

Plan de Estudios
Maestría en GeoInteligencia Computacional

**Centro de Investigación en Ciencias de
Información Geoespacial, A.C.**

—Subsede Yucatán. CentroGeo—

Vigente desde Marzo 2020



CentroGeo

21°07'51"N 89°46'51"O 0008m

ÍNDICE

Fundamentación y justificación	3
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
Metas	7
Proceso de Admisión	7
Evaluación para admisión	7
Permanencia	8
Requisitos mínimos para continuar matriculado	8
Perfil del Estudiante	9
Perfil de ingreso	9
Perfil de egreso	9
Egreso	11
Opción de graduación	11
Tesis	11
Examen de grado	11
Requisitos para la obtención del grado	11
Duración de los Estudios	12
Régimen de trabajo académico	12
Contenidos temáticos	14
Líneas de Generación y/o Aplicación del Conocimiento	14
Mapa curricular	15
Perfiles del Núcleo Académico	17
Evaluación y actualización del plan de estudios	17
Vinculación Académica y Movilidad	18
Atención a problemas nacionales prioritarios	18
Referencias	19
ANEXO A	20

FUNDAMENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La GeoInteligencia Computacional es una interacción de las Ciencias Computacionales y las Ciencias de Información Geoespacial que busca ampliar las capacidades de adquisición, análisis, procesamiento y visualización de datos georreferenciados para incorporarlos en procesos de descubrimiento de conocimiento o a Sistemas de Información Geográfica.

La GeoInteligencia Computacional es una disciplina que mediante la fusión de técnicas y herramientas de la geomática, la estadística y las ciencias de la computación, se enfoca en el análisis avanzado de datos espacio-temporales provenientes de diversas fuentes (*por ejemplo*: Internet, Videocámaras, Drones y Sensores en general) con el objetivo fundamental de extraer conocimiento de ellos y permitir su utilización en los procesos de toma de decisiones en algún territorio.

Esta disciplina, como integradora de múltiples especialidades, se encarga del estudio, diseño, desarrollo e implementación de técnicas del estado del arte para el análisis de datos considerando la componente espacial como un factor fundamental para la construcción de modelos (matemáticos, estadísticos, topológicos, computacionales, espaciales y temporales) que permitan el desarrollo de sistemas inteligentes que, de forma automática o asistida, apoyen en los procesos de toma de decisiones que involucren el conocimiento geoespacial.

La diversificación de fuentes de información tales como sensores, aplicaciones móviles, redes sociales, satélites y drones, ha generado una tendencia en cuanto al aumento en la cantidad de datos accesibles a nivel mundial, la cual se estima que alcanzará los 44 zettabytes (10^{21} bytes) para finales de la segunda década del siglo XXI [1]. Según lo reportado en [2], dicho crecimiento está revolucionando el mercado laboral, ampliando la necesidad de expertos en computación y análisis de datos. No obstante, muchos especialistas coinciden en que la visión estratégica en cuanto al futuro de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) está directamente vinculado al análisis automático de grandes volúmenes de datos (conocido como *Big Data*) en donde la componente geográfica actúe como un eje fundamental [3]. Una muestra de ello es la visión de la Agencia Nacional de Inteligencia-Geoespacial de Estados Unidos, una de las autoridades más importantes en la materia, que resume su filosofía con la frase “Conocer la Tierra muestra el camino para entender al mundo” [4].

El estudio de la geografía para tomar decisiones estratégicas no es nuevo. Estrategias como las propuestas por Sun-Tzu (544-496 BC) en el “Arte de la Guerra a geografía, tácticas y estrategias”, ya hacían énfasis en contar con el conocimiento completo del terreno para asegurar la victoria [5]. Sin embargo, el término “Inteligencia Geoespacial” no fue acuñado sino hasta el año 2003, en la coyuntura de seguridad nacional, cuando el congreso de los Estados Unidos de América (*National Defense Authorization Act for fiscal year 2004*), reestructuró la NIMA

(*National Imagery and Mapping Agency*) en lo que ahora es la Agencia de Inteligencia Geoespacial (*National Geospatial-Intelligence Agency*) y la definió como “La explotación y análisis de imágenes e información geoespacial para describir, evaluar y visualizar características físicas y actividades referenciadas geográficamente en la tierra”. La NIMA a su vez fue creada de las agencias DMA y NPIC (*Defense Mapping Agency* y *National Photographic Interpretation Center*) respectivamente [6].

La GeoInteligencia es el campo de conocimiento que se encarga de obtener, procesar y presentar información en un contexto espacio-temporal para describir, explicar y predecir escenarios de interés con el fin de promover que los procesos de toma de decisión estén sustentados en el método científico [7]. Adicionalmente, y debido a la gran cantidad de información disponible, se ha hecho indispensable utilizar herramientas de las Ciencias Computacionales (CC), estadística y matemáticas, dando lugar a la GeoInteligencia Computacional (GC), la cual busca ampliar y fortalecer las capacidades de adquisición, análisis y visualización de datos geoespaciales para incorporarlos en procesos de descubrimiento de conocimiento o a Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La GC resulta crítica para el entendimiento de fenómenos complejos, pues contempla tanto el contexto como la visualización de datos geoespaciales, facilitando el descubrimiento de conocimiento y su aplicación en la toma de decisiones, convirtiendo así conceptualmente dicho conocimiento en inteligencia y, al considerar el componente geográfico como un eje fundamental, en GeoInteligencia. Es tan vasto el campo de acción de la GC, que incluye aplicaciones prácticas que van desde epidemiología [8], y seguridad nacional [9], hasta las más innovadoras como el análisis de redes sociales [10] o aplicaciones de Inteligencia Artificial (IA) [11].

Partiendo de la premisa de que todo ocurre en un contexto espacio-temporal, y que conocer dónde y cuándo ocurren los diferentes fenómenos ayuda a su entendimiento y predicción, la GC resulta un área de estudio necesariamente multidisciplinaria y con extensa aplicación para el estudio de fenómenos naturales y sociales. Se considera multidisciplinaria por que en convergen diversas disciplinas y áreas de conocimiento cuya combinación de metodologías forman la base para procesos e investigación y generación de conocimiento. Fortalecida con las CG que aportan conocimiento relacionado con los procesos de análisis de datos sustentados en algoritmos de IA, favorecen el desarrollo de modelos que representan comportamientos de múltiples índoles.

