

Plan de Estudios
Maestría en GeoInteligencia Computacional
Laboratorio Nacional de GeoInteligencia
CentroGeo



CentroGeo

21°07'51"N 89°46'51"O 0008m

Contenido

Introducción.....	1
Antecedentes	5
Justificación.....	5
Unidad Yucatán de CentroGeo.....	5
Necesidad de Investigadores	6
Ventajas competitivas de Yucatán	7
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos.....	8
Perfil del Estudiante	9
Perfil de ingreso.....	9
Perfil de egreso	9
Mapa Curricular.....	10
Núcleo Académico	23
Núcleo Básico.....	24
Profesores incorporados.....	26
Proceso de Admisión.....	27
Evaluación para admisión	27
Permanencia	28
Requisitos mínimos para continuar matriculado.....	28
Egreso.....	29
Duración máxima de estudios	29
Tesis.....	29
Examen de grado.....	29
Requisitos para la obtención del grado	30
Vinculación Académica y Movilidad	30
Acrónimos.....	33
Referencias	33



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



INTRODUCCIÓN

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 (*Big Data*) en donde el componente geográfico 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 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].

Hoy en día la GeolInteligencia se encuentra en el gobierno, la industria y la educación. Muchos gobiernos cuentan con agencias de GeolInteligencia, existen empresas privadas dedicadas a brindar servicios de GeolInteligencia e instituciones educativas ofrecen programas en GeolInteligencia.

La GeolInteligencia 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), dando lugar a

la línea de investigación que denominamos GeoInteligencia Computacional (GC), la cual busca ampliar y fortalecer las capacidades de adquisición, análisis y visualización de datos georreferenciados 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 georreferenciados, facilitando el descubrimiento de conocimiento y su aplicación en la toma de decisiones, convirtiendo así 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 la epidemiología [8], la seguridad nacional [9], hasta las más innovadoras como el análisis de redes sociales [10] o aplicaciones de Inteligencia Artificial (IA) [11].

En otras palabras, la GeoInteligencia Computacional es una disciplina científica que integra principios teóricos de Matemáticas, Estadística, Ciencias de la Computación y Ciencias de la Información Geoespacial (CIG) para la resolución de problemas relacionados con el análisis de datos georreferenciados (ver figura 1).

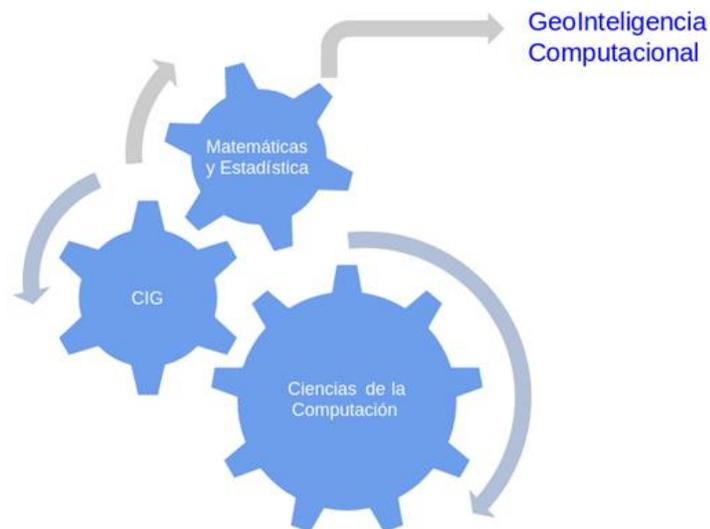
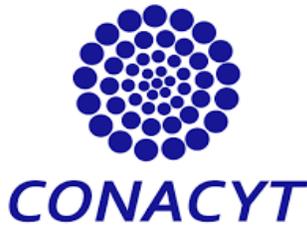


Figura 1. GeoInteligencia Computacional.

Dado que la GeoInteligencia Computacional está orientada a la aplicación de algoritmos sobre información georreferenciada, es importante explicar algunos procesos fundamentales en la gestión de datos que ayudan a visibilizar la variedad de técnicas y líneas de investigación



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



involucradas. Entre los procesos fundamentales figuran: extracción, transmisión, almacenamiento, análisis y visualización de información.

El proceso de extracción reúne a todas aquellas técnicas relacionadas con la búsqueda de información. Engloba el tratamiento de cualquier tipo de información digital: bases de datos, documentos electrónicos, colecciones documentales, metadatos, etc. 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 sus líneas de investigación 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 medio 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 Inteligencia Artificial, 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 gráficas o imágenes que representen la realidad y muestre su comportamiento.



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



El Programa de Posgrado en Geointeligencia Computacional (PPGC), que será ofertado en la Unidad Yucatán de CentroGeo, está diseñado para atender la necesidad de formar expertos con habilidades en IA, Análisis Socio-Ambiental (ASA) 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 y visualización que faciliten la extracción de conocimiento y la interpretación de resultados a través de la investigación científica.

La impartición del PPGC en Yucatán tendrá un gran impacto por su ubicación estratégica debido al constante crecimiento económico del estado y a su apuesta por el desarrollo científico y tecnológico [12]. Muestra de ello es la reciente creación de una Zona Económica Especial (ZEE) en el municipio aledaño de Progreso, que tendrá como objetivo consolidar la vocación de actividades de la industria de las TICs [13]. El desarrollo de esta zona, aunado a las más de 250 empresas del mismo sector ya instaladas en la región, está generando una gran demanda de especialistas de alto nivel con capacidades de investigación básica y aplicada en análisis de datos. Adicionalmente, al impartirse dentro del Parque Científico Tecnológico de Yucatán (PCTY), el programa contará con instalaciones de primer nivel y una posición privilegiada desde la cual los estudiantes y docentes estarán integrados al ecosistema Científico-Tecnológico propiciado por la Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior (SIIES), contando también con la oportunidad de desarrollar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en instituciones internacionales públicas y privadas de gran envergadura [14].

La visión del PPGC es establecer una plataforma para la creación de la masa crítica de investigadores de alto nivel capaces de aprovechar la información geográfica y su análisis en procesos de toma de decisión buscando integrar las Ciencias de Información Geoespacial (CIG) y las CC en el desarrollo de investigaciones y proyectos multidisciplinarios con el objetivo de dar solución a problemas prioritarios.

ANTECEDENTES

Tomando en cuenta que la GC es fundamental para la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo de regiones productivas, recursos naturales, energía, población, sociedad, educación, seguridad, salud, prevención de riesgos naturales y sociales, el Laboratorio Nacional de Geointeligencia (GeoInt) realiza tareas enfocadas a la atención de necesidades emergentes de análisis geoespacial y territorial. El laboratorio, conformado por CentroGeo, CIMAT e INFOTEC, está orientado en el desarrollo de productos con valor de mercado y la prestación de servicios poniendo especial cuidado en la calidad y competitividad internacional [15].

