorados,	26/04/2016 - 26/04/2021 (5 años)

No.	Convenios nacionales	Breve Objeto	Vigencia
		docentes/investigadores y miembros del equipo técnico-administrativo de las respectivas instituciones.	
4	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad de Santander	Establecer las bases de una cooperación reciproca, que permita la promoción y realización de actividades de interés común, dentro de la órbita propia de competencia de ambas instituciones, para lo cual se podrán organizar y desarrollar proyectos y acciones conjuntas en el marco de los planes y programas que le sean propios en los campos de docencia, investigación y extensión	26/02/2019-26/02/2024 (5 años)
5	Convenio específico celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Fundación Carolina	Regular la concesión de becas conjuntas destinadas a la formación de docentes de carrera o planta, y al personal directivo-administrativo de la Universidad, en programas que den lugar a la obtención del grado académico de doctor impartidos en universidades españolas, así como estancias cortas de investigación para profesores doctores	14/10/2020-14/10/2025 (5 años)
6	Convenio marco celebrado entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Universidad Nacional de Colombia	• Realizar conjuntamente investigaciones científicas, docencia u otro tipo de actividad en que estén interesadas las dos instituciones. • Capacitar a los profesores de las dos instituciones en áreas de interés de acuerdo con las necesidades y prioridades de cada institución. • Facilitar el intercambio de profesores a fin de fortalecer los programas que más lo requieran en cada universidad.	22/09/2021-22/09/2026 (5 años)



Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre

Proyecto Educativo del Programa

Resumen Ejecutivo

Facultad de Fisicoquímicas
Escuela de Geología
Bucaramanga, 2023

CONTENIDO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA 3
2. CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA 4
2.1 PERFIL DEL ASPIRANTE 4
2.2 CRITERIOS Y PROCESO DE ADMISIÓN 5
4. PROPUESTA CURRICULAR 6
4.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA 6
4.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL PROGRAMA 7
4.3. PERFIL DE EGRESO 10
4.4 COMPETENCIAS GENERALES 10
4.5 RESULTADOS DE APRENDIZAJE 10
4.6 OBJETO DE CONOCIMIENTO DEL PROGRAMA 11
4.7 PROPÓSITOS DEL PROGRAMA 11
4.8 COMPONENTE FORMATIVO 12
4.8.1 PLAN GENERAL DE ESTUDIOS 12
4.9 COMPONENTE PEDAGÓGICO 18
4.9.1 AMBIENTES DE APRENDIZAJE FÍSICOS Y VIRTUALES, ASÍ COMO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN EL MARCO DEL MODELO PEDAGÓGICO 19
4.10 COMPONENTE DE INTERACCIÓN 19
4.11 MECANISMOS DE EVALUACIÓN 21
5. INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 22
6. RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO 26
7. PROFESORES 27
8. MEDIOS EDUCATIVOS 27
9. RECURSOS FISICOS Y TECNOLÓGICOS 27

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

Denominación del programa
Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre (Doctorado en CST)

Análisis para la definición de la denominación del programa
Se sustenta en la tendencia mundial de integrar varios campos del saber para entender el planeta Tierra en su manifestación como un sistema a partir de la interacción entre la geosfera, pedosfera, biosfera, hidrosfera, atmosfera y antroposfera. A través de este programa convergen diferentes disciplinas en las que se incluye la geología y otras ciencias afines que progresivamente han venido aumentando en interés ante la necesidad de comprender la historia y el funcionamiento del planeta Tierra, lo cual proporciona conocimientos esenciales sobre cómo enfrentar los desafíos planetarios más graves causados por la humanidad con el fin de brindar soluciones a numerosos problemas de gran trascendencia social, económica y ambiental, relacionados en alto grado con la ocurrencia de fenómenos naturales. Por lo tanto, el programa de doctorado constituye un eje de saberes científicos que busca responder a nivel avanzado a las demandas de la sociedad y sus necesidades, desde una perspectiva global con relación a la mitigación de los riesgos naturales, los crecientes problemas ambientales, como el cambio climático, la sostenibilidad ambiental y la gestión de recursos naturales.

De acuerdo con lo publicado por The Science Education Resource Center - Carlenton College[1], ubicado en Minnesota, Estados Unidos, Centro de Recursos de Educación Científica fundado para mejorar la educación en las ciencias de la Tierra, menciona:

La Ciencia del Sistema Terrestre se basa en las disciplinas fundamentales, que forman la base científica integradora para cualquier discusión sobre el sistema en su conjunto. Esta representación muestra la relación crítica de los conceptos de la Ciencia del Sistema Terrestre (Earth System Science (ESS, siglas en inglés)) como un puente entre las disciplinas y los esfuerzos cada vez más interpretativos e integradores de los procesos sociales humanos. El futuro de nuestro planeta y el destino de la humanidad dependen de esta pirámide interdisciplinaria de procesos y fenómenos del sistema terrestre.

Dada la preocupación de que la humanidad esté afectando el sistema climático físico de la Tierra, está surgiendo un concepto más amplio de la Tierra como Sistema, que incluye las dimensiones sociales y el reconocimiento de que la humanidad desempeña un papel cada vez más importante en el cambio global. Dentro de este concepto, el conocimiento de las disciplinas tradicionales de las ciencias de la Tierra (geología, meteorología, oceanografía, ecología, biología ...) se está recopilando e integrando para formar una base física para la Ciencia del Sistema Terrestre.

La CST contribuye a entender el mundo en el cual vivimos y sobre el cual la humanidad busca alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. La comprensión de nuestro planeta representa un desafío fundamental para la comunidad científica a nivel mundial, como quiera que la mayor parte de los aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales serán cada vez más afectados por nuestra interacción con la Tierra. El programa de doctorado contribuye al avance del conocimiento

[1] Página web de Science Education Resource Center (SERC): https://serc.carleton.edu/introgeo/earthsystem/nutshell/index.html Consultado, julio de 2021.

tecnológico mundial en las diferentes áreas de la Ciencia del Sistema Terrestre desde una perspectiva social, económica y ambiental.

Titulo que otorga
Doctor (a) en Ciencia del Sistema Terrestre.

Campos de educación y formación del programa
- Campo amplio: 05 'Ciencias naturales, matemáticas y estadística'
- Campo detallado: 0532 'Ciencias de la tierra'
- Campo específico: 053 'Ciencias físicas'

Modalidad
Presencial.

Lugar donde se ofrece el programa
Bucaramanga, Santander.

Duración del programa
Ocho (8) semestres.

Jornada de ofrecimiento del programa
El programa se ofrecerá en jornada única.

Número de créditos académicos
100 créditos.

Periodicidad de la admisión
Anual.

Número de estudiantes admitidos por cohorte
Se establece un número máximo de cinco (5) estudiantes por cohorte.

2. CONSIDERACIONES PARA EL INGRESO AL PROGRAMA

2.1 Perfil del aspirante

El aspirante a cursar el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre deberá poseer los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes e intereses básicos descritos en la Tabla 2 del PEP del Doctorado CST. Dado el carácter interdisciplinario y colaborativo de la Ciencia del Sistema Terrestre, se ha concebido un perfil del aspirante muy amplio que permita a egresados de diversas ramas de las ciencias (Química, Biología, Física, Microbiología, Matemática), Geología, e Ingeniería (Química, Metalurgia, Petróleos, Minas, Electrónica, Civil, Sistemas, Ambiental) desarrollar investigación en una de las cuatro líneas generales de investigación del programa: (I) Geosfera; (II) Geosfera + Pedosfera + Biosfera; (III) Geosfera+ Pedosfera+ Biosfera + Hidrosfera +Atmosfera; (IV) Geosfera +Antroposfera.

A continuación, en la Tabla 1 se puede observar el perfil del aspirante al programa.

Tabla 1. Perfil del aspirante al programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Competencia	Descripción	Indicador
Cognitivas	• Poseer una fundamentación sólida en ciencias básicas para entender el sistema terrestre. Por tanto, el perfil del aspirante puede ser de diversas ramas de las ciencias	Hoja de vida Examen de ingreso
	• Conocer una segunda lengua (inglés) para facilitar su acceso al conocimiento y ampliar su audiencia	Certificación de suficiencia en lengua extranjera (este se solicita antes de ingresar el estudiante A2).
	• Demostrar experiencia en el uso de herramientas analíticas y/o computacionales aplicadas a la solución de problemas.	Planteamiento de una Propuesta de Investigación
Procedimentales	• Poseer la capacidad para identificar problemas de investigación y para proponer soluciones.	Planteamiento de una Propuesta de Investigación
	• Plantear proyectos de investigación para resolver problemas científicos	
Actitudinales	• Capacidad para comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias.	Entrevista
	• Demostrar curiosidad científica para identificar nuevos problemas. • Tener capacidad para interactuar y trabajar en equipo de investigación. • Demostrar una actitud rigurosa comprometida, honesta, ética y responsable en la ejecución de proyectos de investigación. • Contar con un espíritu crítico, creativo, recursivo y reflexivo en los procesos de generación de conocimiento.	Hoja de vida Entrevista Planteamiento de una propuesta de Investigación

2.2 Criterios y proceso de admisión

Admisión

Los criterios y el proceso de admisión al doctorado se regirán por la normatividad vigente en la Universidad, la cual, al momento de presentar este PEP, corresponde con los Artículos 117 a 120 del Reglamento General de Posgrado, aprobado por el Consejo Superior de la UIS por Acuerdo No. 075 de 2013[2] y el documento de Referentes Institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos de la Universidad[3], ya que en éste se establece que durante los tres (3) primeros años de su vigencia los programas de doctorado tendrán como requisito de ingreso un nivel de dominio A2 según el Marco Común Europeo de Referencia(MCER) en lengua extranjera, luego de los cuales debe demostrar un nivel B1.