La GC se encuentra estrechamente vinculada a otras áreas de conocimiento como al GeoComputación [12] y al convertir datos geoespaciales en información a través de procesos de análisis, también se encuentra vinculado con los SIG [13]. A nivel internacional existe gran interés y por ende tendencia en el análisis de información geográfica y su aprovechamiento en los procesos de toma de decisiones tanto para temas de investigación como comerciales y militares, por lo que abarca áreas como

análisis espacial basado en imágenes, modelado en 3D, análisis basado en aplicaciones web y móviles, sistemas basados en conocimiento y metodologías de visualización y representación de información [14]. Por otra parte es importante mencionar su relación con la ciencia ciudadana en cuanto al aprovechamiento de los dispositivos móviles y las redes sociales para tareas de recolección de información geoespacial a través de la población y su posterior análisis [15]. No se puede omitir su potencial en el estudio del medio ambiente y el impacto del ser humano en él, por lo que tiene aplicación en investigaciones relacionadas con aprovechamiento de recursos naturales, degradación del medio ambiente, biodiversidad, desastres naturales, cambio climático, contaminación, etc., [16]. Los campos en los que la GC tiene injerencia abordan problemas de interés mundial y de ahí su enorme importancia. Además, a través de ella se busca la identificación de problemas, causas y posibles soluciones que den pie al diseño e implementación de políticas públicas en beneficio de la sociedad y el medio ambiente.

Dado que la GC está orientada a la generación y/o aplicación de algoritmos sobre información geoespacial, es importante mencionar algunos procesos fundamentales que ayudan a visibilizar la variedad de técnicas y líneas de investigación involucradas. Entre los procesos fundamentales figuran la extracción, transmisión, almacenamiento, análisis y visualización de dichos datos e información.

El proceso de extracción engloba a todas aquellas técnicas relacionadas con la búsqueda de datos. Éste engloba el tratamiento de cualquier tipo de datos digitales como bases de datos (estructuradas y no-estructuradas), documentos electrónicos, colecciones documentales, metadatos, etc. y tiene por objetivo realizar la recuperación en formatos diversos como textos, imágenes, sonido o datos de otras características, de manera pertinente y relevante. Algunas de las líneas de investigación derivadas de estos procesos son: arquitectura de la información, minería de datos, *crowdsourcing*, *knowledge discovery*, semiótica, informática, biblioteconomía, archivística, lingüística, entre otras.

La transmisión de información contempla los diferentes canales de comunicación tanto alámbricos (por ejemplo, par trenzado y fibra óptica) como medios inalámbricos (por ejemplo, haciendo uso de protocolos bluetooth y zigbee para redes de sensores remotos, wifi), hasta llegar al uso de antenas de radiofrecuencia y enlaces satelitales, que garanticen que los datos viajen de manera segura y rápida de un punto a otro en una red.

El almacenamiento de la información incluye todas aquellas tecnologías que permitan el manejo y la persistencia de grandes cantidades de datos, así como la distribución de los mismos (escalabilidad). Algunas de sus líneas de investigación son: álgebra relacional, No-SQL, *Map-Reduce*, Bases de datos distribuidas, Web semántica, redes bayesianas, procesos de inferencia, entre otras.

El análisis de la información engloba el estado del arte en la Ciencia de Datos. Se refiere a la generación de conocimiento a partir de información digital que puede

presentarse de forma estructurada o no estructurada. En décadas recientes, constituye el hito más importante de la IA, ya que se ha comprobado que los algoritmos de computación suave (*soft computing*) han permitido transitar del volumen de datos hacia la inferencia. Los ámbitos en donde el análisis de información participa hoy en día son prácticamente todos, puesto que vivimos inmersos en la sociedad de la información. Algunas de las disciplinas más influyentes en procesos de análisis de la información son: geomática, procesamiento de lenguaje natural, visión artificial, redes neuronales, *Machine Learning*, reconocimiento de patrones, sistemas expertos, sistemas de soporte a la decisión, por mencionar solo algunos.

En lo que corresponde a la visualización de información, se involucran el desarrollo de aplicaciones Web y móviles que sirvan para mostrar información que contenga los resultados del análisis de la misma en diferentes formatos y que ayude a la toma de decisiones. De tal manera que la visualización científica de datos puede ser en forma de gráfica, imágenes o mapas que representen la realidad y muestre su comportamiento, muchas veces en tiempo real.

OBJETIVO GENERAL

Formar capital humano de alto nivel en el área de GeoInteligencia Computacional con la capacidad de llevar a cabo tareas de investigación básica y aplicada basadas en la aplicación o generación de algoritmos, técnicas o metodologías de las Ciencias Computacionales e ingeniería enfocados a la extracción de conocimiento a partir de datos geoespaciales, su interpretación y su aplicación en procesos de toma de decisiones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Formar maestros capaces de:

- Demostrar habilidades para abordar y proponer soluciones a problemas complejos mediante el uso del método científico y la aplicación de conocimiento en las líneas de Inteligencia Artificial, Percepción Remota y Sistemas Socioecológicos.
- Identificar y afrontar problemas de la sociedad considerando el componente territorial como eje fundamental en los procesos de toma de decisiones que conlleven al planteamiento de soluciones que minimicen impactos y maximicen beneficios.
- Generar o aplicar conocimiento matemático y estadístico para la construcción de modelos o heurísticas que permitan la aproximación de soluciones computacionales a problemas de la sociedad.

- Demostrar habilidades en Ciencias Computacionales e Inteligencia Artificial para la aplicación o creación de nuevos algoritmos, técnicas o metodologías que resulten en herramientas de soporte para la toma de decisiones.
- Continuar su desarrollo académico a través de estudios de doctorado, así como trabajar en diversas instancias públicas o privadas para la resolución de problemas complejos que impliquen análisis inteligente de datos geoespaciales
- Atender temas prioritarios en el país, a través de la generación, aplicación y transferencia de conocimiento con competitividad Internacional.

METAS

- Lograr el nivel En Desarrollo del programa en los tiempos especificados en el Marco de Referencia del PNPC
- Aumentar la matrícula de manera que se aproveche al máximo la capacidad de recepción de estudiantes
- Alcanzar una eficiencia terminal por encima de la media mexicana
- Crear una red de egresados del programa y definir los lineamientos para su seguimiento en dos años
- Consolidar la vinculación con las instituciones nacionales e internacionales con las que la subsede Yucatán tiene convenios.
- Fomentar la movilidad de los alumnos buscando la consolidación del programa a través del fortalecimiento de sus líneas de investigación y trabajos desarrollados por los grupos de investigación en colaboración con los alumnos.
- Lograr la pertenencia al SNI del 100% de los integrantes del Núcleo Académico Básico

PROCESO DE ADMISIÓN

EVALUACIÓN PARA ADMISIÓN

El Programa de Posgrado en GeoInteligencia Computacional (PPGC) cuenta con un proceso de admisión acorde con el Reglamento de posgrado del CentroGeo y apegado al Marco de referencia del PNPC, el cual asegura que los aspirantes tengan los conocimientos previos necesarios.