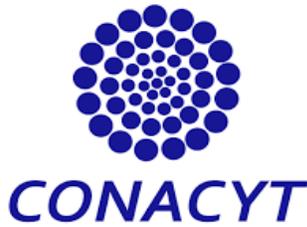
El grupo de GC de CentroGEO trabaja en el diseño, desarrollo e implementación de algoritmos novedosos derivados de las Ciencias Computacionales (CC) y en su integración en las SIG enfocados en el análisis de información geoespacial (de forma automática), desde un punto de vista tanto cuantitativo como cualitativo, considerando no solo su comportamiento (espacio-temporal), sino también su contenido y su contexto geográfico (e.g. tópico, opinión, sentimiento, tono, referencias espaciales y temporales, preferencia, temática, etc.).

JUSTIFICACIÓN

La justificación para proponer el Programa de Maestría en Geointeligencia Computacional en la Unidad Yucatán de CentroGeo radica en primer lugar en las características ideales con las que la Unidad Yucatán de CentroGeo cuenta como resultado de su crecimiento y fortalecimiento, en segundo término, la necesidad de contar con recursos humanos de alta calidad que, a través de la innovación e investigación en las líneas de investigación de la GC, hagan frente a las problemáticas que aquejan a la sociedad y, finalmente, en las ventajas académicas y sociales que representa el estado. Cada uno de estos puntos se exponen a continuación.

UNIDAD YUCATÁN DE CENTROGEO

La Unidad Yucatán de CentroGeo ha pasado por un proceso de crecimiento que la coloca en una posición óptima para la impartición del programa de posgrado en Geointeligencia Computacional y alinearse con la misión y visión del Centro de Investigación y del Laboratorio Nacional de Geointeligencia.



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



El crecimiento de la Unidad Yucatán de CentroGeo, cuyo inicio se da en octubre de 2016, va de la mano con sus fortalezas y sus capacidades, y se refleja tanto en infraestructura como en la participación en proyectos como Fomix, Cátedras, Fordecyt, Nacionales y Propios, que le han permitido abrirse camino como representante en Yucatán del consorcio Intelinova.

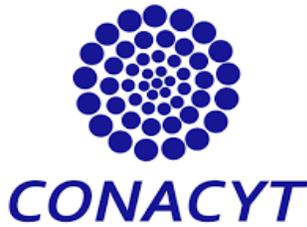
La Unidad Yucatán de CentroGeo inició actividades con tan solo dos integrantes en 2016, sin embargo, a poco más de un año ya cuenta con doce investigadores agrupados en tres líneas de investigación: Percepción Remota, Sistemas Socio-ecológicos, y Geointeligencia Computacional. De los doce investigadores, diez tienen el grado de Doctor, cinco de ellos pertenecen al SNI. Además, la unidad cuenta con personal de apoyo en el área administrativa y de soporte técnico.

El trabajar en esas tres líneas de investigación ha dado cabida a desarrollar proyectos en torno al análisis de imágenes para el monitoreo de cuerpos de agua, extracción de áreas urbanas, análisis de subsidencias y coberturas terrestres. Así mismo, el desarrollo de proyectos para el reconocimiento de patrones, aprendizaje computacional, procesamiento de lenguaje natural, sistemas expertos, entre otros.

NECESIDAD DE INVESTIGADORES

El entendimiento de los cambios a nivel mundial está siendo rebasado por la limitada capacidad de obtención y análisis de datos georeferenciados que permitan visualizar un panorama aproximado a la realidad actual.

Los avances científicos y tecnológicos, el enorme cúmulo de datos, el impacto de estos a nivel nacional e internacional, aunado con el crecimiento y fortalecimiento de la Unidad Yucatán de CentroGeo, establecen una plataforma ideal para la inserción de expertos en Geointeligencia Computacional en empresas, universidades y centros de investigación, pero también la necesidad de formar expertos, que con base en conocimientos sólidos y habilidades para desarrollar investigación e innovación propongan soluciones en diferentes dominios del conocimiento en beneficio de la sociedad. Todo lo anterior, en conjunto con las ventajas que ofrece el estado derivadas del crecimiento económico y de servicios, colocan a la Unidad Yucatán de CentroGeo en una posición inmejorable para ofertar el programa de posgrado en cuestión y recibir alumnos nacionales e internacionales.



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



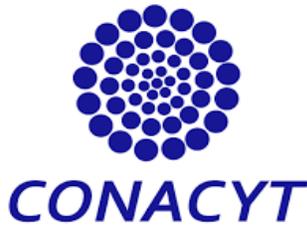
VENTAJAS COMPETITIVAS DE YUCATÁN

Yucatán ha sido desde hace muchos años el estado con mayor crecimiento en el sureste de México. Al día de hoy es un foco de atención principalmente para los estados vecinos, pero también para muchos otros estados del país. Mérida, su ciudad capital, ha experimentado un crecimiento poblacional que ha ido de la mano con la cantidad y calidad de los servicios que en ella se encuentran en términos de salud, economía, TICs, educación e investigación, y seguridad principalmente. Es por ello que, al día de hoy, presenta ventajas competitivas que lo ubican como un sitio estratégico para dar impulso a la ciencia y tecnología.

Como ventajas competitivas en el rubro académico destacan el fomento e impulso a la industria de las tecnologías de la información y comunicación, el cual se ve reflejado en la cantidad y calidad de empresas nacionales e internacionales que han iniciado operaciones desde inicios de la primera década del siglo XXI. Además, las iniciativas que se han tomado para impulsar y fomentar la educación e investigación como la creación de la Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior (SIIES), la Universidad Politécnica de Yucatán (UPY), el Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico (SIIDETEX), y el Parque Científico y Tecnológico del Estado (PCYT) [16]. De igual manera, la creación de la primera Zona Económica Especial (ZEE), la cual está orientada al desarrollo y transferencia tecnológica en materia de TICs. En este mismo rubro, es importante mencionar que en el año 2017 egresaron 1132 alumnos de distintas casas de estudios, quienes cumplen con el perfil de ingreso que es de interés para el programa de Posgrado en GC. De esa cantidad, 787 son egresados de colegios en la ciudad de Mérida y 345 de colegios del interior del estado. Así mismo, Yucatán, al ser un estado de servicios, es foco de atención para estudiantes de estados vecinos como Campeche, Tabasco, Quintana Roo y Chiapas, en donde, el mismo año, la cantidad de alumnos egresados de carreras afines al perfil de ingreso fue en total 4060.