De los cursos de nivelación

El plan de nivelación se realiza según lo previsto en el Artículo 121 del reglamento de posgrado. El plan de nivelación para los candidatos al doctorado CST consta de dos actividades académicas: (I) Introducción a la Geociencias, (II) Cualquier actividad académica del área disciplinar del plan de estudios vigente del pregrado en Geología.

[2] Acuerdo No. 075 del 2013, p. 1.
[3] Acuerdo No. 023 de 2022.Consejo Académico.

4. PROPUESTA CURRICULAR

4.1 Justificación del Programa

Es importante recordar que la Geología es concebida como la ciencia que estudia la composición, estructura, dinámica e historia de la Tierra, incluyendo sus recursos naturales (energía, minerales, agua…), así como los procesos que repercuten en su superficie y, por tanto, en el medio ambiente y que hoy en día está llevando al mundo en miras y aras de la investigación globalizada siempre desde una perspetiva sustentable y renovable.

El programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre en la Universidad Industrial de Santander se sustenta a partir del análisis y la evaluación, de las tendencias, expectativas y necesidades del Geólogo que esté llamado a afrontar para trascender en la búsqueda y soluciones de problemas científicos; así como también dar respuestas a las necesidades de una región y país que actualmente está cada vez sobrepoblado, pero en miras de elevar su calidad de vida y sostenibilidad.

Por otro lado, en Santander es importante el aporte que tendría el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre dado que nos permite entender los procesos de todo el sistema terrestre y naturales que han favorecido y/o amenazado nuestra región, y su tratado está ligado tanto al estudio de los flujos de energía en la naturaleza y al aprovechamiento de estos.

De esta forma el programa Doctorado en Ciencia del Sistema Terreste estaría con el nuevo "Plan Estrategico Institucional del Servicio Geológico de Colombia". *El SGC no es una excepción en esta tendencia global y, a punto de cumplir su primer centenario, un cambio radical acaba de producirse en su mandato institucional, al incluirse el Programa de Ciencias de la Tierra dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Este cambio trascendental, de forma coherente con la tendencia internacional, ubica a la investigación en geología, geoquímica y geofísica entre los procesos de desarrollo científico que impulsan al país en la dinámica de desarrollo global, además de que se constituye en insumo importante para el desarrollo de las políticas de Estado.*[4]

El Informe de la UNESCO sobre la ciencia, señala que América Latina debe buscar una nueva estrategia de crecimiento, para promover la ciencia y la investigación. Sin embargo, la inversión económica de los gobiernos latinos en investigación y desarrollo (I+D) es escasa. El número de patentes es aún limitado y pocos son los productos básicos impulsados por la tecnología [5]. Esta situación es el reflejo de la poca innovación, especialmente en las PYME [6], por la falta de investigadores y de personal cualificado que la promuevan. Las empresas latinoamericanas tienen tres veces más probabilidades de tener que afrontar problemas operativos graves debido a la escasez de

[4]Servicio Geológico de Colombia (SGC): https://www2.sgc.gov.co/ControlYRendicion/planes-presupuesto-gestion/Indicadores/2015%20Plan%20estrat%C3%A9gico%20del%20Conocimiento%202014-2023.pdf

[5]UNESCO. Programa internacional de ciencias de la tierra. Tomado de: http://www.UNESCO.org/new/es/natural-sciences/environment/earth-sciences/international-geoscience-programme/proposal-submission/. Consultado 20 de octubre de 2021.

[6] Estados Unidos Mexicanos. Secretaria de Economía. Ciencias de la Tierra Geología, Geofísica, Minas y Metalurgia. Tomado de: econoia.gob.mx/swb/es/economia/p_Mineria. Consultado 20 de octubre de 2021. Tomado de: https://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/ciencias_de_la_tierra_folleto_1013.pdf.

capital humano que las empresas del sur de Asia, y 13 veces más que las empresas de la región de Asia y el Pacífico [7].

4.2 Fundamentación teórica del Programa

De acuerdo con la Real Academia Española**,** la Geología es la ciencia que estudia "la historia del globo terrestre**,** así como la naturaleza, formación, evolución y disposición actual de las materias que lo componen" [8], es considerada como una ciencia histórica partiendo de la premisa de que el relieve del planeta es el resultado de una larga y variada evolución, por ello analiza este desarrollo espacial y temporal para señalar los factores y fuerzas que actuaron en el proceso y que le han dado la forma que actualmente conocemos, tanto en el exterior como en el interior de nuestro planeta[9], la Geología es una ciencia multidisciplinar y mestiza en la que se entremezclan casi todas las ramas del saber para una mejor comprensión de los procesos que modelan la tierra.

La historia de la Geología va ligada desde los inicios de la humanidad puesto que el hombre ha buscado entender todo lo que lo rodea. El filósofo Teofrasto de Ereso de Lesbos, por muchos es considerado como el padre de la geología, al abordar los minerales desde un punto de vista metodológico y no religioso. Otro gran aporte, lo da el medico Nicolás Steno, enunciando los principios fundamentales de la estratigrafía "el principio de superposición de capas o estratos". Posteriormente, Charles Lyell (padre de la Geología moderna) formula la teoría del "equilibrio dinámico en el contexto geológico", para después aplicarla al mundo orgánico, este trabajo está basando en las disertaciones de Charles Darwin. Los siglos posteriores XVI y XVII se desarrollaron las técnicas propias de la mineralogía y minería, siendo Georgius Agrícola y Alonso Barba los primeros autores de los tratados con la visión geocientífica [10]

Tras la Primera Guerra Mundial el país requería con urgencia la explotación de carbón para mover sus ferrocarriles, ante la imposibilidad de importarlo de Europa, este hecho propició la fundación de la Escuela de Minas de Medellín (1887), la Comisión Científica Nacional (1917), la creación del Ministerio de Minas y del Servicio Geológico Nacional (1940) y la creación del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico Mineras, Ingeominas (1969 -2011) [11]. En el año 2011 se restructuró el Servicio Geológico Colombiano siendo su función principal la investigación geológica. Con el paso de los años la necesidad de conocer la riqueza nacional fue creciendo, al igual que los riesgos asociados a la exploración y producción [12]. Sin embargo, el país no contaba con el capital humano formado para liderar la exploración y explotación petrolera, como causa de las empresas extranjeras que no tenían interés en capacitar a personal colombiano y menos suministrar la información geológica. Ante este urgente requerimiento, se creó la visión de explorar diferentes regiones, y de formar el capital humano idóneo que liderara los estudios geológicos básicos, para definir blancos de exploración. Los

---

[7] Mendoza, Morales Alberto. Contexto general impulso a las ciencias de la tierra. Boletín Situación de las Ciencias de la Tierra en Colombia. Sociedad Geográfica de Colombia, Academia de Ciencias Geográficas. 1998. Tomado de: https://www.sogeocol.edu.co/documentos/ciencias1/Impulso%20a%20las%20Ciencias%20de%20la%20Tierra.html.

[8] Real Academia Española (RAE). Tomado de: https://dle.rae.es/?id=J7TLZha.

[9] Servicio Geológico Mexicano. Tomado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf.

[10] Durán Antonio. Breve Historia de la Geología. Fueyo Editores. 2017, p. 350.

[11] Armando Espinosa. Historia de las investigaciones geológicas en Colombia notas a partir de la segunda mitad de siglo XIX. Cienc. Tec. Des. Bogotá. 1984, p. 1-265.

[12] La República. Los Cien Años de la Geología Colombiana. 2 de Julio de 2016. Tomado de: https://www.larepublica.co/opinion/editorial/los-cien-anos-de-la-geologia-colombiana-2395811

años 1850-1887 están marcados por las exploraciones nacionales a cargo de geólogos europeos (mientras se graduaban los primeros geólogos colombianos). Los años 1887-1917 la mayor parte de la actividad geológica se adelanta en Antioquia, bajo el impulso de la Escuela Nacional de Minas [13].

Con la fundación del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico Mineras, Ingeominas, se institucionalizaron las investigaciones geológicas sistemáticas del subsuelo nacional. iniciando la exploración sistemática y la cartografía geológica del territorio nacional. Al mismo tiempo se desarrollaron las Sociedades Geológicas, se institucionalizaron los Congresos Geológicos, se reglamentó la profesión y la consolidación de las facultades de geología existentes y se fundaron nuevas escuelas, contribuyendo a los estudios básicos para la construcción de represas hidroeléctricas, trazado de carreteras y vías férreas, así como otras investigaciones y proyectos. Adicionalmente, en 1983, después del terremoto de Popayán, se creó la red sismológica con estudios sistemáticos de amenaza sísmica, dado que Colombia es un país con características geológicas variadas, con una gran tradición minera la cual está rezagada para la implementación de tecnologías limpias, con impactos en el entorno ambiental y socio económico que se han convertido en problemáticas muy sentidas, debido que requieren soluciones integrales desde el punto de vista técnico científico y social.