Adicionalmente al perfil de ingreso, los aspirantes deberán cumplir con los siguientes requisitos, estipulados en el Reglamento de Posgrado, Artículos 28 y 29:

- Presentar el título de licenciatura o, en su caso, la documentación que acredite haber concluido los créditos o las materias de la licenciatura y la evidencia de estar en proceso de obtener el título;

- Cumplir con el promedio general mínimo en la licenciatura de 8.0/10.0;
- Presentar el examen de auscultación, los resultados del mismo son insumo en la evaluación que realiza el Subcomité de Admisión;
- Acreditar el idioma inglés, TOEFL 425 o equivalente;
- Presentar dos cartas de recomendación de personal académico y/o profesional, en las que se manifieste la capacidad del solicitante para desarrollar estudios de posgrado. Las cartas deben ser emitidas con fecha con fecha comprometida en los seis meses anteriores a la solicitud de admisión;
- Presentar una carta donde exponga los motivos por los que desea ingresar a la Maestría en GeoInteligencia Computacional, las expectativas que en este sentido tiene y la forma en que intenta incorporar esta experiencia en su proyecto de vida profesional;
- Presentar currículum vitae en extenso;
- Establecer el compromiso por escrito de dedicar tiempo completo a la realización de sus estudios;
- Presentarse al proceso de evaluación y entrevista que establezca el Comité de Posgrado;
- En caso de ser extranjero, y una vez admitido en el programa, deberá contar con la autorización migratoria correspondiente para proceder a su inscripción;
- y
- Presentar una propuesta de investigación. El alumno no estará obligado a desarrollar esta propuesta como trabajo de tesis.

PERMANENCIA

REQUISITOS MÍNIMOS PARA CONTINUAR MATRICULADO

Para continuar matriculado en el Programa de Posgrado el alumno deberá mantener el promedio general mínimo de 8.0/10.0 en cada cuatrimestre.

Con base en el artículo 56 del Reglamento de Posgrado, los alumnos que no aprueben una asignatura tienen derecho a la aplicación de una evaluación extraordinaria. Este derecho será limitado a un total de dos asignaturas curriculares del programa correspondiente.

Con base en el artículo 50 del Reglamento de Posgrado, es requisito para los alumnos entregar un informe cuatrimestral de avance, conforme a su plan individual de actividades. A partir del cuarto cuatrimestre el informe deberá estar avalado por el Director de Tesis y, en su caso, anexar documentos probatorios. El informe cuatrimestral de avance deberá incluir la siguiente información:

1. La lista de actividades realizadas durante el cuatrimestre inmediato anterior;

2. Las calificaciones obtenidas en los seminarios, cursos o materias cursadas durante el cuatrimestre inmediato anterior;
3. Un reporte de avances del proyecto de tesis si fuera el caso;
4. Lista de actividades propuestas para el cuatrimestre inmediato posterior, si fuera el caso;
5. Visto bueno del tutor o Director de Tesis.

Con base en el artículo 71 del reglamento de Posgrado, un alumno causará baja si incurre en alguno de los siguientes casos:

1. No aprobar una asignatura del programa aún después de presentar una evaluación extraordinaria, como se indica en el Artículo 56 del Reglamento de Posgrado;
2. Incumplir injustificadamente las normas de asistencia consignadas en el Artículo 52 del Reglamento de Posgrado
3. Incurrir en una falta que, a juicio del Comité y con base en lo establecido en el Capítulo XII del Reglamento de Posgrado, sea considerada grave;
4. No reincorporarse al posgrado tras el término de una licencia de ausencia temporal;
5. Sobrepassar el plazo establecido para la conclusión del programa

PERFIL DEL ESTUDIANTE

PERFIL DE INGRESO

Los aspirantes a ingresar al programa deberán contar con el título de licenciatura o equivalente y podrán ser preferentemente egresados de carreras como Ingeniería electrónica, mecatrónica, Computación, Matemáticas, Informática, Estadística, Actuaría, Física o campos de conocimiento afines, y tener conocimientos previos de programación de computadoras. Se dará preferencia a los aspirantes que demuestren habilidades de trabajo en equipo, expresión oral y escrita, y tener interés por la investigación y la innovación.

PERFIL DE EGRESO

Al concluir sus estudios de maestría, el egresado habrá adquirido las competencias, conocimientos, habilidades y valores necesarios para dedicarse a las investigación y/o desempeñarse profesionalmente en el campo de la GeoInteligencia Computacional.

Competencias

- Analizar su entorno para identificar problemáticas y ubicarlas en un contexto espacio-temporal desde un punto de vista multidisciplinario, y proponer

soluciones a las mismas con base en teorías y metodologías adecuadas para ello.

- Fungir como líder o responsable de proyectos multidisciplinarios en donde la gestión e integración de información y la coordinación de tareas grupales sea de vital importancia para la suma de esfuerzos
- Tener capacidad autodidacta reflejada en la constante búsqueda de información que lo mantenga actualizado en la frontera del conocimiento en su campo de especialidad.
- Realizar el diseño de investigaciones con metodologías factibles para su desarrollo

Conocimientos

- Teóricos y metodológicos relacionados a las líneas de investigación de la GeoInteligencia Computacional.
- De métodos para la extracción de datos geoespaciales a partir de medios digitales en diversos formatos.
- Del manejo de técnicas de análisis de datos cuantitativos y cualitativos.
- Para el diseño e implementación de modelos computacionales basados en técnicas de IA para la descripción de fenómenos con descriptores espacio-temporales.
- Del manejo de técnicas y tecnologías para la visualización de información geoespacial de manera que facilite los procesos de toma de decisiones

Habilidades

- Para la redacción de documentos para la divulgación de la ciencia
- Para la expresión oral
- Para el manejo de Tecnologías de la Información
- Para la planeación y gestión del tiempo
- Para participar en grupos de trabajo multidisciplinarios
- Para afrontar retos

Valores

- Búsqueda del conocimiento
- Respeto por sus semejantes y el medio ambiente
- Honestidad para realizar sus labores de manera recta y transparente
- Responsabilidad como eje rector de su comportamiento profesional y personal
- Autocontrol que marque la pauta en la convivencia con su entorno

El alumno egresado será un profesional con capacidad de analizar su entorno con el fin de identificar problemáticas y proponer soluciones a través de la aplicación de conocimientos e innovación tecnológica desde la perspectiva de las líneas de investigación de la GC.

EGRESO

Para obtener el Grado de maestría será necesario que el alumno haya cubierto los créditos previstos en el Plan de Estudios con un promedio mínimo de 8.0/10.0.

OPCIÓN DE GRADUACIÓN

TESIS

Las tesis de maestría deberán mostrar evidencias que los estudiantes son aptos para continuar sus estudios de doctorado. Es altamente recomendable que, como producto de la tesis el alumno cuente con producción académica que ayude a demostrar la calidad de su investigación con base en criterios de comités revisión externos. Esta producción puede ser un artículo en congreso o capítulo de libro.

EXAMEN DE GRADO

El Examen de Grado se realizará por un jurado integrado por el director o codirector de tesis y dos jurados externos con un mínimo de tres integrantes.

REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO

Para obtener el grado de Maestro en GeoInteligencia Computacional es obligatorio cumplir con los siguientes requisitos generales:

1. Cumplir con los créditos establecidos en el Plan de Estudios;
2. Contar con una tesis que haya sido dictaminada favorablemente por cada uno de los miembros del jurado;
3. Aprobar el examen de grado.

La aprobación de asignaturas optativas en otras Instituciones de Educación Superior se sujetará a las siguientes condiciones:

- Ningún curso de licenciatura podrá acreditarse para cubrir las materias requeridas por el Programa de Posgrado;
- Previa recomendación del Director de Tesis y del Coordinador Académico, la Coordinación de Posgrado revalidará hasta el 50% de las asignaturas denominadas facultativas, mismas que formarán parte del Plan Individual de estudios;
- Para la revalidación de materias cursadas en otras instituciones académicas deben ser de nivel de maestría o superior.

DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS

El total de créditos para completar la maestría es de 80 obtenidos en un periodo de seis cuatrimestres (dos años). Los dos primeros cuatrimestres están conformados por asignaturas de tronco común que exigen un total de 60 horas presenciales cada una, y un seminario de investigación con un total de 30 horas presenciales. El tercer cuatrimestre está conformado por tres asignaturas optativas con duración de 60 horas presenciales cada una, y un seminario de investigación con duración de 30 horas presenciales. En el cuarto y quinto cuatrimestre respectivamente se contempla cursar una asignatura optativa con duración de 60 horas presenciales y un seminario de investigación 120 horas, de las cuales 30 son presenciales y el resto son no presenciales dedicadas al trabajo de investigación. Finalmente el sexto cuatrimestre lo conforma únicamente el seminario de investigación con una duración de 150 horas, de las cuales 30 son presenciales y el resto son no presenciales dedicadas al trabajo de investigación para la elaboración de su documento de tesis cuya presentación y defensa equivalen a 6.5 créditos.

El carácter de tiempo completo considerará un mínimo de 40 horas a la semana de dedicación y, en caso de realizar alguna actividad laboral, se sugiere que no sea por más de ocho horas por semana, y que esté relacionada con su trabajo académico en el Centro. El plazo máximo para que un alumno cumpla con los requisitos para obtener el grado es de 36 meses a partir de la fecha de inscripción. El alumno que sobrepase este plazo causará baja del Programa. Es importante resaltar que para poder graduarse el proyecto terminal (documento de tesis) deberá ser entregado antes de la fecha límite que la Coordinación Académica del programa dictamine.

RÉGIMEN DE TRABAJO ACADÉMICO

El régimen de trabajo académico de la Maestría en Geointeligencia Computacional es de modalidad escolarizada, presencial, con orientación a la investigación y de tiempo completo. La MGC consiste tanto en cursar asignaturas de carácter obligatorio (tronco común y seminarios de tesis) como asignaturas optativas. El régimen de trabajo se basa en un sistema tutorial que tiene como fin la conducción académica para la formación de alumnos de manera personalizada. El órgano principal de este sistema es el comité de posgrado, quien es el responsable de designar a los Tutores Académicos y Directores de Tesis, los que a su vez supervisan:

- Que el plan individual de actividades académicas del alumno se diseñe y realice en el tiempo previsto por el Programa;
- Que el alumno sea guiado en la realización de ese plan, y que sus avances, logros y desempeño sean evaluados periódicamente;

- Que se oriente y asesore al alumno en el planteamiento y desarrollo de su tesis para la obtención del grado.

El Director de Tesis es designado por el Comité de Posgrado, tomando en cuenta la anuencia del investigador quien deberá observar los requisitos establecidos en el artículo 42 del Reglamento de Posgrado, a saber:

1. Que ambas partes, investigador y alumno, estén de acuerdo;
2. Ser designado como tal por el Comité;
3. Ser investigador de tiempo completo adscrito al Centro o tener una cátedra de Conacyt asignada al Centro;
4. Contar con grado igual o superior al que se dirige;
5. Haber desarrollado al menos un proyecto de investigación ostentando el rol de investigador principal o coordinador de proyecto; y
6. Tener una producción académica o profesional reciente, demostrada por obra publicada de alta calidad, por obra académica o profesional reconocida, o por resultados que demuestren experiencia profesional de carácter innovador.

El Director de Tesis es la persona responsable de la supervisión académica del estudiante por lo que debe mantener una interacción permanente con el estudiante. Sus obligaciones y atribuciones se sujetan a lo establecido en el Artículo 43 del Reglamento de Posgrado, entre las que destaca: "Dar seguimiento al desarrollo del proyecto de investigación y a la preparación del documento de tesis hasta su finalización".

La integración del Comité Supervisor es opcional y a criterio del Director de Tesis quien puede proponer hasta tres investigadores. Los Supervisores tienen la función de auxiliar al Director de Tesis en la dirección y selección de actividades académicas del alumno. En algunas circunstancias, si lo requiere el tema de trabajo del alumno, el Comité de Posgrado (CP) podrá designar, a solicitud expresa del Director de Tesis, un Codirector de tesis preferentemente adscrito a una institución externa.

Es política institucional que el Director de Tesis sostenga reuniones periódicas con el alumno, en las cuales se revisen los avances presentados por el estudiante y se hagan las recomendaciones que consideren pertinentes para continuar desarrollando el trabajo de investigación. De manera semestral el alumno entregará a la Coordinación de Posgrado un informe escrito sobre sus avances, avalado por su Director y conforme a lo establecido en el Artículo 58 del Reglamento de Posgrado.

Un alumno y/o su Director de Tesis puede(n) solicitar al Comité de Posgrado el cambio de Director de Tesis, conforme a lo estipulado en el Reglamento de Posgrado, Artículo 44.

CONTENIDOS TEMÁTICOS

LÍNEAS DE GENERACIÓN Y/O APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO

El PPGC, está diseñado para atender la necesidad de formar expertos con conocimientos y habilidades en Inteligencia Artificial (IA), Sistemas Socioecológicos (SSE) y Percepción Remota (PR). El plan de estudios está orientado a fomentar el desarrollo de investigaciones y proyectos multidisciplinarios puesto que integra tanto el conocimiento cualitativo necesario para conocer y entender la problemática, como el cuantitativo para modelar problemas en búsqueda de posibles soluciones. De esta manera, los egresados del PPGC podrán afrontar problemáticas en donde se requiere conocimiento matemático para la construcción de modelos geoespaciales, conocer teorías y metodologías de ciencias sociales relacionadas con la evaluación de las dinámicas sociales, económicas, políticas y ambientales que constituyen el territorio; y, habilidades en computación para la aplicación o creación de nuevos algoritmos, técnicas o metodologías que resulten en herramientas de análisis, automatización y visualización que faciliten la extracción de conocimiento y la interpretación de resultados a través de la investigación científica. A continuación se define cada una de las líneas de investigación que conforman este programa.