Si bien, los esfuerzos en materia de educación e investigación han sido grandes, aún se percibe la oportunidad de crecimiento ya que, a pesar de que Yucatán, a través de sus Centros de Estudios, ofrece programas de posgrado, la mayoría de ellos no ofrecen líneas de investigación específicas, pero orientadas al trabajo multidisciplinario.

Como ventajas competitivas en el rubro social destacan el crecimiento económico constante tanto en el sector industrial como en otros sectores como la construcción, manufactura, y actividades primarias. El crecimiento económico se ve reflejado en el empleo, ya que en 2016 se alcanzó la cifra de 51 mil empleos formales [17]. En 2017 el 98.1% de la Población Económicamente Activa se



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



encontraba ocupada¹. No menos importantes son los servicios de salud pública, en donde los esfuerzos se han concentrado en el equipamiento y construcción de nuevas unidades de atención primaria y aumentar la calidad del servicio. En cuestiones de seguridad, en el año 2017 Yucatán fue considerado el estado más pacífico del país, al ocupar la primera posición en el Índice de Paz México (IPM), elaborado y publicado por el Instituto para la Economía y la Paz (IEP)², y por último, los servicios turísticos que caracterizan a la ciudad de Mérida y sus alrededores propician un ambiente ideal para realizar actividades de recreación que faciliten la integración de estudiantes y profesores a la sociedad.

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 enfocados a la extracción de conocimiento a partir de datos georreferenciados, su interpretación y su aplicación en procesos de toma de decisiones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formar maestros con habilidades multidisciplinarias capaces de 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 Análisis Socio-Ambiental.
- Formar maestros capaces de 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.
- Formar maestros capaces de 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.

¹ <http://www.sefoe.yucatan.gob.mx/secciones/ver/poblacion-economicamente-activa>

² http://www.yucatan.gob.mx/saladeprensa/ver_notas.php?id=202829



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Geolnt

Laboratorio Nacional
de Geointeligencia

- Formar maestros con habilidades en Ciencias Computacionales e IA para la aplicación o creación de nuevos algoritmos, técnicas o metodologías que resulten en herramientas de soporte para la toma de decisiones.

PERFIL DEL ESTUDIANTE

PERFIL DE INGRESO

Los aspirantes a ingresar al programa deberán ser egresados de carreras como Ingeniería electrónica, Computación, Matemáticas, Informática, Estadística, Actuaría, Física y campos de conocimiento afines, tener conocimientos previos de programación de computadoras, contar con un promedio mínimo de 8.0/10.0, demostrar habilidades de trabajo en equipo, expresión oral y escrita, y tener interés por la investigación y la innovación.

PERFIL DE EGRESO

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 GeoInteligencia Computacional.

MAPA CURRICULAR

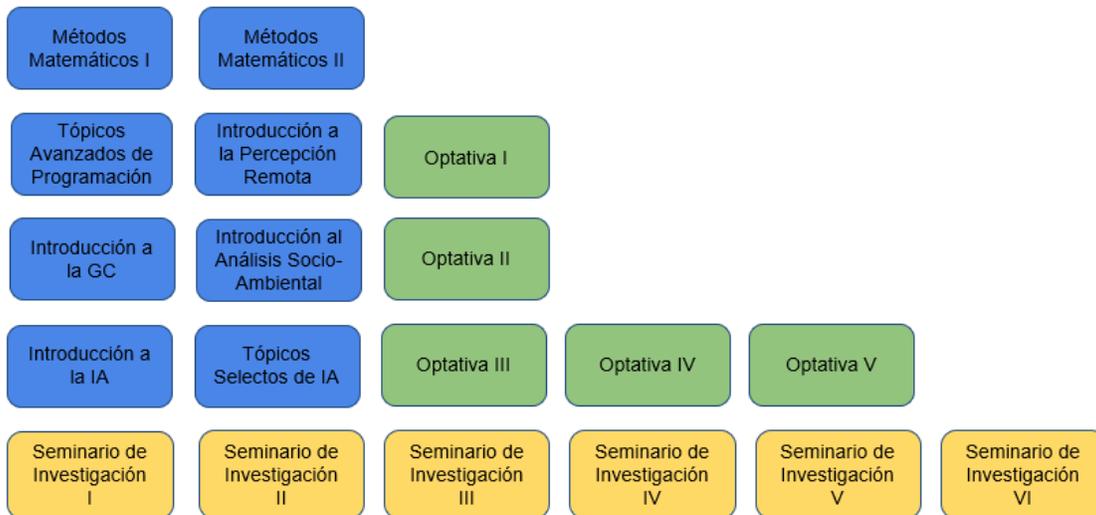


Figura 2. Mapa Curricular

En el mapa curricular (Figura 2) se observa, de manera horizontal, la secuencia de las asignaturas a cursar a lo largo del programa y, de manera vertical, el conjunto de asignaturas para cada uno de los seis cuatrimestres considerados.

Buscando un óptimo aprovechamiento de conocimientos por parte del alumno, el programa se ha diseñado para ser impartido en dos años divididos en seis cuatrimestres. Los primeros dos cuatrimestres corresponden a asignaturas de tronco común (zona azul de la Figura 2) 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 campo de investigación. Lo anterior permitirá al alumno abordar posteriormente cualquiera de las tres líneas de investigación consideradas (IA, PR o ASA). Las asignaturas optativas (zona verde en la Figura 2), se imparten a partir del tercer cuatrimestre y fueron diseñadas para proveer al alumno de conocimientos específicos necesarios en función de su tema particular de investigación. Este conjunto de asignaturas deberá ser seleccionado por el alumno con asesoría de su director de tesis. Los seminarios de investigación (zona amarilla en la Figura 2), 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.

A continuación, se presentan el listado de asignaturas obligatorias y el listado de asignaturas optativas por especialidad.

Tabla 1. Asignaturas Obligatorias.