Actualmente el país busca garantizar el crecimiento económico de manera sostenible, "el mundo necesita urgentemente un cambio radical en la forma en que la sociedad global interactúa con la Tierra. Las actividades humanas de hoy están trastornando nuestro planeta de maneras que amenazan nuestra calidad del aire, la confiabilidad del agua, la seguridad alimentaria y la estabilidad de nuestro clima y ecosistemas. Las transformaciones reales para superar estos desafíos solo ocurrirán si trabajamos juntos-ciencia, tecnología, negocios, gobierno y sociedad civil-como uno solo"[14]. El gobierno Nacional busca que las actividades productivas se realicen en armonía con el ambiente, por tanto, la Nación ha decretó la Ley del 2018 [15], estableciendo las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la Nación, Departamentos, Municipios, Distritos, Áreas Metropolitanas y Autoridades Ambientales.

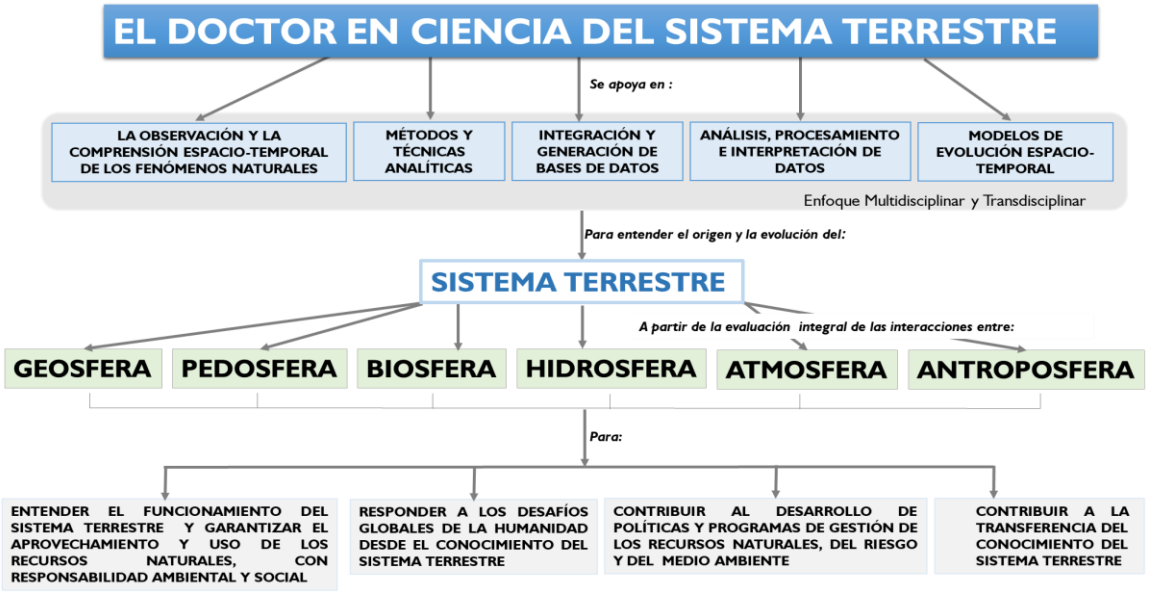
Las Ciencia del Sistema Terrestre, busca la integración de diferentes ramas de la ciencia y el uso de tecnologías de modelado avanzadas, que permitan desarrollar una imagen más clara del pasado y proyectar varios escenarios para el futuro, entremezclando diferentes disciplinas vinculadas con el desarrollo sostenible, la prevención de riesgos geológicos, la hidrogeología, la evaluación de impacto ambiental en el planeta y en nuestra salud, en general, con el aprovechamiento racional de los recursos minerales y el mejoramiento y aseguramiento de nuestra calidad de vida[16]. Su noción es esencial para el desarrollo económico de los países, por tanto, requiere del desarrollo de investigaciones en Geología, Geofísica, Geoquímica, Hidrología y Ciencias de la Atmósfera, entre otras.

El programa de Doctorado busca evaluar integralmente la interacción de las distintas esferas que componen el sistema terrestre (Geosfera, Pedosfera, biosfera, Hidrosfera, Atmosfera y Antroposfera) a través de la observación y comprensión espacio temporal de los fenómenos

[13] Armando Espinosa, *Op. cit.,* p. 17.
[14] Ley 1931 del 2018. Directrices Para La Gestión Del T Cambio Climático. Congreso de Colombia.
[15] Ibíd.
[16] UNESCO, *Op. cit.,* p. 9.

naturales, la aplicación de métodos analíticos, la integración y generación de bases de datos, y el análisis e interpretación de datos y modelos de evolución espaciotemporal (ver figura 1). A largo plazo esperamos contribuir al desarrollo de políticas y programas de gestión de los recursos naturales, del riesgo y del medio ambiente, como parte de la transferencia del conocimiento desarrollado en el programa.

Figura 1. Estructura conceptual de saber Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre



Las líneas de investigación que se abordarán en el programa de postgrado mencionado son: (I) Geosfera; (II) Geosfera + Pedosfera + Biosfera; (III) Geosfera + Pedosfera + Biosfera + Hidrosfera +Atmosfera; (IV) Geosfera + Antroposfera (Figura 2). Estas líneas integran las líneas de trabajo establecidas por el Ministerio de Minas mencionadas anteriormente.

Figura 2. Líneas de investigación del Doctorado Ciencia del Sistema Terrestre



Las 4 líneas de investigación del Doctorado en CST están relacionadas con otros programas de posgrado institucionales, dado que nuestro programa abarca todas las componentes del Sistema Terrestre, por tanto, los grupos de investigación adscritos a diferentes áreas del conocimiento pueden complementar nuestro enfoque generando proyectos innovadores. A grandes rasgos las líneas de investigación son respaldadas por diferentes grupos de investigación dependiendo de su enfoque, por ejemplo: (I) Geosfera es apoyada por los grupos de investigación de Ingeniería de Petróleos, Ingeniería Química e Ingeniería Mecánica; (II) Geosfera + Pedosfera +Biosfera, por los grupos de investigación de Biología, Química y Física; (III) Geosfera + Pedosfera + Biosfera + Hidrosfera +Atmosfera, está soportado por los grupos de investigación de Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones e Ingeniería Mecánica; (IV) Geosfera + Antroposfera, por los grupos de investigación de Trabajo Social, Economía y Administración y Diseño Industrial.

4.3. Perfil de egreso

El egresado del Programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre de la UIS es un científico con altos valores éticos, sentido social y responsabilidad ambiental, cuya formación le permite proponer y liderar actividades académicas e investigativas enfocadas a establecer relaciones causa-efecto entre los diferentes procesos naturales del Sistema Terrestre, como también plantear hipótesis y teorías que coadyuven de manera innovadora a brindar soluciones a problemas científicos y aplicados. El Doctor en Ciencia del Sistema Terrestre es un investigador capaz de plantear proyectos, planes, programas y políticas públicas que contribuyan al desarrollo socioeconómico de la región y el país, integrando conocimientos derivados de los diferentes procesos que tienen lugar en la geosfera, pedosfera, biosfera, hidrosfera, atmosfera y antroposfera.

4.4 Competencias generales

- Clasifica la literatura científica para el análisis, evaluación, contextualización y solución de un problema de investigación.
- Argumenta críticamente la literatura científica de su área de conocimiento.
- Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación.
- Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento.
- Desarrolla habilidades para realizar trabajo interdisciplinario y en equipo.
- Utiliza un lenguaje técnico-científico apropiado y asertivo para la comunicación oral y escrita de sus investigaciones.
- Demuestra ser un ciudadano ético, comprometido con el desarrollo del país y la región desde la perspectiva socio - ambiental.
- Establece relaciones de respeto con investigadores y miembros de su entorno mediante una actitud crítica y argumentativa de las diferencias cognitivas.

4.5 Resultados de aprendizaje

Al finalizar el programa académico de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, el egresado estará en capacidad de:

- Desarrollar proyectos de investigación relacionados con áreas afines al sistema terrestre, para fines de contribuir al desarrollo científico, académico y socio - económico de la sociedad y el medio ambiente.

- Interpretar datos mediante el uso de herramientas informáticas especializadas enfocadas a identificar y entender las diferentes relaciones causa-efecto entre los diferentes fenómenos del sistema terrestre.
- Participar en iniciativas interdisciplinares de desarrollo científico en el área de Ciencias del Sistema Terrestre en instituciones de educación superior, entidades gubernamentales y del sector privado, y en otros espacios académicos e investigativos.
- Divulgar los resultados de las investigaciones con la comunidad académico- científica y el sector industrial, mediante la publicación de artículos científicos en revistas indexadas de circulación nacional e internacional, presentación de ponencias en foros académicos, públicos, entre otros escenarios que permiten la socialización y democratización del conocimiento.
- Argumentar con criterios científicos, apoyados siempre en datos robustos, derivados de la implementación de metodologías científicamente confiables que garantizan confiabilidad, repetividad y reproducibilidad de los datos.
- Aportar elementos y criterios claves para la formulación de políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación, los cuales son factores fundamentales en todos los procesos relacionados con el desarrollo de la sociedad.
- Proponer alternativas de solución a los problemas presentes en el Sistema Terrestre, haciendo uso eficiente de los recursos físicos, humanos y financieros con responsabilidad social y ambiental.