La Inteligencia Artificial aporta conocimientos acerca del análisis de la información que engloba el estado del arte en la Ciencia de Datos. Se refiere a la generación de conocimiento a partir de información digital que puede presentarse de forma estructurada o no estructurada. En décadas recientes se ha comprobado que los algoritmos de computación suave (soft computing), propios de la IA han permitido transitar del volumen de datos hacia la inferencia. Los ámbitos en donde el análisis de información participa hoy en día son prácticamente todos, puesto que vivimos inmersos en la sociedad de la información. Algunas de las disciplinas más influyentes en procesos de análisis de la información son: procesamiento de lenguaje natural, visión artificial, redes neuronales, aprendizaje automático, reconocimiento de patrones, sistemas expertos, sistemas de soporte a la decisión, por mencionar solo algunos.

El objetivo de la PR es generar investigación tomando como base la observación del planeta, que es esencial para medir y monitorear tanto el clima, como el medio ambiente de la Tierra. Las imágenes de satélite no sólo muestran los detalles de los objetos en una imagen como una obra de arte, sino también, cómo se ve afectado el territorio y los procesos asociados al funcionamiento del planeta.

La PR es una disciplina basada en ciencia y tecnología que permite desarrollar, capturar, procesar y analizar imágenes, junto con otros datos físicos de la Tierra, obtenidos desde sensores en el espacio, sensores aerotransportados y con sensores que capturan datos de mediciones in situ.

Los Sistemas Socioecológicos conforman una línea de investigación que busca generar conocimiento e información sobre patrones, tendencias y cambios en la dinámica territorial en múltiples escalas espaciales y temporales. Buscan también entender las interacciones entre los procesos ambientales, sociales, económicos y políticos que ocurren en los territorios, bajo un enfoque integral y desde una perspectiva transdisciplinaria.

La línea de Investigación de SSE utiliza análisis cuantitativos (análisis espacial y SIG y PR) y cualitativos (talleres participativos, encuestas y entrevistas) en múltiples escalas espaciales y temporales que permiten responder preguntas sobre los cambios ambientales, sociales y económicos del vínculo humanidad-naturaleza. Lo anterior en alianza con organizaciones y otras instituciones, lo cual permite apoyar la toma de decisiones en temas prioritarios de la región referentes a la gobernanza, manejo de recursos naturales, resiliencia, adaptación al cambio ambiental global, integración urbano-rural de sistemas agroalimentarios.

La combinación de estas tres líneas de investigación es lo que dota de fuerza a la GC al proporcionar conocimientos y saberes que permiten observar, analizar, entender y modelar los diferentes fenómenos naturales y sociales que se generan como resultado de la interacción del ser humano con su entorno, y proponer e implementar soluciones mediante el desarrollo y transferencia de tecnología en forma de plataformas para la toma de decisiones obedeciendo el método científico.

MAPA CURRICULAR

En el mapa curricular (Figura 1) se observa la secuencia de asignaturas a cursar a lo largo del programa para cada uno de los seis cuatrimestres considerados.

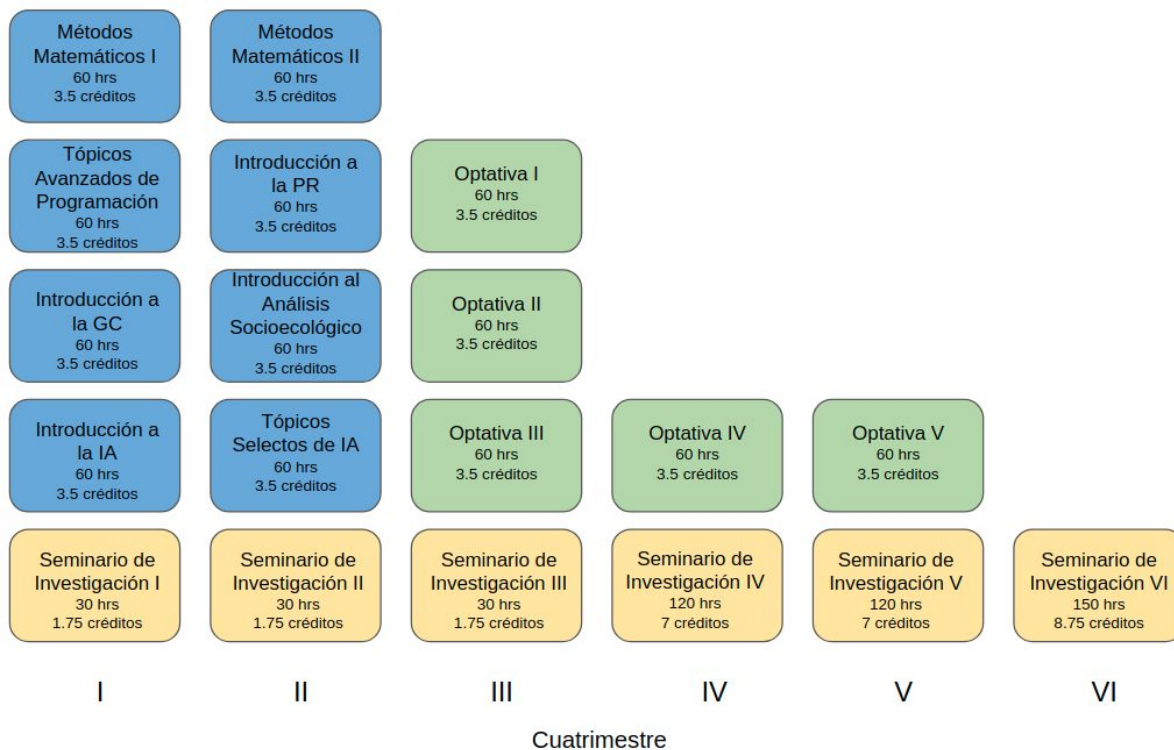


Figura 1. Mapa Curricular

Si se observa la Figura 1 se puede ver que los alumnos deberán tomar y acreditar el tronco común, integrado por 8 materias que cubren en total 28 créditos, 3.5 créditos cada una. También deberán cursar cinco materias optativas, con las cuales se cubre un total de 17.5 créditos (igualmente 3.5 créditos cada una). Y cubrir 6 periodos de Seminario de Investigación. Los primeros tres seminarios valen 1.75 créditos cada uno, el seminario IV y V valen 7 créditos cada uno, y finalmente el seminario VI vale 8.75 créditos, con los cuales se cubre un total de 28 créditos, lo que genera en total 73.5 créditos. Presentar y defender la tesis sumará 6.5 créditos, por lo que el total de créditos es de 80 en toda la maestría en Geointeligencia Computacional.

El programa se ha diseñado para ser impartido de forma presencial, con duración de dos años divididos en seis cuatrimestres.