Nombre	Cuat.	Objetivo	Descripción
Introducción a la Inteligencia Artificial	I	Conocer los fundamentos de la Inteligencia Artificial que sirven como base para el desarrollo de métodos y algoritmos que permiten a las computadoras imitar conductas inteligentes.	La Inteligencia Artificial juega un papel muy importante en el desarrollo de soluciones informáticas diseñadas a dar respuesta a problemas de múltiples áreas que abarcan economía, salud, ambiente, etc. Conocer los principios en los cuales se basa 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 GeoInteligencia Computacional y las disciplinas que la integran, así como su campo de acción y su importancia en los procesos de investigación	El estudio de la GeoInteligencia Computacional implica todas aquellas actividades orientadas al análisis de información con contenido espacial a través de algoritmos y técnicas de IA. Con base en esto, esta asignatura se enfoca en ofrecer al alumno un panorama general de la GeoInteligencia Computacional 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.	El desarrollo de aplicaciones resulta fundamental para la creación de herramientas de software que permitan la automatización de procesos, la obtención y análisis de datos y la 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, ingeniería y computación.	Revisión y fortalecimiento del álgebra de matrices, los espacios vectoriales, la regla de la cadena generalizada a funciones vectoriales y el trabajo con funciones complejo 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 radar y procesamiento digital de imágenes.
Seminario de Investigación I	I	Conocer las líneas de investigación del centro	Esta asignatura pretende ser la puerta de entrada a los procesos de investigación que se desarrollan en el centro. Para ello 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 percepción remota. 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 percepción remota activos y pasivos.
Introducción al análisis Socio-Ambiental	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.	El concepto de territorio puede construirse desde diferentes enfoques y escuelas de pensamiento. 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	La Inteligencia Artificial es un área multidisciplinaria que estudia la creación y diseño de entidades

		algoritmos y técnicas de la IA	capaces de razonar por sí mismas como lo haría el cerebro humano. Para ello, se han utilizado diferentes técnicas como el procesamiento de lenguaje natural, visión computacional, redes neuronales artificiales, sistemas basados en conocimiento, etc. Conocer las diferentes técnicas de la IA prepara al alumno para poder hacer un análisis para encontrar la mejor opción a la hora de proponer la solución a un problema o la creación de nuevas técnicas.
Métodos Matemáticos II	II	Brindar al alumno los 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.	Este curso fortalecerá los conceptos básicos de teoría de la probabilidad y estadística, centrandose 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.	Al finalizar esta asignatura el alumno deberá tener una idea firme sobre las líneas de investigación de su interés para proponer un tema de tesis y presentarlo. Durante esta materia los alumnos realizarán 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.	Deberá diseñar y aplicar 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.	A partir de la aplicación de los experimentos y la obtención de resultados, el alumno deberá 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	Con base en los resultados, el alumno deberá obtener 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 grupo de revisores.
--	--	--	--

Tabla 2. Asignaturas Optativas de Ciencias Computacionales.

Nombre	Objetivo	Descripción
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.	El Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) es una rama de la ciencia cuyo objetivo principal es que la computadora analice, entienda y derive significado a partir del lenguaje humano. Los algoritmos de PLN buscan modelar los mecanismos necesarios para comunicarse de manera que puedan ser implementados computacionalmente; es decir, que se puedan instanciar por medio de programas que ejecuten para simular la comunicación. Así, Los modelos aplicados se enfocan no solo al procesamiento simbólico del lenguaje sino a su comprensión y a otros aspectos cognitivos. Actualmente, el PLN se han logrado posicionar como un área muy importante de la Inteligencia Artificial pues varias de sus aplicaciones han impactado a la industria tecnológica. Traductores automáticos, detectores de opinión, asistentes virtuales, por mencionar solo algunas, han renovado el interés de diversos modelos matemáticos en el contexto del PLN.
Aplicaciones de Inteligencia	Ofrecer al alumno fundamentos teórico-prácticos de los temas	La Inteligencia Artificial es el campo de estudio de las ciencias

Artificial	de la Inteligencia Artificial con mayor aplicación en el análisis de datos.	computacionales que se enfoca en el desarrollo e implementación de algoritmos capaces de deducir conocimiento a partir de un conjunto de datos. Su aplicación se enfoca en todos aquellos campos que requieran del análisis de datos en búsqueda de identificación de patrones y comportamientos que le permitan a la computadora predecir eventos. Durante esta asignatura se conocerán los principios del funcionamiento de la IA, y su aplicación a diferentes conjuntos de datos por medio del uso de herramientas computacionales.
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	Los Sistemas de Soporte a la Decisión son una herramienta de la Inteligencia de Negocio (Business Intelligence) enfocada en el análisis de datos con el objetivo de proponer respuestas a diferentes problemáticas involucrando al usuario. Esta asignatura aborda de manera general los conceptos fundamentales de los sistemas de soporte a la decisión para entender su funcionamiento, sus clasificaciones y sus aplicaciones, y hace énfasis en el desarrollo de sistemas expertos basados en IA.
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.	La visión computacional es uno de los campos de la Inteligencia Artificial. Implica las tareas de adquisición, procesamiento, análisis y comprensión de imágenes con el objetivo de obtener información a partir de ellas. Combinada con técnicas de Aprendizaje Máquina es posible crear

		<p>aplicaciones capaces de tomar decisiones con base en la información contenida en una imagen. Esta asignatura se orienta en el desarrollo de aplicaciones informáticas que apliquen las herramientas y técnicas necesarias para analizar imágenes con el fin de extraer las características que permitan la identificación de objetos</p>
Redes de sensores	<p>Diseñar, desarrollar, implementar y aplicar dispositivos electrónicos para la recolección, procesamiento, almacenamiento y transmisión de datos georeferenciados desde locaciones remotas.</p>	<p>El uso de sensores como fuentes de información es cada vez más común. Su trabajo consiste en traducir lo que captan del exterior en un impulso eléctrico/digital para ser analizado posteriormente. Ejemplos de ello es el uso del GPS, sensores de temperatura, humedad, movimiento, luminosidad, etc. y sus aplicaciones se observan en ropa, ciudades inteligentes, automóviles, dispositivos médicos, y una gran cantidad de industrias. Esta asignatura se avoca en la metodología para el diseño de una red de sensores, la transmisión de los datos y su almacenamiento de manera ordenada, poniendo especial atención en su localización geográfica.</p>
Temas selectos de matemáticas para IA	<p>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</p>	<p>Los distintos campos de la IA tienen su base en principios matemáticos y estadísticos. Temas como matrices y vectores, teoría de conjuntos, lógica, teorema de Bayes, inducción matemática, etc., tienen aplicación en la construcción de sistemas de visión por computadora, sistemas de soporte a la decisión, machine learning, etc. Este curso se enfoca en presentar las</p>

		bases matemáticas que sustentan a las técnicas y algoritmos que se utilizan en la construcción de sistemas de IA, con la idea de reforzar en el alumno la base científica que soporta a estas tecnologías.
Herramientas tecnológicas para la investigación en IA	Reforzar las habilidades propias del quehacer científico con base en el uso de herramientas tecnológicas de búsqueda y administración de fuentes de información, procesamiento de datos y publicación de resultados	El quehacer científico tiene como tareas fundamentales la búsqueda y análisis de información, el desarrollo de experimentos y la divulgación de resultados. Con base en esto, y pensando en fortalecer las habilidades científicas del alumno, esta asignatura se orienta en dar a conocer las herramientas tecnológicas (software de edición de texto, lenguajes de programación y manejo de bibliotecas) de uso común que le ayuden a desempeñar estas actividades de manera óptima.