4.6 Objeto de conocimiento del Programa

El objeto de estudio del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre es el sistema Tierra a partir de la integración de las ciencias físicas, químicas, biológicas y sociales, y el estudio de sus procesos complejos, su evolución pasada, presente y futura y sus interacciones con los seres humanos a escalas local, regional y global.

4.7 Propósitos del Programa

Propósito General:
El propósito general del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre es ofrecer una formación avanzada de profesionales para generar soluciones novedosas e innovadoras a necesidades asociadas al sistema Tierra y a los problemas de sostenibilidad en el ámbito nacional y mundial, con capacidad para incorporarse a la industria, agencias gubernamentales e instituciones de educación superior, y aprovechar las oportunidades que presenta un entorno altamente cambiante como el actual.

Propósitos Específicos:

- Atender a la creciente demanda nacional, regional y mundial de científicos especializados en las ciencias del sistema terrestre y sus numerosas aplicaciones.
- Generar un contexto académico que apoye un enfoque interdisciplinario y orientado a la investigación para la comprensión del sistema Tierra y sus interacciones con los seres humanos a escalas local, regional y global.

- Estudiar la interacción e interrelación entre la geosfera, pedosfera, biósfera, hidrosfera, atmósfera, antroposfera, generando conocimiento científico y tecnológico que contribuya al entendimiento del sistema terrestre.
- Investigar sobre los temas que afectan la vida en el sistema terrestre directamente como el cambio climático, el calentamiento global, el uso irracional de recursos naturales, desastres naturales, el uso de la tierra, la contaminación ambiental, la pérdida de la biodiversidad, etc.

- Desarrollar estrategias encaminadas a la búsqueda de soluciones innovadoras que respondan a los retos actuales y necesidades del ser humano.
- Gestionar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico para contribuir a la planificación y toma de decisiones con relación al cambio climático y ambiental, así como sus impactos, la adaptación a estos impactos, el desarrollo sostenible, la atención de desastres naturales/no naturales, el uso racional de los recursos naturales, y la comprensión de los problemas sociales.
- Divulgar, difundir y transferir el conocimiento científico y tecnológico sobre el sistema Tierra al interior de la comunidad científica y público en general.

4.8 Componente formativo

4.8.1 Plan general de estudios

Las actividades académicas del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre están organizadas y estructuradas en ocho (8) semestres académicos y 100 créditos distribuidos en tres niveles:

- Nivel básico: Fundamentación en investigación. Constituido por los Seminarios I, II, III y la actividad académica de Gestión y Transferencia de Conocimiento donde el estudiante divulga y presenta los avances de la investigación mediante exposiciones, informes y demostraciones generando discusiones científicas y técnicas que aporten ideas para su tesis doctoral.
- Nivel intermedio: Profundización. Donde el estudiante define su área de interés y, dentro de los grupos de investigación, desarrolla las actividades académicas electivas dependiendo de la línea de investigación seleccionada. Cada línea de investigación está respaldada por, al menos, uno de los grupos de investigación de soporte al programa de Doctorado.
- Nivel avanzado: Desarrollo de tesis. Conformado por las actividades académicas Propuesta de tesis doctoral I - III y Tesis doctoral I - V donde el estudiante desarrolla su trabajo de investigación, el cual debe ser un aporte original y significativo en el dominio de investigación correspondiente.

En la Tabla 2 se muestra el plan de estudios para el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre y en la Tabla 3 se resumen los créditos por nivel.

En el desarrollo del programa de doctorado se fomentará la realización de pasantías de investigación de mínimo un semestre académico y será homologada por alguna(s) de las actividades académicas de Tesis Doctoral I, II, III y IV, de acuerdo con su duración, el plan de pasantías es opcional; deberá ser aprobado previamente por el Comité Asesor de Programas de Posgrado y el director de la tesis.

Tabla 2. Plan de estudios del Doctorado Ciencia del Sistema Terrestre.

Nivel	Código	Actividad académica	Horas/Semana			Créditos	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	UAA a cargo de la actividad académica
			HIP		HTI				
			Teóricas	Prácticas					
I		Gestión y Transferencia de Conocimiento	4	0	8	4	Ninguno	Cuantitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		Electiva I	3	0	9	4	Ninguno	Cuantitativa	Escuelas UIS*
		Propuesta de tesis doctoral I	4	0	11	5	Ninguno	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**11**	**0**	**28**	**13**			

Nivel	Código	Actividad académica	Horas/Semana			Créditos	Requisitos	Evaluación cuantitativa o cualitativa	UAA a cargo de la actividad académica
			HIP		HTI				
			Teóricas	Prácticas					
II		Seminario I: Temas Actuales de la Ciencia del Sistema Terrestre	3	0	9	4	Ninguno	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		Electiva II	3	0	9	4	Ninguno	Cuantitativa	Escuelas UIS*
		Propuesta de tesis doctoral II	4	0	11	5	Propuesta de tesis doctoral I	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**10**	**0**	**29**	**13**			
III		Seminario II: Avances y Discusión de Tema de Tesis	3	0	9	4	Seminario I	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		Electiva III	3	0	9	4	Ninguno	Cuantitativa	Escuelas UIS*
		Propuesta de tesis doctoral III	4	0	11	5	Propuesta de tesis doctoral II	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**10**	**0**	**29**	**13**			
IV		Seminario III: Ética en la Investigación y Comunicación Científica	3	0	9	4	Seminario II	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		Electiva IV	3	0	9	4	Ninguno	Cuantitativa	Escuelas UIS*
		Tesis doctoral I	4	0	11	5	Propuesta de tesis doctoral III	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**10**	**0**	**29**	**13**			
V		Tesis doctoral II	4	0	32	12	Tesis doctoral I	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**4**	**0**	**32**	**12**			
VI		Tesis doctoral III	4	0	32	12	Tesis doctoral II	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**4**	**0**	**32**	**12**			
VII		Tesis doctoral IV	4	0	32	12	Tesis doctoral III	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**4**	**0**	**32**	**12**			
VIII		Tesis doctoral V	4	0	32	12	Tesis doctoral IV	Cualitativa	Escuela de Geología (Posgrado)
		TOTAL	**4**	**0**	**32**	**12**			
SUMA TOTAL			**57**	**0**	**243**	**100**			

* Esta actividad académica podrá ser ofrecida por los diferentes programas y grupos de investigación que apoyan el programa.

Nota 1: Antes de finalizar el periodo III, el estudiante debe presentar el examen de candidatura

Nota 2: Al finalizar el periodo IV, el estudiante debe presentar y defender la propuesta de Tesis doctoral

Nota 3: Al finalizar el periodo VI, se sugiere hacer la pasantía internacional la cual puede ser homologada por Tesis doctoral II - V

Nota 4: Al finalizar el periodo VIII, se debe hacer la defensa privada de datos y la presentación de la Tesis doctoral.

Nota 5: La electiva del tercer nivel es flexible de ser tomada en cualquier otro nivel, anterior o posterior al tercero. Sin embargo, es requisito de grado haber completado la totalidad de créditos de actividades académicas avanzadas y electivas.

Tabla 3. Total de créditos Plan de estudios Doctorado en Ciencias del Sistema Terrestre.

Nivel	HIP	HTI	Créditos Académicos
I	11	28	13
II	10	29	13
III	10	29	13
IV	10	29	13
V	4	32	12
VI	4	32	12
VII	4	32	12
VIII	4	32	12
Total	**57**	**243**	**100**

HIP: Horas de trabajo del estudiante con interacción con el profesor
HTI: Horas de trabajo independiente del estudiante.

En la Tabla 4 se presentan las actividades académicas electivas propuestas para el programa.

Tabla 4. Actividades académicas electivas.

Código	Electivas	Unidad Académica / Posgrado	Horas/Semana			Créditos	Requisitos
			HIP		HTI		
			Teóricas	Prácticas			
I Geosfera							
	Tópicos Avanzados de Geofísica	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Paleomagnetismo	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Física de Rocas	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Evolución Cortical y Metalogénesis	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geomecánica	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Análisis de Base de Datos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Cuencas Sedimentarias	Doctorado CST	3	0	9	4	-
II Geosfera + Pedosfera + Biosfera							
	Bioestratigrafía y Biocronología	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Ciencia del Suelo	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Paleoecología y Paleogeografía	Doctorado CST	3	0	9	4	-
III Geosfera + Pedosfera + Biosfera + Hidrosfera + Atmosfera							
	Paleoclimatología y cambio climático	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Procesos Hidroclimáticos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Ecosistemas Marinos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Ecosistemas Atmosféricos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geología de Recursos Hídricos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Amenazas Geológicas	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Tópicos Especiales en Geoquímica	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Meteorología	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geofluidos	Doctorado CST	3	0	9	4	-
IV Geosfera + Antroposfera							
	Historia Ambiental	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geoeducación	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geología para la Planificación del Territorio	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geología Médica y Forense	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Geología Planetaria	Doctorado CST	3	0	9	4	-
	Política y Economía de Georecursos	Doctorado CST	3	0	9	4	-

Trayectorias posibles en el proceso formativo

El plan de estudios del Doctorado en CST plantea las actividades obligatorias que aportan las herramientas que permiten al investigador desarrollar las competencias establecidas, las cuales están basadas en el perfil de egreso propuesto y que le permitirán un desempeño adecuado en las áreas definidas. En la tabla 4 se plantean las electivas que pueden ser elegidas por el estudiante de acuerdo con sus intereses particulares, a partir del primer nivel hasta el cuarto nivel, el estudiante puede elegir las actividades académicas electivas que quiere profundizar en las áreas de: I Geosfera, II Geosfera + Pedosfera + Biosfera, III Geosfera + Pedosfera + Biosfera + Hidrosfera + Atmosfera y IV Geosfera + Antroposfera. El coordinador del posgrado revisará en cada semestre la oferta de electivas de tal forma que haya diversidad y los estudiantes puedan contar con una mayor oportunidad para acceder a diferentes áreas de su interés.