Los primeros dos cuatrimestres corresponden a asignaturas de tronco común (zona azul de la Figura 1) que buscan aportar los saberes esenciales para la unificación de perfiles y la homologación de conocimientos; además de presentar un panorama general de la GC como disciplina científica y campo de investigación. Lo anterior permitirá al alumno abordar posteriormente cualquiera de las tres líneas de investigación consideradas (IA, PR o SSE). Al finalizar el primer cuatrimestre el alumno deberá tener un primer contacto con las posibles opciones de tema de tesis con la que trabajará. Las asignaturas optativas (zona verde en la Figura 1), se imparten a partir del tercer cuatrimestre y fueron diseñadas para proveer al alumno conocimientos específicos necesarios en función de su tema particular de investigación. Para el caso de las asignaturas optativas del tercer cuatrimestre, el alumno debe cursar una por cada línea de investigación, esto con el fin de fortalecer

sus capacidades de desarrollo de proyectos multidisciplinarios. A partir del cuarto cuatrimestre, las asignaturas optativas deberán ser seleccionadas por el alumno con asesoría de su director de tesis usando como criterio de selección aquellas que aporten más a su tema de investigación. Los seminarios de investigación (zona amarilla en la Figura 1), se imparten desde el inicio del programa y tienen como propósito ser la puerta de entrada a los procesos de investigación que se desarrollan en CentroGeo y proporcionar al alumno las habilidades necesarias para el quehacer científico y servir de guía durante el desarrollo de su tesis. De igual manera, la carga académica en cuanto al número de horas con profesor va en disminución a partir del tercer cuatrimestre con la intención de que el alumno enfatice en el desarrollo de su tema de investigación y la elaboración de su documento de tesis. El último cuatrimestre está orientado a que el alumno enfoque la mayor parte de su tiempo en la redacción de su documento de titulación con el objetivo de garantizar su conclusión y posterior presentación ante su comité de titulación.

En el Anexo A se presenta el listado de asignaturas de tronco común y seminarios de investigación junto con su objetivo, descripción y el cuatrimestre en el que se imparten.

PERFILES DEL NÚCLEO ACADÉMICO

La planta académica está conformada por investigadores con amplia experiencia en las diferentes disciplinas relacionadas con las áreas de conocimiento que conforman la GC. Demuestra formación a través de sus grados de estudio y la relación de estos con las líneas de investigación del programa. De igual forma cuenta con experiencia en participación en trabajos de investigación, dirección de tesis, publicación de artículos, participación como jurados en exámenes de titulación en niveles de educación superior, revisores de artículos, etc., de manera que es posible sumar sus experiencias y conocimientos al desarrollo de proyectos multidisciplinarios que hagan frente a los problemas nacionales prioritarios combinando investigación científica, desarrollo tecnológico y aspectos humanísticos en beneficio de la sociedad y la ecología.

EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios ha sido diseñado considerando el avance y conocimiento de frontera de las áreas de conocimiento involucradas en las líneas de generación y aplicación del conocimiento planteadas en la MGC. Para asegurar que lo anterior se mantenga en el tiempo, se buscará actualizar las temáticas de las asignaturas y de ser necesario las asignaturas en sí para que la MGC se mantenga en la frontera del conocimiento y se adapte a la evolución de las líneas de investigación involucradas.

Este procedimiento será en apego al Artículo 36 del Reglamento de Posgrado, el cual establece las normas y lineamientos para la revisión de los Planes de Estudio y que a la letra dice: “La revisión y, en su caso, actualización de los Planes de Estudios, se realizará anualmente y será conducida por el Coordinador Académico en turno, quien deberá apoyarse en los profesores del programa para elaborar una propuesta de recomendaciones para mejoras, la cual someterá al Comité para su aprobación e implementación en el siguiente año lectivo”.

VINCULACIÓN ACADÉMICA Y MOVILIDAD

El programa de posgrado promueve la movilidad de estudiantes con instituciones nacionales e internacionales a través de convenios de colaboración para el desarrollo de proyectos comunes, codirección de tesis, intercambio académico de profesores y estudiantes, y estancias que fortalezcan los procesos de investigación.

Además, colabora con el programa de Maestría en CIG ofertada por CentroGeo en CDMX aprovechando la existencia de materias complementarias con contenidos comunes, lo cual permite a los estudiantes cursar asignaturas de otros programas y tener acercamiento con investigadores de otras sedes, con lo que se busca ampliar sus fuentes de información en beneficio de su formación.

ATENCIÓN A PROBLEMAS NACIONALES PRIORITARIOS

Lo ritmos de la vida diaria en todos los ámbitos generan enormes cúmulos de información que van desde aquellos derivados de la interacción social entre habitantes de grandes urbes hasta cuestiones ecológicas como el cambio climático. Es esta misma dinámica la que de manera constante genera una amplia gama de retos con características especiales para cada región a los que es necesario hacer frente, por ejemplo, gestión de recursos naturales, contaminación, apoyo en desastres naturales, seguridad, educación, pobreza, migración, conducta humana, salud, etc.

En este sentido las CG, particularmente la IA juega un papel fundamental en muchas áreas del conocimiento, y no sólo en la academia sino también en la industria, el gobierno, etc.

Aunado a esto, la información geoespacial, la ubicación geográfica y el conocimiento del territorio se ha vuelto fundamental casi para cualquier análisis de datos independientemente de cual sea su aplicación.

Dado lo anterior, la investigación se vuelve indispensable para atender un sinnúmero de problemas relevantes y prioritarios tanto en el ámbito nacional como internacional.

La propuesta de la MGC propone la formación de investigadores enfocados en la atención de dichos problemas nacionales prioritarios, buscando la transversalidad

del conocimiento, aplicando métodos de diversas áreas, desarrollo tecnológico, transferencia de conocimiento y diversas aplicaciones del conocimiento generado.