Tabla 3. Asignaturas Optativas de Análisis Socio-Ambiental.

Nombre	Objetivo	Descripción
Aspectos socioeconómicos y ambientales del análisis socio-ambiental	Conocer marcos socio-ambientales que permiten un análisis integral de los sistemas sociales y ecológicos en el territorio urbano y rural.	Esta asignatura busca profundizar en los marcos de "medios de vida" y "sistemas socio-ecológicos". Comprende su evolución, fortalezas y debilidades; analiza su utilidad práctica a partir de estudios de caso en diversos escenarios, y finalmente, identifica su utilidad para definir, describir y acotar los objetos de estudio.
Sistemas Complejos para el análisis de	Conocer el enfoque de los Sistemas Complejos para	En esta signatura se analizará el concepto de complejidad en el

<p>problemáticas socio-ambientales.</p>	<p>comprender problemáticas socio-ambientales de cara a analizar estudios de caso en México para proponer soluciones utilizando herramientas tecnológicas.</p>	<p>marco de las problemáticas socio-ambientales y la sustentabilidad. Se profundizará en el entendimiento de las propiedades emergentes a partir de la interacción de los sistemas sociales y ecológicos. Se conocerán las diversas teorías que abordan la problemática ambiental desde el enfoque de los sistemas complejos. Se analizarán estudios de caso de problemáticas socio-ambientales en México a partir de estas teorías y se hará una propuesta para abordar estas problemáticas a través del desarrollo de herramientas tecnológicas.</p>
<p>Estudios ecosistémicos</p>	<p>Conocer la problemática de la relación sociedad-recursos naturales en un contexto espacial para desarrollar tecnologías aplicadas al monitoreo e investigación de indicadores ambientales.</p>	<p>Durante esta asignatura se analizarán estudios de caso para que el alumno cuente con un panorama general de las aplicaciones que las TIC tienen en la problemática ambiental actual, lo que permitirá generar proyectos de investigación aplicados a situaciones reales con enfoque espacial.</p>
<p>TIC's y Ciencia comunitaria/ciudadana.</p>	<p>Ofrecer a los alumnos un panorama general del uso de las TIC's como herramientas de participación, monitoreo e involucramiento ciudadano en procesos socio-ecológicos y como fuentes de información que permitan sustentar y validar la modelación del</p>	<p>La participación ciudadana activa es fundamental en la construcción de sociedades saludables. Nuevos paradigmas se construyen en torno al acercamiento de la ciencia a la ciudadanía. A través de estas herramientas es posible por una parte estimular la comunicación y cohesión social y por otra,</p>

	territorio.	desarrollar estrategias de obtención de datos e información de forma potencialmente masiva. Esto encaminado a la modelación e intervención sobre el territorio desde nuevos enfoques, a escalas que no pueden alcanzarse con aproximaciones convencionales de muestreo.
--	-------------	---

Tabla 4. Asignaturas Optativas de Percepción Remota.

Nombre	Objetivo	Descripción
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 percepción remota pasivos.	La asignatura iniciará con la descripción de algunos métodos para la corrección atmosférica y geométrica de las imágenes. Posteriormente se discutirán algunas técnicas para el mejoramiento y realce de características en el dominio espacial y frecuencial. Finalmente, se hará uso de transformaciones y técnicas de reconocimiento de patrones para la clasificación de objetos en las imágenes.
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.	La asignatura comenzará con estudios Físico-Matemáticos involucrados en el proceso de adquisición de imágenes SAR e interpretación de estas imágenes desde el punto de vista geométrico. A partir de la corrección y calibración de los valores de intensidad colectados en una imagen, se mostrarán aplicaciones en monitoreo urbano, agricultura, cuerpos de agua y humedad de suelos. Posteriormente se hará uso de

		la información de fase para el monitoreo de desplazamientos, así como la reconstrucción topográfica de terrenos.
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 aereo (drone, satélite, avión, etc.).	Durante esta asignatura el alumno conocerá los fundamentos de la fotogrametría entendida como la técnica cuyo objetivo es el conocimiento de las dimensiones y posición de objetos en el espacio, a través de la medida o medidas realizadas a partir de la intersección de dos o más fotografías, o de una fotografía y el modelo digital del terreno correspondiente al lugar representado, el cual ha de ser realizado por intersección de dos o más fotografías mediante el uso de la técnica conocida como visión estereoscópica.
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.	Uso de herramientas de Cálculo Vectorial, Análisis de Fourier y Optimización para la interpretación matemática y numérica de algoritmos para el filtrado de imágenes y el proceso de desenvolvimiento de fases interferométricas.
Herramientas tecnológicas para la investigación en PR	Reforzar las habilidades propias del quehacer científico con base en el uso de herramientas tecnológicas de búsqueda y administración de fuentes de información, procesamiento de datos y publicación de resultados.	El quehacer científico tiene como tareas fundamentales la búsqueda y análisis de información, el desarrollo de experimentos y la divulgación de resultados. Con base en esto, y pensando en fortalecer las habilidades científicas del alumno, esta asignatura se orienta en dar a conocer las herramientas tecnológicas (software de edición de texto, lenguajes de

		programación y manejo de bibliotecas) de uso común que le ayuden a desempeñar estas actividades de manera óptima.
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.	Durante el curso se combinará el uso de conceptos teórico-técnicos y se complementará con ejercicios prácticos. Se estudiarán las aplicaciones existentes en el estado del arte para clasificar objetos 3D, se analizará la estructura de un archivo tipo LiDAR, se presentarán e implementarán diversas técnicas y métricas clásicas para resolver problemáticas de: extracción y segmentación, modelado, extracción de vectores de características y comparación de objetos 3D.

Para cumplir con los requisitos de egreso, los estudiantes deberán cubrir 84 créditos divididos de la siguiente manera:

- Acreditar el tronco común integrado por 8 asignaturas que cubren un total de 32 créditos.
- Acreditar cinco asignaturas optativas, con las cuales se cubren un total de 20 créditos.
- Cubrir seis periodos de Seminario de Investigación, con lo cual se cubre un total de 32 créditos.

NÚCLEO ACADÉMICO

La planta académica está conformada por investigadores con gran experiencia en las diferentes disciplinas relacionadas con las áreas de conocimiento que conforman la GeoInteligencia Computacional. Este apartado presenta un resumen de la trayectoria, experiencia y perfil de cada uno de los investigadores.