En el caso de Propuesta de tesis doctoral I a la III y de Tesis doctoral I a la V, el estudiante es quien elige el tema de su propuesta y desarrolla su tesis doctoral de acuerdo con su interés investigativo y necesidades del contexto regional, nacional y global.

Estrategias de flexibilización y el plan para su implementación

El Modelo Pedagógico UIS21 menciona que, para identificar el modelo pedagógico de una institución de educación entre otras, se debe observar la flexibilidad curricular, entendida esta como "La organización de las experiencias y ambientes de aprendizaje en planes de estudio adaptables, centrados en el estudiante y en el proceso de aprendizaje, enfocados al desarrollo de las competencias genéricas, transversales y específicas requeridas para el ejercicio profesional, y el logro de los resultados de aprendizaje propuestos en la declaración de los propósitos de formación institucionales"[17]

La flexibilidad es una de las características del currículo que concreta los lineamientos del modelo pedagógico y que trabaja de forma sinérgica con la interdisciplinariedad para lograr la formación integral. Es así como la flexibilidad en la UIS se concreta en la *flexibilidad curricular* entendida esta como la selección y ajuste dentro del plan de estudios de contenidos pertinentes, útiles y adecuados a las necesidades del entorno y que permitan profundizar en el campo disciplinar y a su vez abordar otras disciplinas, la cual no sólo puede estar referida a actividades académicas optativas ya que su finalidad es la búsqueda de un egresado flexible. La *flexibilidad pedagógica* en la posibilidad de adaptar la relación docente – estudiante, la diversidad de ambientes de aprendizaje, la adopción de diversos recursos educativos y estrategias de enseñanza – aprendizaje y de evaluación y *flexibilidad desde el aprendiz* que "permite que los sujetos de aprendizaje puedan participar en la configuración de su ruta formativa concediéndole autonomía y responsabilidad sobre su propio proceso de construcción de conocimiento y formación integral"[18].

Con estas premisas la flexibilidad en el programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se concreta a través de las siguientes estrategias:

[17] Modelo Pedagógico UIS21, 2021, p. 8.
[18] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Referentes institucionales para la creación, la reforma y la modificación de programas académicos, enero de 2022., p. 20.

- Activades académicas electivas disciplinares y transdisciplinares: los estudiantes pueden elegir 16 créditos al cursar cuatro (4) actividades académicas que permiten el acercamiento y profundización en áreas de conocimiento del posgrado, una de ellas ofertada por una facultad diferente a la que se encuentra adscrito el programa de Doctorado.

- La selección libre por parte del estudiante de la Propuesta de tesis doctoral I a la III y de Tesis doctoral I a V de acuerdo con su campo investigativo de interés relacionado con la Ciencia del Sistema Terrestre.

- La adopción de mecanismos de evaluación diferencial siempre de acuerdo con las competencias a desarrollar y los indicadores de aprendizaje establecidos.

- El reconocimiento de actividades académicas cursadas por el estudiante en otras instituciones de educación superior o centros de investigación tal es el caso de una pasantía de investigación.

A continuación, en la Tabla 5 se puede observar la relación entre los resultados de aprendizaje, las competencias generales y las actividades académicas del plan de estudios del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre:

Tabla 5. Relación entre resultados de aprendizaje, competencias generales y actividades académicas.

Resultados de Aprendizaje	Competencias generales	Actividades académicas
Desarrollar proyectos de investigación relacionados con áreas afines al sistema terrestre, para fines de contribuir al desarrollo científico, académico y socio - económico de la sociedad y el medio ambiente.	•Clasifica literatura científica para el análisis, evaluación, contextualización y solución de un problema de investigación. •Argumenta críticamente la literatura científica de su área de conocimiento. •Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación. •Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento. •Utiliza un lenguaje técnico-científico apropiado y asertivo para la comunicación oral y escrita de sus investigaciones.	✓ Gestión y transferencia de conocimiento. ✓ Propuesta de tesis doctoral I a III ✓ Tesis doctoral I a V.
Interpretar datos mediante el uso de herramientas informáticas especializadas enfocadas a identificar y entender las diferentes relaciones causa-efecto entre los diferentes fenómenos del sistema terrestre.	•Clasifica la literatura científica para el análisis, evaluación, contextualización y solución de un problema de investigación. •Argumenta críticamente la literatura científica de su área de conocimiento. •Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación. •Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento.	✓ Propuesta de Tesis doctoral I a III. ✓ Tesis doctoral I a V.
Participar en iniciativas interdisciplinares de desarrollo científico en el área	•Demuestra ser un ciudadano ético, comprometido con el desarrollo del país y la región desde la perspectiva socio - ambiental.	✓ Gestión y transferencia de conocimiento. ✓ Electiva I a IV.

Resultados de Aprendizaje	Competencias generales	Actividades académicas
de Ciencias del Sistema Terrestre en instituciones de educación superior, entidades gubernamentales y del sector privado, y en otros espacios académicos e investigativos.	• Establece relaciones de respeto con investigadores y miembros de su entorno mediante una actitud crítica y argumentativa de las diferencias cognitivas. • Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación.	✓ Seminario I a III.
Divulgar los resultados de las investigaciones con la comunidad académico-científica y el sector industrial de forma ética, mediante la publicación de artículos científicos en revistas indexadas de circulación nacional e internacional, presentación de ponencias en foros académicos, públicos, entre otros escenarios que permiten la socialización y democratización del conocimiento.	• Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento. • Utiliza un lenguaje técnico-científico apropiado y asertivo para la comunicación oral y escrita de sus investigaciones. • Demuestra ser un ciudadano ético, comprometido con el desarrollo del país y la región desde la perspectiva socio - ambiental. • Desarrolla habilidades para realizar trabajo interdisciplinario y en equipo.	✓ Gestión y transferencia de conocimiento. ✓ Electiva I a IV. ✓ Propuesta de Tesis doctoral I a III. ✓ Seminario I a III. ✓ Tesis doctoral I a V.
Argumentar con criterios científicos, apoyados siempre en datos robustos, derivados de la implementación de metodologías científicamente confiables que garantizan confiabilidad, repetividad y reproducibilidad de los datos.	• Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación. • Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento. • Argumenta críticamente la literatura científica de su área de conocimiento.	✓ Seminario I a III. ✓ Propuesta de Tesis doctoral I a III. ✓ Tesis doctoral I a V.
Aportar elementos y criterios claves para la formulación de políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación, los cuales son factores fundamentales en todos los procesos relacionados con el desarrollo de la sociedad.	• Demuestra ser un ciudadano ético, comprometido con el desarrollo del país y la región desde la perspectiva socio - ambiental. • Clasifica la literatura científica para el análisis, evaluación, contextualización y solución de un problema de investigación. • Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación. • Plantea soluciones a problemas que permiten mejorar el avance de la ciencia y la tecnología en esta área del conocimiento.	✓ Tesis doctoral I a V.
Proponer alternativas de solución a los problemas presentes en el Sistema Terrestre, haciendo uso eficiente de los recursos físicos, humanos y financieros	• Utiliza apropiadamente el método de investigación científica de forma autónoma y propositiva en el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación. • Desarrolla habilidades para realizar trabajo interdisciplinario y en equipo.	✓ Tesis doctoral I a V.

Resultados de Aprendizaje	Competencias generales	Actividades académicas
con responsabilidad social y ambiental.	• Demuestra ser un ciudadano ético, comprometido con el desarrollo del país y la región desde la perspectiva socio - ambiental.	

Fuente: elaboración propia

4.9 Componente pedagógico

El Modelo Pedagógico de la UIS, el cual está articulado con el Proyecto Institucional, evidencia el desarrollo de la función sustantiva de la docencia, en armonía con los avances del conocimiento derivado de las ciencias del aprendizaje, afianzando la capacidad de la comunidad universitaria para el cumplimiento de la misión institucional de formar ciudadanos globales y futuros profesionales que participen con responsabilidad ética y política en el devenir sostenible del proyecto común de humanidad[19].

El modelo pedagógico institucional fue actualizado en el año 2021 con el fin de fortalecer el actuar docente, con miras a alcanzar los propósitos descritos en la nueva misión y visión institucional, y responder a nuevos paradigmas sociales que reclaman la formación de profesionales competentes disciplinar e interculturalmente, éticos, versátiles, honestos, críticos, innovadores, sensibles, analíticos, responsables, alfabetizados tecnológicamente y socialmente comprometidos con el respeto por los derechos humanos, el desarrollo sostenible, la conservación de la biodiversidad, la convivencia pacífica, la cohesión social y la democracia.