REFERENCIAS

- [1] H. A. Simon, *The Sciences of the Artificial*. MIT Press, 1996.
- [2] S. Brian, *2017 Data Science Salary Survey | Salary | United States Dollar*. O'Reilly Media Inc., 2017.
- [3] C. . Parret, A. . Crooks, y T. Pike, *Future GEOINT: Data Science Will Not Be Enough*, en *Trajectory Magazine*, 2018.
- [4] W. L. Sharp, *Geospatial Intelligence Support to Joint Operations*. DIANE Publishing, 2011.
- [5] R. S. Coorey, *The Evolution of Geospatial Intelligence* en *Australian Contributions to Strategic and Military Geography*, Springer, Cham, 2018, pp. 143-151.
- [6] L. Long, *Developing and organizing a critical mass of geospatial and imagery professionals so they worked effectively under the same agency umbrella was a major achievement that took years and years to accomplish*, *Trajectory Magazine*, 13-mar-2014.
- [7] T. S. Bacastow y D. Bellafiore, *Redefining Geospatial Intelligence*, *Am. Intell. J.*, vol. 27, n.o 1, pp. 38-40, 2009.
- [8] J. Cerda L y G. Valdivia C, *John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna*, *Rev. Chil. Infectol.*, vol. 24, n.o 4, pp. 331-334, ago. 2007.
- [9] R. A. Beck, *Remote Sensing and GIS as Counterterrorism Tools in the Afghanistan War: A Case Study of the Zhawar Kili Region*, *Prof. Geogr.*, vol. 55, n.o 2, pp. 170-179, may 2003.
- [10] E. S. Tellez, S. Miranda-Jiménez, M. Graff, D. Moctezuma, O. S. Siordia, y E. A. Villaseñor, *A case study of Spanish text transformations for twitter sentiment analysis*, *Expert Syst. Appl.*, vol. 81, pp. 457-471, sep. 2017.
- [11] B. B. Conklin y 2018 Apr 18, *How artificial intelligence is transforming GEOINT*, GCN. [En línea]. Disponible en: <https://gcn.com/articles/2018/04/18/ai-transform-geoint.aspx>. [Accedido: 2-may-2018].
- [12] P. A. Longley, S. Brooks, W. Macmillan, y R. A. McDonnell, *Geocomputation: a primer*. Wiley, 1998.
- [13] R. F. Tomlinson, *Thinking about GIS: Geographic Information System Planning for Managers*. ESRI, Inc., 2007.
- [14] Z. Li, Q. Zhou, y W. Kainz, Eds., *Advances in Spatial Analysis and Decision Making: Proceedings of the ISPRS Workshop on Spatial Analysis and Decision Making: Hong Kong, 3-5 December 2003*, 1 edition. Lisse: CRC Press, 2003.
- [15] G. Bordogna, Ed., *Geoinformatics in Citizen Science*. S.I.: Mdpi AG, 2019.
- [16] J. L. Awange y K. K. B John, *Environmental Geoinformatics: Monitoring and Management*, 2013 edition. New York: Springer, 2013.

ANEXO A

Listado de asignaturas de tronco común y seminarios de investigación junto con su objetivo, descripción y el cuatrimestre en el que se imparten.

Tabla 1. Asignaturas de tronco común.

Nombre	Cuat.	Objetivo	Descripción
Introducción a la Inteligencia Artificial	I	Conocer los fundamentos de la IA que sirven como base para el desarrollo de métodos y algoritmos que permiten a las computadoras imitar conductas inteligentes.	Conocer los principios en los cuales se basa la IA y los elementos que la conforman aporta al estudiante un amplio panorama sobre su aplicación y los beneficios que esta conlleva, por ello, esta asignatura se enfoca en presentar al alumno los conceptos fundamentales de la IA y sus diferentes campos de aplicación.
Introducción a la GC	I	Dar a conocer al alumno las actividades propias de la GC y las disciplinas que la integran, así como su campo de acción y su importancia en los procesos de investigación	Con base en esto, esta asignatura se enfoca en ofrecer al alumno un panorama general de la GC haciendo énfasis en aquellas disciplinas que la conforman y destacando su impacto en los procesos de toma de decisiones.
Tópicos Avanzados de Programación	I	Reforzar en el alumno los conceptos y técnicas de programación que le permitan desarrollar aplicaciones para la obtención, procesamiento y almacenamiento de datos y visualización de información.	Esta asignatura se enfoca en fortalecer en el alumno los conocimientos acerca de las técnicas y paradigmas de programación de mayor utilidad que permitan el desarrollo de aplicaciones informáticas.
Métodos Matemáticos I	I	Proporcionar herramientas matemáticas derivadas de asignaturas tales como álgebra lineal, variable compleja y cálculo vectorial, para la comprensión y resolución de problemas en diversas áreas de la física,	Esta asignatura se enfoca en revisar y fortalecer el álgebra de matrices, los espacios vectoriales, la regla de la cadena generalizada a funciones vectoriales y el trabajo con funciones complejas valuadas. Estas herramientas, desde un enfoque centrado en la comprensión abstracta, permiten la vinculación del estudiante con materias superiores como la optimización matemática, física de

		ingeniería y computación.	radar y procesamiento digital de imágenes.
Seminario de Investigación I	I	Conocer las líneas de investigación del centro	Esta asignatura se enfoca en organizar acercamientos con investigadores a través de pláticas y seminarios en donde cada uno presente sus líneas de investigación y los proyectos en los que participa con el objetivo de permitir al alumno conocer las temáticas del centro y despertar su interés por alguna línea. De la misma forma, a través de esta asignatura se darán a conocer los pasos para la redacción de artículos científicos.
Introducción a la Percepción Remota	II	Describir los fundamentos físicos de la interacción de la radiación electromagnética con la superficie terrestre, que están involucrados en la adquisición de imágenes con sistemas activos y pasivos.	La asignatura proporcionará un panorama general de las técnicas de observación terrestre usando sistemas de PR. Primeramente, se describirá a la radiación electromagnética y sus procesos fundamentales de interacción con la atmósfera (absorción, transmisión) y la superficie terrestre (reflexión y emisión). A partir de ello, se explicarán los principios del registro de imágenes satelitales para los sistemas de PR activos y pasivos.
Introducción a los Sistemas Socioecológicos	II	Ofrecer un marco de conocimiento que acerque al alumno a la comprensión multidisciplinaria de las dinámicas territoriales y la gobernanza, en distintos niveles y su impacto social.	En este curso se conocerán distintos enfoques para el análisis territorial y se profundizará en el concepto de territorio como un espacio en el que convergen e interactúan dinámicas biofísicas, sociales, políticas, económicas y ambientales. Por otra parte, el alumno conocerá el análisis territorial como una herramienta necesaria para la toma de decisiones, la gestión ambiental y la creación de políticas públicas
Tópicos Selectos de Inteligencia Artificial	II	Adentrar al alumno al conocimiento acerca de los diferentes algoritmos y técnicas de la IA	Esta asignatura se enfoca en conocer el funcionamiento de las técnicas principales que la IA utiliza para realizar tareas de análisis de datos, partiendo de la base matemática y estadística y concluyendo con la implementación en un lenguaje de programación.
Métodos	II	Brindar al alumno los	Este curso está orientado en fortalecer