NÚCLEO BÁSICO

Dr. Oscar Gerardo Sánchez Siordia

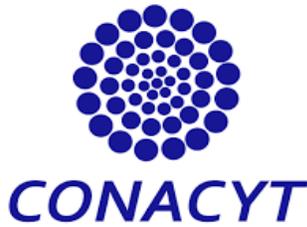
Doctor en Tecnologías de la Información y Sistemas Informáticos por la Universidad Rey Juan Carlos en 2013, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI-I) desde 2015. Es Investigador Titular en el Laboratorio Nacional de GeoInteligencia del CentroGeo con sede en Yucatán, en donde se encuentra desarrollando proyectos afines a sus líneas de interés, entre las que destacan: Aprendizaje automático, Reconocimiento de patrones (extracción, selección, fusión y clasificación de la información), análisis de datos subjetivos, minería de datos, ingeniería del conocimiento y sistemas expertos y visión por computadora Procesamiento digital de imágenes en 2D y 3D (detección, reconocimiento y seguimiento de objetos), verificación facial (2D/3D), percepción automática y reconstrucción de imágenes aleatorias.

Dr. Gandhi Samuel Hernández Chan

Ingeniero y Maestro en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Mérida. Doctor en Ciencia y Tecnología Informática por la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M). Del año 2010 a 2013 fue parte del grupo de investigación SofLab en la UC3M en donde participó en proyectos relacionados principalmente con el área de la biomedicina. Realizó una estancia doctoral el Digital Enterprise Research Institute (DERI), en la ciudad de Galway, Irlanda. Nivel Candidato por parte del Sistema Nacional de Investigadores de CONACYT, y el Reconocimiento a Perfil Deseable por parte de PRODEP. Ha sido Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Tecnológica Metropolitana, líder del Cuerpo Académico de Computación y Sistemas en el área de TIC en la misma Universidad. Sus principales líneas de investigación son Web semántica, redes sociales e Inteligencia Colectiva. Cátedra CONACYT asignado a CentroGeo.

Dr. Alejandro Molina Villegas

Doctor en Informática, por parte de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse (UAPV). Miembro de la Red Temática en Tecnologías del Lenguaje - CONACyT donde coordina el grupo de Reconocimiento y Síntesis de Voz. Entre 2014 y 2017 trabajó como experto en minería de textos para el departamento de eco-informática en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) donde desarrolló la primera biblioteca de software para la Minería de Textos de biodiversidad en español y la extracción automática del repertorio de plantas de México. Entre el 2009 y el 2014, radicó en la ciudad de Avignon (Francia) en donde se desempeñó como adjunto de investigación para el Centro de Investigación y Docencia en Informática de la UAPV; periodo durante el cual, colaboró en diversas investigaciones. Actualmente es investigador en el Laboratorio Nacional de GeoInteligencia del CentroGeo y sus líneas de interés incluyen:



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Procesamiento de Lenguaje Natural, Lingüística Computacional, Minería de textos, Geocodificación y Geo-parsing. Cátedra CONACYT asignado a CentroGeo.

Dr. Alejandro Téllez Quiñones.

Maestro en Ciencias Matemáticas por la Facultad de Matemáticas de la UADY (Mérida-Yucatán, México, 2006) y Doctor en Ciencias con especialidad en Óptica por el Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (León-Guanajuato, México, 2009). Algunos de sus campos de interés son: Análisis Matemático, Análisis Funcional, Geometría Diferencial, Óptica Física, Óptica Geométrica y Física de Radar. Específicamente, estudios sobre radar de apertura sintética (SAR), modelación matemática de señales SAR, procesamiento digital de imágenes desde el enfoque de análisis-matemático e interferometría SAR, la cual incluye la recuperación de fases interferométricas mediante algoritmos de desdoblamiento de fase y aplicaciones derivadas de la interferometría SAR, como la reconstrucción topográfica y la subsidencia. En general, sus estudios están enfocados en la descripción matemática de los Sistemas Físicos. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I, desde enero de 2014 y Cátedra CONACYT, incorporado a CentroGeo desde octubre de 2016.

Dr. Adán Salazar Garibay

Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica y Maestro en Ingeniería Eléctrica por parte de la Universidad de Guanajuato. Cuenta con un doctorado en Informática en Tiempo Real, Robótica y Automatización de la École des Mines de Paris en el Centro de Matemáticas Aplicadas (CMA) y el INRIA de Sophia Antipolis, Francia. Tiene experiencia dirigiendo investigación y desarrollando tecnología en visión por computadora. Esto incluye extracción de características y seguimiento visual, calibración y auto-calibración de cámaras, reconstrucción 3D, modelado 3D, realidad aumentada y procesamiento de imágenes. Posterior a la conclusión de sus estudios de doctorado ha trabajado para diferentes instituciones (centros de investigación y empresas privadas). Ha desarrollado sistemas basados en visión estereoscópica, y para la reconstrucción de rostros humanos usando cámaras estéreo y procesamiento de imágenes.

Dr. Juan Carlos Valdiviezo Navarro

Graduado de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez en 2005. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en la especialidad de Óptica en el año 2007 y en 2012 recibió el grado de Doctor en Ciencias en la misma especialidad, ambos por el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. Ha realizado estancias de investigación en el Instituto de Óptica "Daza de Valdés" en Madrid España y el Politécnico de Turín en Italia. En el periodo de 2012 a agosto de 2016 fue Profesor-Investigador en la Universidad Politécnica de Tulancingo.



Actualmente es Catedrático del CONACYT adscrito a CentoGeo. Sus líneas de investigación son: percepción remota, procesamiento y análisis de imágenes, redes neuronales.

PROFESORES INCORPORADOS

Dr. Pedro Alfonso Ramírez Pedraza

Obtuvo el grado de Doctor en Tecnología Avanzada en el año 2017 por el Instituto Politécnico Nacional CICATA Unidad Querétaro; así como la Maestría en Tecnología Avanzada en 2012. Licenciado en Informática por la Universidad Autónoma de Querétaro graduado en 2009. Realizó una escuela de verano en imágenes y robótica en el INRIA, en Grenoble Francia, en 2011, una estancia de doctorado en la Universidad de Chile en 2015. Sus áreas de interés son: Reconocimiento 3D en escenarios urbanos, Segmentación 3D, Visión por Computadora, Machine Learning, Reconocimiento de patrones y análisis de imágenes. En la actualidad se prepara en el área Deep Learning.