Los procesos educativos de la UIS, además de formar desde y para la ciencia, proponen experiencias de aprendizaje que contribuyen a la expansión de la sensibilidad estética de nuestros estudiantes, privilegiando el desarrollo de competencias actitudinales que los lleven a tomar decisiones de actuación personal y profesional desde el respeto por sí mismo, el respeto por el otro, y el respeto por la vida y el medio ambiente. Los profesores y estudiantes logran, a través de los intrincados caminos formativos, confrontar historias individuales y colectivas, reconocer diferencias, y valorar semejanzas, comprendiendo el error como parte del proceso de aprendizaje, lo que permite enfocarse en encontrar las mejores maneras para alcanzar los resultados esperados.

El proceso formativo es el núcleo del modelo pedagógico, se sostiene conceptualmente en comprensiones acerca del aprendizaje y la enseñanza, se instrumentaliza a partir de principios pedagógicos generales y didácticas específicas, se dinamiza con enfoques y recursos para mediación eficaz del aprendizaje y se consolida en la relación profesor-estudiante-objeto de estudio, orientada al desarrollo de las competencias necesarias para obtener los resultados de aprendizaje esperados en los diversos perfiles de egreso de los programas. Las concepciones y enfoques respecto del aprendizaje que sustentan el proceso formativo no se orientan a describir o explicar cuánto conocimiento se logra al final del proceso, sino a demarcar la estructura y calidad con que desarrolla conocimiento el sujeto humano, en el entendido que el conocimiento no es exclusivamente declarativo sino también de orden procedimental y actitudinal. Igual de importante, es comprender que los caminos para llegar al conocimiento son variados y dependen centralmente –más no de forma

[19] CONSEJO ACADÉMICO. Acuerdo No. 233 del 10 de agosto de 2021. Modelo Pedagógico UIS21.

exclusiva- del desarrollo de procesos de pensamiento cada vez más complejos y abstractos, así como del uso del lenguaje como recurso para la construcción de sentido.

4.9.1 Ambientes de aprendizaje físicos y virtuales, así como de herramientas tecnológicas en el marco del modelo pedagógico

Se destaca que el Programa cuenta con espacios físicos y virtuales tales como aulas, salones, laboratorios (10), plataforma Moodle, sistema de enseñanza diseñado para crear y gestionar espacios de aprendizaje online adaptados a las necesidades de profesores y estudiantes, software licenciado y acceso a bases de datos que son herramientas claves en el proceso académico del Programa, como WEB OF SCIENCE, UpToDate, SCIFINDER SCHOLAR, JoVe, BIBLAT, ASTM INTERNATIONAL, EBSCOhost, SCIENCE AAAS, SPRINGER, SCIENCE DIRECT, entre otras.

A su vez, se dispone de las salas de cómputo del CENTIC para actividades como dirección de actividades académicas, cursos de formación y programación, sustentación de propuestas y de tesis de los estudiantes del Programa, también con salas de colecciones y material bibliográfico relacionados con las áreas de estudio del Doctorado.

Adicionalmente, la Universidad adquirió plataformas como ZOOM y TEAMS en las que se pueden desarrollar clases y otras actividades de manera presencial remota, cuenta con acceso a conectividad en el campus y permiten la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes. Específicamente para las actividades de investigación, los estudiantes disponen de laboratorios adecuados y dotados con recursos tecnológicos, que permiten realizar los procedimientos y análisis pertinentes.

4.10 Componente de interacción

La comunidad académica del Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre tendrá como base de formación la interacción con el entorno, dado que la formación en investigación de los estudiantes demanda interacción y análisis de contextos, de manera que permita proponer alternativas de solución como parte del desarrollo de las tesis doctorales. De ahí que la Universidad declara en uno de sus programas estratégicos, la interacción con el entorno académico internacional, como se menciona en el Plan de Desarrollo Institucional, "La generación de conocimiento es por naturaleza una actividad que involucra interacción académica, en un entorno colaborativo, sin fronteras, donde las temáticas se abordan desde diferentes disciplinas y latitudes. Por tanto, participar activamente en redes académicas internacionales redunda en el cumplimiento con excelencia de las funciones misionales"[20].

Es fundamental que la investigación conlleve a la generación de productos aplicados a la industria relacionada con la Ciencia del Sistema Terrestre e impacten los diferentes sectores sociales directa o indirectamente, siendo útil la interacción con otras disciplinas que enriquezcan el trabajo investigativo de la comunidad académica, que impactarán en el cumplimiento de los propósitos del programa y la formación del Doctor.

La interacción academia - industria, los miembros de los grupos de investigación han alcanzado experiencias y habilidades que les ha permitido participar en la presentación de propuestas de trabajos investigativos a organismos tales como Agencia Nacional de Hidrocarburos y el Servicio

[20] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030.

Geológico colombiano, en los que podemos mencionar el proyecto en los años 2013 y 2014 "Amenazas en el Boque 4, 5 y 14", entre otros. Esta relación es reconocida por profesores y estudiantes de la Escuela de Geología como una fortaleza ya que a través de estos proyectos se desarrollan productos tecnológicos para la industria.

En el programa se fomentará la importancia del uso de una lengua extranjera, lo cual se puede lograr a través de la lectura y escritura de artículos, con la participación en eventos académicos y las capacitaciones dadas en otro idioma por expertos internacionales invitados. La Universidad por intermedio del Instituto de Lenguas ofrece a los estudiantes cursos avanzados de inglés y en otros idiomas.

En el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se promoverá la participación en eventos internacionales con ponencias o posters donde los estudiantes pueden mostrar los avances en sus trabajos de investigación e interactuar con otros estudiantes y expertos internacionales en áreas relacionados con la ciencia del sistema terrestre; la participación en este tipo de eventos le facilita al estudiante cumplir con uno de los requisitos de grado descrito en el artículo 142, literal c) del Reglamento General de Posgrados UIS. También se cuenta con convenios firmados con otras Universidades en los que se contempla pasantía de investigación, intercambio académico e investigación conjunta.

Con el propósito de desarrollar habilidades en estudiantes y profesores para interrelacionarse en contextos locales, regionales y globales, el Programa define las siguientes estrategias:

- Electiva I, II, III y IV y seminario I al III, permiten un espacio para que el estudiante socialice e intercambie avances del conocimiento, ideas, resultados de investigación relacionados con la temática que investiga y la que investigan colegas y profesores los cuales aportan al desarrollo de su tesis y favorecen su proceso académico en las diferentes áreas de estudio.

- Actividades académicas dirigidas por profesores de otras Escuelas de la UIS tales como la Escuela de Química, Escuela de Ingeniería Química y Escuela de Trabajo Social. Lo anterior, permite que el conocimiento adquirido se vincule con otros saberes y aporta en el profesional una comunicación estrecha con otras disciplinas.

- Proyectos de investigación y de extensión con diferentes instituciones y actores del sector público y privado; lo que permite que los estudiantes y profesores participen en los diferentes grupos de investigación y puedan dar apoyo logístico y científico a la solución de problemas relacionados con la Ciencia del Sistema Terrestre y con las diversas líneas de estudio de los Grupos de investigación que apoyan al Programa.

- Desarrollo de tesis doctoral de los estudiantes del Programa, lo que permite aportar soluciones a problemas latentes en el medio social, económico y ambiental.

- Participación de estudiantes y profesores del Programa en actividades de movilidad.

- Invitación dirigida a profesores de universidades nacionales o extranjeras a participar como conferencistas, profesores de curso, codirectores de tesis doctorales y jurados de la propuesta de tesis doctoral de los estudiantes del Programa.

Por otra parte, la UIS fomenta lazos de cooperación e integración con pares de universidades e instituciones en el exterior, con el propósito de fortalecer en los futuros estudiantes del Programa

actitudes, competencias y conocimientos que les permita desenvolverse en un mundo globalizado, interconectado y multicultural.

4.11 Mecanismos de evaluación

En concordancia con el Proyecto Institucional de la UIS, la innovación educativa (pedagógica), incluye el componente de evaluación. La evaluación en los programas de posgrado de la UIS está regulada por el Reglamento General de Posgrado, aprobado por el Consejo Superior por Acuerdo No. 075 de 2013[21].

El objeto principal para la evaluación del aprendizaje de un estudiante de doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre es la tesis doctoral, la cual debe ser un aporte significativo en el dominio de la investigación. Para realizar la tesis doctoral se deben alcanzar diferentes aspectos que se encuentran estipulados y explicados en artículos y parágrafos en el Capítulo V del Acuerdo No. 075 del 2013 del Consejo Superior, titulado De la Tesis Doctoral. Del Artículo 127 al 141, se informa acerca del proceso por el cual el estudiante de doctorado debe realizar para la entrega final de la tesis doctoral.

Dentro del proceso se pueden identificar los pasos más significativos: visto bueno del tema de la tesis doctoral por parte del director o grupo de investigación ante el Comité Asesor de Programas de Posgrado (Artículo 128), someter a evaluación la propuesta de la tesis doctoral ante un jurado conformado por tres investigadores (Artículo 130), presentar por escrito la propuesta de la tesis doctoral ante el Coordinador del programa y con el visto bueno de su director junto con la autorización de la defensa de la misma (Artículo 131), la defensa de la propuesta de tesis doctoral cuyos aspectos más significativos se encuentran explicados en los parágrafos del 1 al 8 del Artículo 131, matricular durante los semestres consecutivos la tesis hasta que sea aprobada (Artículo 132), informes de avance del plan de trabajo ante el Coordinador del programa de posgrado durante los semestres consecutivos a la aprobación de la propuesta de tesis hasta culminarla (Artículo 133), entregar el documento de la tesis en formato digital al Coordinador del programa junto con la producción científica asociada a ella (Artículo 134), sustentación oral de la tesis (Artículo 137) y la calificación de la tesis (Artículo 138).