Matemáticos II		fundamentos de teoría de la probabilidad y las herramientas estadísticas para la comprensión y resolución de problemas en diversas áreas de la física, ingeniería y computación.	los conceptos básicos de teoría de la probabilidad y estadística, centrando principal atención en los estimadores de máxima verosimilitud, el teorema de Bayes, procesos estocásticos y diferentes distribuciones de probabilidad.
Seminario de Investigación II	II	Definir las líneas de investigación de interés y proponer un tema de tesis.	Esta asignatura está enfocada en que el alumno genere una idea firme sobre las líneas de investigación de su interés y con base en ello proponga y presente un tema de tesis. Durante esta materia el alumno realizará presentaciones ante sus profesores y compañeros con el objetivo de enriquecer su tema de investigación. De igual manera, deberán analizar la importancia de cada una de las fases de desarrollo de proyectos y la necesidad de protección de los mismos por medio de derechos de autor y generación de patentes de acuerdo a la ley vigente de ciencia y tecnología.
Seminario de Investigación III	III	Definir el contexto de su trabajo de tesis en el cual se tomen en cuenta las hipótesis, alcances, limitaciones y marco teórico y la metodología a seguir durante su proceso de investigación, el plan de trabajo y el plan de trabajo que plasme los tiempos para cada actividad.	Durante esta asignatura el alumno deberá hacer el planteamiento de las hipótesis de investigación, sus alcances y limitaciones y presentar el marco teórico que incluya los conocimientos, teorías, y técnicas que sirvan como punto de partida para su investigación. Así mismo, deberá definir la metodología a seguir con base en el trabajo a realizar y elaborar un plan de trabajo y un cronograma con objetivos claros para garantizar su conclusión en el tiempo estimado.
Seminario de Investigación IV	IV	Llevar a cabo la fase de experimentación con miras a la obtención de resultados.	Durante esta asignatura, el alumno deberá enfocar sus esfuerzos en el diseño y aplicación de una herramienta para la obtención de datos que sirvan como fuente de información para el desarrollo de experimentos, con lo cuales deberá

			obtener los resultados para analizar.
Seminario de Investigación V	V	Llevar a cabo la fase de análisis y la interpretación de resultados.	Esta asignatura deberá partir de la realización de los experimentos y la obtención de resultados, para posteriormente examinarlos con el propósito de encontrar un significado en ellos y responder a las preguntas de investigación.
Seminario de Investigación VI	VI	Generación de conclusiones y escritura del documento	Esta asignatura se enfoca en que, con base en los resultados obtenidos previamente, el alumno obtenga una conclusión orientada a la comprobación de la hipótesis. Al término de esta asignatura el alumno deberá contar con un documento de tesis completo y que sea sujeto a ser evaluado por su director y un comité de revisores.

A continuación se presenta el listado de asignaturas optativas junto con su objetivo, la LGAC a la que corresponden y el nivel en el que se imparten.

Tabla 2. Asignaturas Optativas.

Nombre	Objetivo	LGAC	Nivel
Aprendizaje automático	Conocer las bases que hacen posible el aprendizaje automático, los métodos más comunes y las mejores prácticas para aplicarlos.	IA	I
Introducción a la teoría de grafos	Ofrecer al alumno conceptos y herramientas matemáticas básicas de la teoría de grafos para la solución de problemas en el área de las ciencias de la computación.	IA	I
Temas Selectos de Matemáticas para IA	Conocer los fundamentos matemáticos de los modelos para simular el comportamiento de sistemas reales con base en los principios que sirven de soporte para el estudio de la IA.	IA	I
Procesamiento de Lenguaje Natural	Conocer las técnicas informáticas necesarias para que la computadora analice, entienda y derive significado a partir del lenguaje humano y lo traduzca en información estructurada.	IA	I
Visión por Computadora	Conocer y aplicar los métodos que permitan el desarrollo de soluciones informáticas para el análisis de imágenes con el propósito de identificar objetos de interés en ellas.	IA	II

Aplicaciones de Inteligencia Artificial	Ofrecer al alumno fundamentos teórico-prácticos de los temas de la IA con mayor aplicación en el análisis de datos.	IA	II
Búsqueda y recuperación de información	Entender los retos de buscar en grandes colecciones de datos multimedia no estructurados y conocer las mejores propuestas para generar un motor de búsqueda eficiente.	IA	II
Redes de Sensores	Diseñar, desarrollar, implementar y aplicar dispositivos electrónicos para la recolección, procesamiento, almacenamiento y transmisión de datos georeferenciados desde locaciones remotas.	IA	III
Sistemas de Soporte a la Decisión	Aplicar métodos, herramientas computacionales y modelos de análisis de datos para el diseño de sistemas que apoyen a los procesos de toma de decisiones	IA	III
Aspectos Socioeconómicos y Ambientales del Análisis Socioecológico	Conocer marco socioecológicos que permiten un análisis integral de los sistemas sociales y ecológicos en el territorio urbano y rural.	SSE	I
Sistemas Complejos para el Análisis de Problemas Socioecológicos.	Conocer el enfoque de los Sistemas Complejos para comprender problemas socioecológicos de cara a analizar estudios de caso en México para proponer soluciones utilizando herramientas tecnológicas.	SSE	I
Estudios Ecosistémicos	Conocer la problemática de la relación sociedad-recursos naturales en un contexto espacial para desarrollar tecnologías aplicadas al monitoreo e investigación de indicadores ambientales.	SSE	II
TIC's y Ciencia Comunitaria /Ciudadana.	Ofrecer a los alumnos un panorama general del uso de las TIC's como herramientas de participación, monitoreo e involucramiento ciudadano en procesos socioecológicos y como fuentes de información que permitan sustentar y validar la modelación del territorio.	SSE	II
Medio Ambiente y Sustentabilidad	Que el alumno identifique y analice los principales retos que enfrenta la práctica de la planeación en cuanto a la integración de la dimensión ambiental en la producción del espacio urbano y rural.	SSE	III

Fundamentos y Aplicaciones de Radar de Apertura Sintética	Presentar los fundamentos matemáticos y geométricos sobre Radar de Apertura Sintética (SAR, por sus siglas en inglés) que permitan al alumno desarrollar diversas aplicaciones orientadas al monitoreo terrestre.	PR	I
Temas Selectos de Matemáticas para PR	Ofrecer un panorama general sobre algunos tópicos de matemáticas destinados a la descripción del proceso de filtrado de imágenes y algoritmos de desenvolvimiento de fase.	PR	I
Robótica y visión	Que el alumno logre un aprendizaje crítico y reflexivo acerca de la teoría de estimación usada para obtener información significativa de algunos sistemas de visión.	PR	I
Fotogrametría	Realizar mediciones precisas basándose en fotografías aéreas, a fin de determinar las características métricas y geométricas del terreno, región o zona fotografiado desde un objeto aéreo (drone, satélite, avión, etc.).	PR	II
Procesamiento Digital de Imágenes	Ofrecer al estudiante los fundamentos teóricos y prácticos de diversas técnicas para el procesamiento y análisis de imágenes registradas por sistemas de PR.	PR	II
Tratamiento de Datos LiDAR	Estudiar la aplicación y manipulación de datos 3D escaneados en diferentes ambientes, con el objetivo de clasificar objetos sobre nubes de puntos.	PR	II
Modelado de sistemas ciber-físicos	Mostrar herramientas analíticas para el diseño de modelos matemáticos de sistemas ciber-físicos.	PR	II
Procesamiento de nubes de puntos.	Que el alumno desarrolle habilidades que le permitan obtener y manipular computacionalmente datos geoespaciales en formato de nube de puntos provenientes a través de diferentes fuentes.	PR	III