Dra. Karla Juliana Rodríguez Robayo

Doctora en Economía de los Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable por la Universidad Nacional Autónoma de México, Maestra en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales por la Universidad de los Andes (Colombia) en convenio con la Universidad de Maryland (Estados Unidos de América) y Licenciada en Ingeniería Forestal por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). Su investigación se centra en el análisis de instrumentos económicos que permitan hacer de la conservación de los servicios ecosistémicos una alternativa sostenible, que compense a las comunidades rurales por los costos que implica su provisión. En este tiempo ha profundizado en instrumentos como certificación forestal, reducción de emisiones por deforestación y pagos por servicios ambientales, analizando en diversas comunidades de Oaxaca, Veracruz y la periferia de la ciudad de México las implicaciones de este último programa de conservación. En su estancia Posdoctoral en el Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México, la investigadora ha incorporado el marco de sistemas socio-ecológicos a su análisis, enfatizando en la importancia del pleno entendimiento de las dimensiones sociales presentes en el territorio y la necesidad de que las acciones de conservación estén fuertemente vinculadas a las actividades productivas de las comunidades. Las líneas de investigación que cultiva son: Instrumentos de conservación de los recursos naturales, impacto de política pública ambiental en comunidades indígenas, incidencia de los servicios ecosistémicos en la economía familiar de las zonas rurales.



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Dra. Lilián Juárez Téllez

Bióloga egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, con Doctorado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales (INECOL A.C.) y Posdoctorado en Desarrollo Regional Sustentable (COLVER). Ha colaborado en la evaluación de programas en Áreas Naturales Protegidas, en la gestión y manejo de flora comestible y fauna de interés comercial del Bajío, en estudios de impacto ambiental en diversas carreteras federales, en la digitalización de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre del país, así como en la investigación epidemiológica de enfermedades transmitidas por vectores en aves migratorias, equinos y humanos. También ha gestionado proyectos productivos sustentables con enfoque de género en zonas rurales de la sierra de Zongolica, Ver., Realizó estudios demográficos y de genética de poblaciones de orquídeas terrestres, participó como asistente de investigador SNI III en el INECOL. Ha participado en la dirección de tesis de maestría sobre desarrollo regional sustentable, realiza la gestión de proyectos sustentables con epífitas de cafetales de sombra del centro de Veracruz, y colabora en diversos proyectos del “cono sur” en CENTROGEO.

Dra. María Elena Méndez López

Bióloga egresada de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Máster en Estudios Ambientales en la Universidad Autónoma de Barcelona en el 2008. Formó parte laboratorio de Etnoecología y desarrolló su investigación en Bolivia sobre la percepción del cambio climático en comunidades nativas de la Amazonía Boliviana; En 2010, cursó el Doctorado en Ciencias Ambientales en la misma Institución; su trabajo de investigación se centró en la participación local en las estrategias de conservación en el sureste mexicano. Trabajó como Coordinadora de campo en Quintana Roo para el proyecto “Conservación Comunitaria, el papel de la participación local en la conservación de la biodiversidad”. En 2015 realizó una estancia posdoctoral con una beca DGAPA en el Laboratorio de Socioecología y Comunicación para la Sustentabilidad del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la UNAM, en donde se enfocó en analizar los procesos de participación y apropiación de estrategias locales de gestión ambiental (Ordenamientos Ecológicos Territoriales con un caso de estudio en la Costa de Jalisco).

PROCESO DE ADMISIÓN

EVALUACIÓN PARA ADMISIÓN

El programa de maestría en GeoInteligencia Computacional cuenta con un proceso de admisión riguroso, 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.

Los criterios de selección que se toman en cuenta para la evaluación del aspirante al programa son:

- a) Examen de admisión que permita evaluar conocimientos y habilidades de acuerdo con el perfil de ingreso
- b) Entrevista con el estudiante
- c) Carta de intención
- d) Antecedentes académicos
- e) Promedio del ciclo anterior de 8.0/10.0
- f) Dominio del idioma inglés

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.

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 una de las asignaturas.

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.

Es requisito para los alumnos entregar un informe cuatrimestral de avances, conforme a su plan individual de actividades, mismo que deberá estar avalado por el Director de Tesis y, en su caso, anexar documentos probatorios. El informe cuatrimestral de avances 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
- 4. Lista de actividades propuestas para el cuatrimestre inmediato posterior, si fuera el caso

5. Visto bueno del Director de Tesis

Un alumno causará baja si incurre en alguno de los siguientes casos:

1. No aprobar una asignatura del programa aún después de haber presentado una evaluación extraordinaria
2. Incumplir injustificadamente las normas de asistencia
3. Incurrir en una falta que, a juicio del Comité 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

EGRESO

DURACIÓN MÁXIMA DE ESTUDIOS

Para obtener el Grado de maestría será necesario que el alumno cuente con el título de licenciatura o equivalente y haya cubierto los créditos previstos en el Plan de Estudios con un mínimo de calificación de 8.0/10.0

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.

TESIS

Las tesis de maestría deberán mostrar evidencias que los estudiantes son aptos para continuar sus estudios de doctorado. Con esta intención, las tesis deberán dar lugar a publicación en revistas científicas internacionales indexadas demostrando que el alumno es capaz de desarrollar investigación independiente en su área científica.

EXAMEN DE GRADO

El Examen de Grado se realizará por un jurado integrado por el director y/o los directores de tesis y uno o 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.

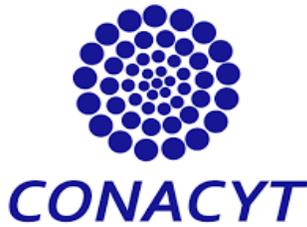
VINCULACIÓN ACADÉMICA Y MOVILIDAD

El programa de posgrado promueve la movilidad de estudiantes y profesores para realizar actividades de colaboración con el programa de Maestría en CIG ofertada por CentroGeo aprovechando la existencia de materias complementarias con contenidos comunes. Asimismo, busca la vinculación con diferentes instituciones nacionales e internacionales con el propósito de realizar estancias de investigación y convenios de cooperación.

La siguiente tabla muestra un listado de las asignaturas complementarias en los programas de Maestría en CIG y GC junto con el nivel en el cual se imparten.

Tabla 5. Asignaturas Complementarias.

GeoInteligencia Computacional	Nivel	CIG	Nivel
Tópicos avanzados de programación	I	Introducción a la programación	I
Introducción a la Percepción Remota	II	Introducción a la Percepción Remota	II
Métodos Matemáticos II	II	Matemáticas y estadística	I
Sistemas Complejos para el análisis de problemáticas socio-ambientales.	Optativa	Estimación de variables geofísicas y socio-ambientales	II
Temas selectos de Inteligencia Artificial	Optativa	Aprendizaje computacional	II
Estudios ecosistémicos	Optativa	Enfoque territorial y sistemas socioecológicos	I
Seminarios de	I - VI	Seminarios de Tesis	V - VI



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Investigación			
---------------	--	--	--

Adicionalmente se busca la vinculación con diferentes instituciones nacionales e internacionales. El siguiente listado incluye las instituciones con las cuales el Núcleo Académico ha establecido vínculos académicos que posibilitan realizar estancias de investigación y convenios de cooperación.