El estudiante deberá presentar un examen de candidatura a más tardar en la cuarta semana del tercer período académico matriculado del programa, este requisito se encuentra especificado en el Capítulo IV del Acuerdo No. 075 del 2013 del Consejo Superior en los Artículos 124 al 126.

En el Título VII del Acuerdo No. 075 del 2013 del Consejo Superior, denominado De las evaluaciones, se exponen los aspectos importantes para la evaluación de las actividades académicas de los programas de doctorado, las cuales deberán ser aprobadas en su totalidad (Artículo 63). Del Artículo 163 al 166 se exponen los diferentes tipos de evaluación de las actividades académicas y su respectivo tratamiento. Los tipos de evaluación son:

- **Evaluaciones ordinarias**: que corresponden a exámenes escritos, trabajos y otras pruebas (Artículo 164). Los estudiantes podrán revisar la evaluación con el profesor correspondiente (Artículo 165).

[21] *Op. cit.*, p. 1.

- **Evaluación supletoria**: Se realiza en remplazo de una prueba ordinaria en condiciones específicas (Artículo 66, parágrafos 1, 2 y 3).
- **Evaluación por suficiencia**: Se realiza cuando el estudiante considere dominar determinado saber y solicite por escrito la realización de la prueba con el aval del director de trabajo de grado (Artículo 167). Esta se podrá realizar teniendo en cuenta ciertas condiciones mencionadas en los parágrafos del 1 al 6 del Artículo 167.

Como resultado de la evaluación del estudiante de doctorado se obtiene la calificación, la cual se encuentra explicada en el Capítulo VIII del Acuerdo No. 075 del 2013 del Consejo Superior, denominado De las calificaciones. En el Artículo 168 se identifican dos modos de calificación, cualitativa y cuantitativa. Las calificaciones cuantitativas se definen en unidades decimales y va del 0,0 al 5,0, siendo la nota mínima aprobatoria de 3,2 (Artículo 169, parágrafos del 1 al 5). Por otra parte, la evaluación cualitativa se expresa con una consideración de juicio de Aprobada (A) o No Aprobada (NA) (Artículo 170).

5. INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

El reglamento General de Posgrado de la UIS[22] (Acuerdo No. 075 de 2013 del Consejo Superior) establece en el Artículo 117, en el literal L, que, desde su admisión, cada estudiante del Doctorado deberá presentar una carta aval de un grupo o centro de investigación de la Universidad Industrial de Santander o de una institución con la cual se tenga convenio vigente. En la carta aval se debe informar sobre el apoyo por parte del grupo en el desarrollo del trabajo de grado del aspirante. Además, en el parágrafo 5 se establece que el grupo de investigación o centro debe asegurar la dirección y/o codirección de la tesis doctoral y garantizar las condiciones para el desarrollo y culminación del trabajo de grado del aspirante, tales como: infraestructura mínima e insumos necesarios.

Los estudiantes de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se vincularán de tiempo completo a los grupos de investigación que apoyan al programa, bajo la dirección y asesoría directa de profesores investigadores pertenecientes a los grupos, es por esto, que desde el primer nivel adquieren competencias que le permiten formular y sustentar una propuesta de investigación que aporte a la generación de nuevo conocimiento sobre una temática relacionada con la Ciencia del Sistema Terrestre.

Estrategias utilizadas por el programa para fortalecer la formación para la investigación e innovación:

- Ofrecimiento dentro del plan de estudios de Seminario I, II y III, cuyo propósito es proporcionar herramientas para la fundamentación en investigación, que permitan orientar la elaboración de la propuesta de tesis doctoral y desarrollar competencias en la discusión pública de resultados de investigación y sustentación de manuscritos para publicación, mediante la apropiación de nuevo conocimiento en variadas temáticas de la Ciencia del Sistema Terrestre. Ofrecimiento de la Propuesta de Tesis Doctoral I, II, III y de Tesis doctoral I, II, III, IV y V vinculadas con el desarrollo de competencias en investigación y con el proceso institucional definido para la propuesta, aprobación y evaluación de la tesis doctoral.

- Planteamiento y resolución de problemas: a través de su tesis doctoral, el estudiante debe identificar un problema, plantear la pregunta de investigación y buscar la forma de solucionarla

[22] Acuerdo No. 075 de 2013, *Op. cit*., p. 1.

de manera que proponga resultados que espera obtener y qué impacto tendrán estos resultados, así como la generación de nuevo conocimiento.

- Acceso a laboratorios y recursos informáticos: los estudiantes cuentan con la infraestructura de laboratorios de la Escuela de Geología y de UIS-Guatiguará, junto con los recursos informáticos de los grupos de investigación para realizar investigación científica en el desarrollo de su tesis doctoral y de las actividades definidas en su proceso formativo.

- Revisión de bibliografía especializada: se realiza en todas las actividades académicas del programa, para ello, el estudiante cuenta con material bibliográfico y recursos electrónicos disponibles en la Biblioteca de la Universidad con una amplia oferta en áreas temáticas relacionadas con el programa.

- Realización de publicaciones: el plan de estudios ofrece espacios para que el estudiante conozca la dinámica de las publicaciones científicas tanto en eventos como en revistas nacionales o internacionales y el manejo del proceso de patentamiento. Constantemente se incentiva al estudiante para que publique los avances y resultados de su tesis doctoral.

- Invitación a conferencistas, investigadores en el área de la Ciencia del Sistema Terrestre, reconocidos a nivel nacional e internacional para exponer sus experiencias en temáticas de interés de la comunidad académica y que estén a la vanguardia de la ciencia y la tecnología en esta área.

- Presentación del tema de la de tesis doctoral, con el visto bueno del director de tesis o grupo de investigación, al Comité Asesor de Posgrado (CAP). El comité, a partir de ese momento, hará oficial la designación del director de la tesis doctoral[23].

- Electivas para profundizar en aspectos específicos de la investigación.

Grupos y líneas de investigación que apoyan el programa

El Doctorado en CST sustenta y consolida su proceso investigativo-formativo en grupos de investigación reconocidos por la comunidad. Como soporte directo se encuentran los grupos de investigación adscritos a diferentes unidades académicas de la UIS y los grupos de la Escuela de Geología, cuya información se amplía en el Anexo B del proyecto educativo del programa. (Ver Tabla 6 y Tabla 7).

Tabla 6. Grupos de investigación que apoyan el Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre.

Grupos de investigación	Clasificación*	Director	Área de desarrollo/ conocimiento	Líneas de investigación
Centro de Investigación en Biomoléculas CIBIMOL	A1	Elena Stashenko	Estudios científicos sobre las relaciones entre la estructura química de sustancias naturales o sintéticas y sus propiedades y/o actividad biológica.	Las actividades antioxidantes de productos naturales, análisis ambiental, análisis petroquímico, química teórica, síntesis orgánica y transformación catalítica de productos naturales.

[23] Reglamento General de Posgrado. Artículo 128

Grupos de investigación	Clasificación*	Director	Área de desarrollo/ conocimiento	Líneas de investigación
Grupo de estudios en Biodiversidad GEBIO	B	Martha Patricia Ramírez Pinilla	Ciencias Naturales Ciencias Biológicas	De sus líneas de Investigación aportan al programa: Ecología, filogeografía, evolución, morfología, anatomía y sistemática de angiospermas.
Centro De Investigación Para El Desarrollo Sostenible En Industria y Energía CIDES	A1	Viatcheslav Kafarov	Área de producción de biocombustibles de primera, segunda y tercera generación, simulación y control de procesos aplicados a la refinería, petroquímica, química, análisis de tecnología, exergía, análisis del ciclo de vida y análisis económico de tecnologías existentes y emergentes	Apoyo en el control y optimización de procesos químicos, cultivo de microalgas, biocombustibles y co-productos a partir de microalga, elaboración de los fundamentos teóricos y experimentales para desarrollo sostenible de los procesos industriales y de la generación de energía, e valuación la sostenibilidad de las aplicaciones en energía renovables, sistemas de energía sostenible para la electrificación rural, mediante la selección asistida por ordenador para obtener soluciones óptimas, optimización de procesos con enfasis en la protección del medio ambiente.
Grupo de investigación en población, ambiente y desarrollo, G-PAD-	A1	Raquel Mendez Villamizar	Contribuir a la generación de conocimiento en el análisis de la realidad social que fomente el debate académico, aporte la estructuración de la acción y promueva el cambio social.	Sus líneas de apoyo: territorio, planificación y ambiente, población, exlusión y desarrollo.
Grupo de Investigación en Materiales de Construcción y Estructuras INME	B	Ricardo Alfredo Cruz	Protección de los recursos naturales. Disminución de zonas para disposición de residuos. Utilización técnica, soportabilidad ecológica y viabilidad económica en áreas de prefabricación.	Lineas de apoyo al programa: estudios de diagnóstico y patología estructural, caracterización acústica de materiales, amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmico, monitoreo de estructuras, gestión y control de proyectos.
Grupo de Investigaciones en Minerales, Biohidrometalurgia y Ambiente- GIMBA	A	Julio Andrés Pedraza Avella	Es un grupo especializado y relacionado con el sector minero, metalúrgico y ambiental, de manera confiable, ágil y personalizada. Contamos con infraestructura y profesionales altamente calificados y comprometidos con satisfacer plenamente las expectativas de nuestros clientes, contribuir al desarrollo del país y a la conservación de medio ambiente.	El apoyo al programa es: biohidrometalurgia y biotecnología ambiental, remediación ambiental tratamiento de efluentes y valorización de residuos, desarrollo y aplicación de materiales avanzados, electroquímica fundamental y aplicada, fotocatálisis foto electroquímica y energías renovables.

Grupos de investigación	Clasificación*	Director	Área de desarrollo/ conocimiento	Líneas de investigación
Grupo de Investigación en energía y medio ambiente GIEMA	A	Manuel Del Jesús Martínez	Desarrolla proyectos e investigaciones referentes a las áreas de la conversión de energía y el medio ambiente, las energías alternativas, la tecnología del gas e hidrocarburos, la ingeniería del transporte, la ingeniería biomédica y la mecánica computacional.	Líneas de apoyo: caracterización de materiales y aplicación al diseño, energías alternativas, mecánica computacional, modelado y simulación de sistemas térmicos y energéticos, sistemas de Control y diagnóstico automático.
Grupo de Investigación sobre desarrollo regional y ordenamiento territorial - GIDROT	B	Isaac Guerrero Rincón	El grupo ha elaborado estudios técnicos e indicadores para la configuración de escenarios de integración regional, siendo el conocimiento sobre el Desarrollo un objetivo fundamental, que parte de presupuestos teóricos y metodológicos e incorporan aspectos políticos, económicos, sociales, históricos y de idiosincrasia cultural, en una perspectiva holística e integral.	Líneas de apoyo al programa: Economía ambiental y de los Recursos naturales, estudios de comportamiento económico, regulación económica.

*Resultados convocatoria MINCIENCIAS No. 894 de 2021.

Fuente: información reportada por cada Grupo de investigación.

Grupos de Investigación Escuela de Geología

En la actualidad, la Escuela de Geología cuenta con dos grupos de investigación, el Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada (GIGBA) y el Grupo de Investigación en Geofísica y Geología Aplicada (IGGA), anteriormente conocido como Energy and Other Non-Renewable Resources (EONr3g), reconocidos por Minciencias. Las líneas de investigación desarrolladas por cada uno son coherentes con la filosofía que guía al programa, llevadas a cabo en el marco de actividades desarrolladas que integran su funcionamiento, las cuales se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Líneas de investigación grupos adscritos al programa de Geología.

Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada – GIGBA: Clasificación A	Grupo de Investigación en Geofísica y Geología Aplicada (IGGA):
• Geología Ambiental y Amenazas Geológicas • Geología Experimental • Geología de Complejos Cristalinos y Cuencas Sedimentarias • Geología del Cuaternario • Georecursos	• Cambio climático y sociedad • Geociencias aplicadas a la diversificación energética • Geofísica aplicada y computacional • Paleoclimatología • Sismología y Sismotectónica

*Resultados convocatoria MINCIENCIAS No. 894 de 2021

Fuente: información reportada por los Grupos de investigación GIGBA e IGGA respectivamente

Por otra parte, los profesores del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre asumen la responsabilidad de formar investigadores educando integralmente al estudiante para que compartan con éxito el desarrollo científico y tecnológico producto de sus propias investigaciones;

según la convocatoria No. 894 del 2021 de MinCiencias se destacan seis (6) profesores en categoría Senior, cinco (5) en categoría Asociado y dos (2) en categoría Junior.

6. RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO

El programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre está articulado con la misión de la Universidad mediante la participación en el progreso, mejorando la calidad de vida de la comunidad; enlazando para ello la investigación, docencia y extensión. Lo anterior puede ser ratificado si se tiene en cuenta que las principales áreas del conocimiento del programa de Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre, presentadas en la estructura conceptual del saber, están directamente relacionadas con los principales sectores económicos del país, entre ellas: el medio ambiente y gestion de los recursos.

Dentro de las políticas de extensión se contempla que las distintas unidades académicas y administrativas ofrecerán servicios y desarrollarán programas en los campos donde se tengan fortalezas reconocidas; además se establecerán alianzas con instituciones externas. Se desarrollarán programas, proyectos y actividades de extensión para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población con prioridad a los sectores más vulnerables, según como está consagrado en el Proyecto Institucional, esto con el fin de fortalecer las relaciones con la comunidad. Se establecerán procesos de comunicación y diálogo continuo entre la sociedad y sus actores con el fin de formular alternativas a los problemas del desarrollo. Se propiciará el desarrollo de relaciones permanentes, estables y confiables con organismos del estado vinculando el desarrollo de proyectos con docentes, estudiantes, personal interno, personal externo y egresados.

Para lo anterior, la Universidad Industrial de Santander suscribe convenios con otras instituciones educativas, con los siguientes fines:
1. Intercambio de estudiantes de Pregrado y Posgrado
2. Intercambio de docentes e investigadores
3. Realización de proyectos conjuntos de investigación (sin cuantía)
4. Promoción de eventos científicos y culturales
5. Intercambio de informaciones y publicaciones académicas

Así mismo, la Escuela de Geología ha suscrito convenios con importantes empresas del ámbito local y nacional que favorecen al Doctorado en CST en la realización de proyectos de investigación conjunta, pasantías, otros, entre los que se destacan:

- Corporación De La Meseta De Bucaramanga -CDMB
- INTEROBRAS
- Alcaldía del Municipio De Piedecuesta
- Corporación Tecnológica Para El Manejo Del Agua Potable Y Saneamiento Básico- CDT del Agua
- ELB Geología y Vías S.A.S
- Construsuelos de Colombia S.A.S
- Área Metropolitana de Bucaramanga
- Alianza Consultora & Ingeniería S.A.S (ALICON & ING S.A.S)
- HYDROINGENIERIA S.A.S
- ANGLOGOLD ASHANTI COLOMBIA S.A
- Gobernación de Santander
- MINESA S.A.S

- INGEOEXPLORACIONES S.A.S
- CERROMATOSO S.A
- Mansarovar Energy Colombia LTDA
- Halliburton Latin America S R L SUCURSAL COLOMBIA

7. PROFESORES

La planta profesoral para el desarrollo del programa está conformada por 19 profesores, diez (10) de ellos hacen parte de la Escuela de Geología, y los otros nueve (9) pertenecen a diferentes unidades académico-administrativas, se destacan, Escuela de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Civil, Escuela de Química, Escuela de Biología y Escuela de Trabajo Social, lo que favorce la interdisciplinariedad del programa.

En las categorías del escalafón se cuenta con 12 profesores titulares, cinco (5) profesores asociados, un (1) asistente y un (1) auxiliar, el 100% con título de Doctorado y el 32% con posdoctorado.

8. MEDIOS EDUCATIVOS

La Universidad Industrial de Santander cuenta con una Biblioteca que está adscrita a la Vicerrectoría Académica y que apoya las actividades académicas de la Universidad. La Biblioteca está dotada con material bibliográfico actualizado, dentro de los que se encuentra material formato papel y recursos electrónicos de alta calidad que abarca todas las áreas del conocimiento: áreas de Ciencias, Ciencias Humanas, Tecnología e Ingenierías.

La Biblioteca de la UIS cuenta con los recursos bibliográficos necesarios para el desarrollo de las actividades académicas e investigativas de los estudiantes del Doctorado en CST en áreas de conocimiento como: ciencias básicas, ciencias aplicadas, ciencias sociales y humanas, entre otros; igualmente con bases de datos (libros, revistas, artículos), bibliotecas digitales (libros electrónicos), revistas y normas que pueden ser utilizadas por la comunidad académica del programa.

También están a disposición del programa los recursos tecnológicos, de comunicación, información y audiovisuales del campus principal, sede Guatiguará, CENTIC, y específicamente los asignados a la Escuela de Geología. De igual manera el Doctorado en CST cuenta con la disponibilidad de 10 laboratorios debidamente dotados para el desarrollo de las actividades del programa y con equipos robustos que se utilizarán para la investigación.

9. RECURSOS FISICOS Y TECNOLÓGICOS

El Doctorado en Ciencia del Sistema Terrestre se ofertará en la ciudad de Bucaramanga, donde se encuentra el campus universitario principal, ubicado en un área de 255.000 metros cuadrados en la zona nororiental de la meseta, alberga los edificios de las Facultades de Ingenierías Fisicoquímicas, Fisicomecánicas, Facultad de Ciencias y Ciencias Humanas; Bienestar Universitario, tres edificios de administración, el Instituto de Lenguas, Biblioteca Central; diversos centros de investigación; el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC), y demás espacios de apoyo a la

actividad académica como: auditorios, talleres, laboratorios, museos, áreas deportivas y zonas verdes.

La distribución de recursos físicos y tecnológicos se realiza de manera proporcional al número de personas que hacen parte de cada unidad académica - administrativa de la Universidad; a través de unidades como Planeación y la Dirección de Planta Física, con apoyo de las unidades, se definen los criterios de asignación, o rotación necesaria para el cumplimiento de las funciones misionales de la Institución.