Entre las instituciones regionales proclives a la colaboración se encuentran las siguientes:

- Universidad Politécnica de Yucatán. Perteneciente al subsistema de Universidades Tecnológicas y Politécnicas de la Secretaría de Educación Pública, bajo un modelo Bilingüe, Internacional y Sustentable, y especializada en el campo de las Tecnologías de la Información y Comunicación.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Institución pública y autónoma de educación superior. Actualmente, imparte 45 carreras a nivel licenciatura, 17 a nivel diplomado, 28 a nivel especialización, 27 a nivel maestría y 4 a nivel doctorado en las áreas de: Ciencias Biológicas y Agropecuarias; Ciencias Exactas e Ingenierías; Ciencias de la Salud; Ciencias Sociales, Económico-Administrativas y Humanidades; y Arquitectura, Hábitat, Arte y Diseño. Cuenta además con un Centro de Investigaciones Regionales, el cual se divide en dos áreas: Unidades de Ciencias Biomédicas y Unidades de Ciencias Sociales. Se destaca por ser la principal universidad pública del sureste de México además de contar con el más alto nivel académico de la región.
- Instituto Tecnológico Superior Progreso. Imparte Ingenierías en Sistemas Computacionales, Logística, Electromecánica, Administración, Gestión Empresarial, Logística, Animación Digital y Coordinación.

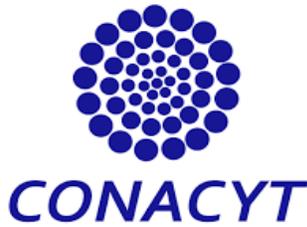
Entre las instituciones nacionales, fuera de la región, proclives a la colaboración se encuentran las siguientes:

- Cinvestav Tamaulipas. El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) es una institución pública mexicana dedicada al desarrollo de ciencia, tecnología y a la educación a nivel de posgrado. Se encuentra a la vanguardia en materia de educación de posgrado, ya que 28 de ellos son considerados como competentes a Nivel Internacional, es decir, con la calidad de los que imparten las mejores universidades del mundo. De acuerdo con el Programa Nacional de Posgrados de Calidad

(PNCP) 2010 evaluado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), es una de las mejores instituciones en este nivel de enseñanza en México.

Entre las instituciones extranjeras proclives a la colaboración:

- Centre d'Enseignement et de Recherche en Informatique de la Université d'Avignon, Francia. Un centro de investigación y docencia especializada en Tecnología. Forma parte de las unidades de la Universidad de Aviñón donde se imparte la licenciatura, maestría y doctorado en informática con especializaciones en tres áreas de investigación de punta: Procesamiento de Lenguaje Natural, Redes y aplicaciones multimedia y Optimización
- Instituto de Estadística de la Universidad Austral de Chile. Pertenece a la Red Universitaria Cruz del Sur, a la Agrupación de Universidades Regionales de Chile, al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas, y a la Red Universitaria G9. Figura en la posición 7 dentro de las universidades chilenas según la clasificación webométrica del CSIC, en julio de 2017.
- Universidad Carlos III de Madrid. Universidad pública, fue creada en 1989 con vocación innovadora, con alto grado de calidad y con orientación prioritaria hacia la investigación. Su misión es contribuir a la mejora de la sociedad a partir de una investigación avanzada. Actualmente es una de las cinco mejores Universidades españolas por su rendimiento general según el U-ranking 2017. Incluida en el ranking Times Higher Education (THE) World University Rankings 2018 de las mejores Universidades del Mundo.
- Universidad Politécnica de Madrid. Es una Universidad pública con sede en la Ciudad Universitaria de Madrid. Fue fundada en 1971, actualmente es considerada como una de las mejores Universidades Politécnicas de España. Integra y reconoce en su estructura a Centros y Campus Universitarios destinados a docencia, investigación, actividades culturales y deportivas. Cuenta con varios centros de I+D como el Centro domótica Integral, Centro de Innovación en Tecnologías para el Desarrollo Humano, Centro de Automática y Robótica, entre otros.
- Universidad Rey Juan Carlos. Se destaca por ser una Universidad promotora de la investigación orientada al desarrollo económico y social a través del impulso a las actividades de investigación, difusión y transferencia de conocimientos a la sociedad. De igual manera, fomenta las actividades de I+D+i por medio de la colaboración con empresas



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



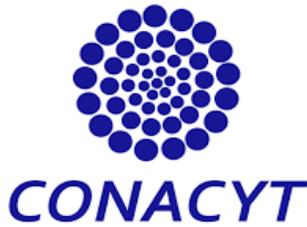
e instituciones y su participación en convocatorias nacionales e internacionales con el afán de desarrollar sus líneas de investigación y contribuir a la generación y difusión del conocimiento y con ello al avance de la ciencia.

ACRÓNIMOS

- TIC:** Tecnologías de la Información y la Comunicación.
GC: GeoInteligencia Computacional.
SIG: Sistemas de Información Geográfica.
IA: Inteligencia Artificial.
ASA: Análisis Socio-Ambiental.
PR: Percepción Remota.
PPGC: Programa de Posgrado en GeoInteligencia Computacional.
ZEE: Zona Económica Especial.
PCTY: Parque Científico y Tecnológico de Yucatán.
SIIES: Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior.
CC: Ciencias Computacionales.
CIG: Ciencias de Información Geoespacial.

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.



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Geolnt

Laboratorio Nacional
de Geointeligencia

- [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] *Desarrollo tecnológico e innovación, presentes en Yucatán*, Gobierno del Estado de Yucatán. [En línea]. Disponible en: http://www.yucatan.gob.mx/saladeprensa/ver_notas.php?id=205707. [Accedido: 2-may-2018].
- [13] *DOF - Diario Oficial de la Federación*. [En línea]. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5508203&fecha=19/12/2017. [Accedido: 2-may-2018].
- [14] *Yucatán se consolida como polo de desarrollo científico y tecnológico del sureste mexicano*, Gobierno del Estado de Yucatán. [En línea]. Disponible en: http://www.yucatan.gob.mx/saladeprensa/ver_notas.php?id=198186. [Accedido: 3-may-2018].
- [15] “Laboratorio Nacional de Geointeligencia”. [En línea]. Disponible en: <http://www.Ingeointeligencia.com.mx/index.php>. [Consultado: 31-oct-2017].
- [16] “Fuerte impulso para desarrollo de las TIC en Yucatán”, Excelsior, 07-oct-2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2015/10/07/1049871>. [Consultado: 31-oct-2017].
- [17] “Yucatán, ejemplo en crecimiento económico”, Gobierno del Estado de Yucatán. [En línea]. Disponible en: http://www.yucatan.gob.mx/saladeprensa/ver_notas.php?id=201463. [Consultado: 31-oct-2017].